



Ђорђе Н. Гламочлија
Ненад А. Ђурић
Јелена С. Максимовић

Високе траве
(fam. Poaceae)
- монографија -

*Борђе Гламочлија * Ненад Ђурић * Јелена Максимовић*

И н с т и т у т з а п о в р т а р с т в о
Смедеревска Паланка

Борђе Н. Гламочлија

Ненад А. Ђурић

Јелена С. Максимовић

Високе траве (fam. *Poaceae*)

- монографија -

Смедеревска Паланка, јун 2022. године

*Ђорђе Гламочлија * Ненад Ђурић * Јелена Максимовић*

Високе траве (fam. *Poaceae*)

Аутори:

Др Ђорђе Н. Гламочлија, редовни професор,
Друштво селекционера и семенара Републике Србије, Београд;
Др Ненад А. Ђурић, виши научни сарадник,
Институт за повртарство, Смедеревска Паланка;
Др Јелена С. Максимовић, научни сарадник,
Институт за земљиште, Београд.

Рецензенти:

Др Слевен Продановић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет;
Др Снежана Јанковић, научни саветник,
Институт за примену науке у пољопривреди, Београд;
Др Вера Поповић, научни саветник,
Институт за ратарство и повртарство, Институт од националног значаја
Нови Сад.

Издавач:

Институт за повртарство, Смедеревска Паланка

Лектор:

Милена Младеновић, проф.

Дизајн корица:

Др Ненад Ђурић, виши научни сарадник

Штампа:

Дигитал дизајн доо, Смедеревска Паланка
Тираж: 300 примерака

ISBN-978-86-89177-04-6

ЗАХВАЛНИЦА

Издавање ове монографије суфинансирало је Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Монографија је резултат Уговора о финансирању од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја (Евиденциони бр. 451-03-68/2022-14/200216).

Поглавља ове монографије која се односе на оплемењивање самониклих појединих трава и њихово увођење у редовну биљну производњу резултат су научног рада на пројектима везаним за рејонизацију гајених биљака у условима климатских промена чије последице су евидентне и у Републици Србији.

Аутори посебну захвалност дугују рецензентима др Славену Продановићу, редовном професору Пољопривредног факултета у Београду, др Снежани Јанковић, научном саветнику Института за примену науке у пољопривреди и др Вери Поповић, научном саветнику из Института за ратарство и повртарство, Институт од националног значаја, Нови Сад, на позитивним оценама у вези са обрађеном тематиком, израдом текста, као и на оцени доприноса ове монографије.

Захваљујемо се свим колегиницама и колегама који су нам својим сугестијама помогли да напишемо ову монографију.

Ђорђе Гламочлија
Ненад Ђурић
Јелена Максимовић

САДРЖАЈ

Р. бр.	Стр.
Предговор	1
1. Увод и привредни значај високих трава	5
2. Опис најважнијих врста високих трава	9
2.1. Висока пиревина	9
2.2. Преријско просо	17
2.3. Шпанска трска	24
2.4 Мискантус	33
2.5. Трстика	46
3. Ботаничка припадност високих трава	53
3.1. Класификација трава	54
4. Биолошке особине	65
4.1 Морфолошке особине	65
4.2. Животни циклус	83
5. Услови успевања високих трава	93
5.1. Потребе у топлоти	93
5.2. Потребе у води	95
5.3. Потребе у светлости	97
5.4. Однос према условима земљишта	103
6. Географске карактеристике Србије	109
6.1. Климатски услови Србије	126
6.2. Земљишни услови Србије	142
6.3. Рејонизација производње високих трава	228
7. Технологија производње	233
7.1. Место у плодореду	234

7.2. Обрада земљишта	237
7.3. Исхрана биљака	240
7.4. Избор сорте	246
7.5. Сетва (садња)	257
7.6. Нега и заштита усева (засада)	269
7.7. Берба (жетва)	280
7.8. Складиштење суве вегетативне биомасе	287
7.9. Складиштење свеже волуминозне биомасе	290
7.10. Складиштење зрнастих производа	293
8. Индекс појмова српски - енглески	301
9. Литература	311
Изводи из рецензија	347
Биографије аутора	353

ПРЕДГОВОР

У књизи Високе траве аутора Ђорђа Гламочлије, Ненада Ђурића и Јелене Максимовић обрађена су питања везана за ботаничку припадност, биолошке особине, порекло, привредни значај, однос према условима успевања и агротехнику пет биљних врста из породице *Poaceae* које припадају групи самониклих вишегодишњих високих трава. Откривајући њихове повољне биолошке особине и могућност коришћења у различитим индустријским гранама, затим у исхрани домаћих живориња и за спремање хране, применом савремених метода селекције научници су створили велики број генотипова који се могу гајити у различитим агореколошким условима.

Проучавајући однос описаних пет врста високих трава према агроэколошким условима и поредећи их са условима пољопривредних подручја Србије ове биљке се успешно могу гајити у нашој земљи. Увођење у систем редовне биљне производње представља велику шансу за пољопривредна подручја чија земљишта су мање повољних физичких и хемијских особина. Описане високе траве могу се гајити, како на најплоднијим, тако и на маргиналним земљиштима, неподесним за ратарско-повртарску и воћарско-виноградарску производњу. Увођењем у производњу ових вишегодишњих биљака, уз повећана улагања у години заснивања, а значајно мања у годинама коришћења, могла би се искористити необрађена пољопривредна земљишта, али и привести намени већина непољопривредних, деградираних површина и депосола. Годишњим приносом биомасе високих трава значајно би се подмириле различите индустријске гране, као и потребе домаћих животиња у волуминозној и концентрованој храни. Главни производи најновијих генотипова појединих врста (интерспецијес хибриди) интересантни су као сировина у прехранбеној и фармацеутској индустрији.

Најважнији начин коришћења биомасе ових трава је у производњи гасовитих течних и чврстих биогорива. Заменом фосилних горива коришћењем биогорива постижу се значајни

ефекти. Наша земља, која велике количине фосилних горива мора да увезе, смањила би зависност од увоза. Са еколошког становишта значајно је истаћи да се сагоревањем биогорива у атмосферу емитују значајно мање количине штетних гасова, што ублажава пораст температуре услед ефекта стакленика. Свих пет врста високих трава обрађених у монографији, могле би се гајити као енергетски усеви.

Појединачним поређењем односа сваке од описаних високих трава према агроколошким условима са особинама наших пољопривредних предела могла би се извршити рејонизација на територији Републике, како од равничарских до брдско-планинских подручја, тако и од влажнијих, до аридних предела. За сваку врсту детаљно је описана технологија производње и складиштења сировине до поступка даље прераде.

Климатски и земљишни услови наше земље повољни су за гајење описаних високих трава и велика су шанса за мале фармере који би, уз стандардну пољопривредну механизацију и веће учешће ручног рада, омогучили потпуније ангажовање свих чланова домаћинства. Уз мало већа улагања у години заснивања, али и у примарну прераду главног и секундарних производа, фармер је у могућности да оствари велику добит гајењем ових, мало познатих биљака, које успевају и на сиромашнијим и необрађиваним земљиштима.

Монографија је написана лаким стилем тако да може послужити као уџбеник студентима будућим пољопривредним стручњацима, али и као добар извор корисних информација свим садашњим и будућим произвођачима, ових мало познатих биљака великих производних могућности.

У Смедеревској Паланци, јун, 2022.

АУТОРИ

FOREWORD

The book *High Grasses* by the authors Djorđe Glamočlija, Nenad Djurić and Jelena Maksimović deals with questions of botanical affiliation, biological characteristics, origin, economic significance, relationship with growing conditions and agrotechnics, of five plant species from the *Poaceae* family belonging to the group of wild perennial tall grasses. Discovering their favorable biological characteristics and the possibility of use in various industries, as well as in nutrition of domestic animals and for food preparation, by applying modern selection methods, scientists have created a large number of genotypes that can be grown in different agorecological conditions.

A study of the relationship between the described five species of tall grasses and agroecological conditions, and by comparing them with the conditions of agricultural areas in Serbia, shows that these plants can successfully be grown in our country. Their introduction into the system of regular plant production is a great chance for agricultural areas with lands having less favorable physical and chemical properties. The described tall grasses can be grown on the most fertile as well as on marginal lands, unsuitable for field-vegetable and fruit-vineyard production. The introduction into production of these perennial plants, with increased investments in the year of establishment, that become significantly lower in the years of use, could enable utilization of uncultivated agricultural land, but also the repurposing for use of a majority of non-agricultural, degraded areas and of deposol. The annual yield of tall grass biomass would to a significant extent meet the needs of various industries, as well as the needs of domestic animals in fodder and concentrates. The main products of the latest genotypes of certain species (interspecies hybrids) are interesting as raw materials in the food and pharmaceutical industries.

The most important way to use the biomass of these grasses is for producing gaseous liquid and solid biofuels. Replacing fossil fuels with biofuels achieves significant effects. Our country, which has to import large quantities of fossil fuels, would reduce its dependence on imports. From the ecological point of view, it is important to point out that

combustion of biofuels releases significantly smaller amounts of harmful gases into the atmosphere, which mitigates the rise in temperature due to the greenhouse effect. All five types of tall grasses described in the monograph could be grown as energy crops.

A regional comparison of the relationship between agroecological conditions of each of the described tall grasses with the characteristics of our agricultural areas, could enable regionalization to be performed on the territory of the Republic, from lowlands to hilly and mountainous areas, and also from wetter to arid landscapes. The technology of production and storage of raw materials until further processing are described in detail for each of the species.

Climatic and soil conditions of our country are favorable for growing the described tall grasses, which is a great chance for small farmers, where with standard agricultural mechanization and a higher share of manual labor, this would enable more complete engagement of all household members. With a somewhat higher investment in the year of establishment, but also in primary processing of the main and of secondary products, the farmer is able to make big profits by growing these little-known plants that thrive on poorer and uncultivated soils.

The monograph is written in an easy style so that it can serve as a textbook for students, future agricultural experts, but also as a good source of useful information for all current and future producers of these little known plants with great production potential.

Smederevska Palanka, june, 2022.

AUTHOR

1. УВОД И ПРИВРЕДНИ ЗНАЧАЈ

ВИСОКИХ ТРАВА

Врсте из породице правих трава (fam. *Poaceae*) представљају велику групу монокотиледоних биљака реда (*ordo*) *Poales*. До сада су научници описали око 8.700 врста које су сврстали у 650 родова (*Linder and Rudall, 2005*).

Траве обухватају око једну трећину свих врста монокотила (скривеносеменица) или око 20.000 врста које доминирају данашњом вегетацијом и претежно се опрашују ветром. Савременији приступ сагледавања филогенетичких односа унутар реда омогућава проучавање фактора који су утицали на еволуцију врста овог биолошки врло успешног реда. Према досадашњим истраживањима археоботаничара врсте реда *Poales* су се највероватније формирале у периоду касне креде на засењеним и влажним стаништима богатим хранљивим елементима. Током даље еволуције врсте су се адаптирале на мочварне и шумске терене, затим на епифитска станишта, као и на вресишта сиромашна биљним хранивима. У ери кенозоика, током периода неогена наступили су значајни процеси диверзификације трава. Захваљујући специфичној морфолошкој грађи биљке, изложене пожару, могле су да преживе, јер би им се сачували подземни органи из којих ће се поново образовати нови надземни вегетативни и генеративни органи. Други значајан фактор огледао се у чињеници да биљке функционисале и при мањим концентрацијама угљен-диоксида у атмосфери (*Linder and Rudall, 2005*).

Са становишта исхране људи и домаћих животиња у породици трава налазе се најзначајније биљне врсте које се данас у свету гаје на највећим површинама. Траве су распрострањене широм планете, расту на свим континентима, па и на Антарктику. Успевају, како у пустињама, тако и по мочварним пределима; у долинама и на

највећим надморским висинама где расту биљке. Иако велики број врста трава расте у тропским пределима, оне у умереној континенталној зони својом масовношћу формирају велике заједнице ливада, степа и прерија. У овим биљним заједницама, поред других врста, најбројније су вишегодишње траве, односно монокотиледоне скривеносеменице.

Према најновијој ботаничкој класификацији породица трава има пет потпородица, и то:

1. *Bambusoideae*,
2. *Chloridoideae*,
3. *Orizoideae*,
4. *Panicoideae* и
5. *Pooideae*.

Оне су сврстане у 60 племена (*tribus*). Услед различитих агроеколошких и климатских услова траве се међусобно веома разликују по својим морфолошким особинама. Постоје ниске бокорасте и зељасте једногодишње и високе жбунасте одрвенеле вишегодишње врсте.

Траве су од самих почетака цивилизације имале значајну улогу у људској заједници. Према наводима археоботаничара човек већ више од десет хиљада година гаји и користи велики број једногодишњих и вишегодишњих трава. Од самих почетака цивилизације (палеолит и неолит) људи су за спремање хране користили зрно пшенице једнозрна и двозрна, затим проса, кукуруза и сирка, а жетвене остатке за исхрану припитомљених животиња. Биомаса одрвених стабала служила је за градњу објеката за становање, у кућној радиности или као огрев.

Данас највећи привредни значај имају једногодишње гајене врсте пшеница, јечам, овас, раж, тритикале рижа, кукуруз, сирак и просо, које се гаје ради зрна, незаменљивог у исхрани људи и домаћих животиња. Из групе вишегодишњих зељастих трава најважније су врсте које се гаје на сејаним ливадама и користе се као волуминозна сточна храна. Траве имају важну улогу у формирању травних заједница природних ливада и пашњака, затим у заштити земљишта од ерозије водом и ветром. У протеклих неколико деценија поједине

врсте вишегодишњих трава постају значајне сировине у добијању биогорива (Tomović, 2002).

Како закључују бројни научни радници (McKendry, 2002; Paulson et al., 2003; Lord, 2015) вишегодишње траве високих стабала су веће продуктивности нето калоријске вредности и веће еколошке користи од једногодишњих усева, јер имају смањен негативан утицај на животну средину. Обрада земљишта изводи се једном у току дугогодишњег животног циклуса биљака. Тако је смањен њен негативан утицај на физичке и хемијске особине, на ерозију, као и на губитак угљеника из земље. Током фотосинтезе ове биљке усвајају велике количине угљен-диоксида смањујући ефекат стакленика, као последицу глобалног загревања планете. Могућност гајења високих трава на деградираним или запуштеним пољопривредним земљиштима повећава њихов привредни значај. Уколико се на овим земљиштима гаје као покровни усеви имају веома позитиван утицај на екосистем. Сунчеву светлост претварају у органску супстанцу којом обогаћују земљиште (фиторемедијација). Током године потроше велике количине угљен-диоксида и испусте кисеоник у атмосферу, што има посебан значај ако се усеви налазе поред великих загађивача животне средине. Високе траве су одлично станиште за племениту дивљач којој пружају храну и мирно уточиште.

Расправе о економским, друштвеним и еколошким утицајима производње вишегодишњих високих трава и употребе њихове биомасе за еколошки чистија горива усмерене су у три правца. Први се огледа у укупној користи услед смањења концентрације угљен-диоксида коришћењем биогорива уместо фосилних горива. Други правац је чињеница да гајењем нејестивих биљака, које дају економски исплативе приносе за прераду у биогорива, изостаје употреба потрошње прехранбених усева. Трећи правац је смањена сеча шума у којима је годишњи прираст биомасе мањи или на нивоу прираста високих трава и њима сличних нејестивих пољопривредних усева.

Високе траве, као и још неколико вишегодишњих врста, могу се гајити на загађеним, девастираним и запуштеним пољопривредним

земљиштима, као и на шумским крчевинама, и то као усеви за фиторемедијацију и спречавање свих облика ерозије.

У монографији је систематски обрађено пет вишегодишњих врста које су у редовну њивску производњу уведене почетком и средином двадесетог века. То су:

1. Висока пиревина,
2. Преријско просо,
3. Шпанска (циновска) трска,
4. Мискантус и
5. Трстика

2. ОПИС НАЈВАЖНИЈИХ ВРСТА ВИСОКИХ ТРАВА

У монографији је детаљно обрађено пет најважнијих врста вишегодишњих трава које имају заједничку особину, а то је интензиван годишњи пораст надземне биомасе, усправна стабла висине преко два метра, која се после косидбе или испаше добро регенеришу. Све ове врсте дубоко у земљи развијају вишегодишња стабла заштићена од измрзавања и могу се гајити у различитим агроколошким условима.

2.1. ВИСОКА ПИРЕВИНА

(енгл. *Tall wheatgrass*; рус. *Житњак високии*; нем. *Lange quecke*;
франц. *Chiendent allongé*; шпан. *Agropiro alargado*)

Порекло и распрострањеност. Ова вишегодишња трава расте самоникло на сувим и заслањеним земљиштима централне и југоисточне Европе (Балкан), затим у јужној Русији и у планинским пределима Мале и Централне Азије. Почетком двадесетог века пренесена је први пут у Северну Америку и проширила се у аридним пределима спонтане флоре на западу овог континента. Прва успешна интродукција бираним кавкаским клоновима високе пиревине изведена је 1932. године (*The Grass Manual*). Како истичу *Lamp et al.*, (1990) године 1935. висока пиревина је интродукована из Русије и у аридна подручја јужне и западне Аустралије. У новој средини испољила је високу толерантност на сушу и на заслањена земљишта (*Anonymus*, 2019). На влажнијим земљиштима у долинама река крајем вегетационе сезоне обезбеђује високу продукцију квалитетне биомасе, подесне за коришћење на више начина (*Reed*, 2008).

Као високопродуктивна биљка вишегодишњег животног циклуса ова врста уведена је у производњу у пределима континенталне климе на северној полулопти, од северне Европе и Америке, до Аустралије на јужној полулопти. У наведеном климатском појасу висока пиревина се гаји на песковитим, иловастим, као и на тешким глиновитим, сувим или влажним земљиштима уколико су она дубља од 40 cm. На реакцију земљишног раствора је врло толерантна и успева на киселим (pH 5,5) до веома алкалних земљиштима (pH 8,5). Биљкама највише одговарају добро осунчани терени и предели са 300-750 mm годишњих падавина и уколико зимске температуре ваздуха не падају испод -40°C. Висока пиревина припада групи С3 биљака (*USDA, Thinopyrum ponticum*, 2018). Радови на култивисању ове врсте и стварању сорти подесних за комерцијалну производњу започели су прво у Русији, затим у Мађарској и Шпанији. Новостворене сорте имају читав низ добрих особина, веома се лако адаптирају на мање повољне услове климе и земљишта, једном засновани усеви остају дуго година на земљишту, по приносу и квалитету биомасе могу да буду конкурентни приноснијим травама, јер су улагања у производњу мала и успевају на сиромашним земљиштима од киселе до алкалне реакције, па и на јако заслањеним површинама (*Јанковић и сар.* 2018).

Привредни значај. Ова биљна врста је из подручја свог порекла средином двадесетог века пренесена у друге агроеколошке пределе као интересантна за увођење у ратарску производњу. Научници су, проучавајући велики потенцијал ове самоникле биљне врсте открили велики потенцијал високе пиревине. Током сложеног оплемењивачког рада избором најподеснијих форми и међусобним и интерспецијес укрштањима добијен је велики број генотипова за различите начине коришћења. У протеклим деценијама евидентне климатске промене на великим географским просторима, повећале су интерес примарних пољопривредних произвођача за гајењем високе пиревине посебно у маргиналним агроеколошким условима. Висока пиревина, заснована на пашњачким површинама правилним системом коришћења може повећати дневни оброк свеже и укусне биомасе грлима која се напасају, посебно током летњег периода.

Биљке одлично користе расположиву воду и скупљају соли из своје ризосфере, које складиште у подземним органима и спречавају да се оне током кишног периода растварају и доспевају у подземне водотокове. Снажним кореновим системом и чврстим бокором везују површински слој земљишта и спречавају ерозију изазвану ветром и воденим бујицама (*Liu and Wang, 2010*).

Исхрана људи. Оплемењивањем исходног генетичког материјала и укрштањем са врстама рода *Triticum* створен је велики број генотипова који припадају вишегодишњој интерспецијес врсти под стручним називом *Thinopyrum intermedium* Host. (синоним *Agropyron intermedium* (Host) Beauvois). Новостворене сорте и хибриди дају задовољавајуће приносе зрна, чак и у агроеколошким условима који нису подесни за једногодишња права жита. Зрно ових интерспецијес хибрида слично је квалитета као и пшенично (*Becker et al., 1986*). У припреми хране користи се цело скувано зрно и по укусу подсећа на зрно риже. Други начин коришћења у исхрани је мљењем целог зрна, а добијено интегрално брашно, помешано са пшеничним у односу 33-66%, служи за спремање специјалног хлеба, различитих укусних пецива и мафина (*Burwell, 1984*). Како истиче *Wagoner, (1988)* у *RRC (Rodale Research Center)*, Пенсилванија, створено је око 100 генотипова које имају добар потенцијал родности зрна. За оцену продуктивних особина ових сорти узети су у обзир следећи критеријуми: производња зрна неопходног квалитета које се лако врши, уједначеност сазревања, крупноћа зрна, отпорност на дробљење при вршидби, чврста и усправна стабла која се сазревањем биљака суше и формирају класове изнад листова што омогућава једноставну жетву комбајном, као и снажан вишегодишњи пораст биљака. Истраживања, везана за стварање генотипова подесних за гајење ради зрна настављена су и у овом веку. Програм рада обухвата следеће области: пренос гена у стварању хибрида пшенице које имају повећану толерантност на слана земљишта, затим на сушу, као и најчешће патогене гљиве (*Colmer et al., 2006; Liu and Wang, 2010; Ceoloni et al., 2014*).

Исхрана домаћих животиња. У условима умерено влажног лета висока пиревина током годишњег циклуса може дати висок

принос сена, 7-13 t ha⁻¹, зависно од степена заслањености подорничног слоја. На квалитет произведене биомасе велики утицај има време косидбе биљака. Ранијом косидбом, у периоду пре појаве класова, добије се зелена биомаса добре сварљиве и енергетске вредности која има висок садржљај протеина, посебно у листовима (Duke, 1983). Покошена биомаса се у исхрани домаћих животиња најчешће користи као сено, али може послужити за спремање силаже и сенаже, која је по хранљивој вредности слична осталим вишегодишњим травама (Cook, 1959; Smith, 1996; Butler and Muir, 2004), табела 1.

Табела 1. Хранљива вредност суве биомасе високе пиревине

Хранљиве супстанце (%)							
Протеини	Уља	Целулоза	Лигнин	НУХ*	Мин.соли	P ₂ O ₅	K ₂ O
9,6 ¹	2,8	31,2	6,5	40,2	9,7	0,15	-
10,5 ²	3,1	40	5,7	-	8,5	-	-
16-23 ³	2,5	42	4,6	-	8,8	0,14- 0,28	0,19- 0,28

* НУХ – неструктурни угљени хидрати,

¹ Cook, 1959; ² Smith, 1996; ³ Butler and Muir, 2004.

У просечним агроколошким условима ова врста даје два откоса биомасе, чија хранљива вредност поред времена косидбе, зависи и од сорте. На ову чињеницу указују резултати сортних истраживања која су извели Butler and Muir, (2004) и Elmi et al., (2014) на огледима изведеним у аридним пределима Северне Америке, односно Центране Азије. Ради повећања хранљиве и сварљиве вредности висока пиревина се најчешће гаји у смешама са детелинама. После вишегодишњих истраживања различитих клонова високе пиревине и врсте *Trifolium michelianum* као најпогоднију смешу Quinones et al., (1982) препоручују ову детелину. Други и веома чест начин коришћења ове траве је напасањем домаћих животиња. Захваљујући високој толерантности биљака на интензивније коришћење испашом, висока пиревина може да обезбеди допунску исхрану домаћих животиња крајем лета и током

јесени, односно у периоду кад је већина пашњака у фази мировања (*Jenkins et al.*, 2010). Како наводи у својим истраживањима *Kevin Smith*, (2010) ова врста је увезена у другој половини двадесетог века на аустралијски континент ради гајења у подручјима где преовлађују сува и заслањена земљишта. Основни циљ био је коришћење биомасе испашом. Научници су овој врсти посветили мало пажње. У протеклом периоду није проучен генетички потенцијал родности ове врсте, тако да није предложена најповољнија технологија производње у специфичним агроколошким условима појединих пољопривредних области. Новија истраживања показују да се одабиром најбољег сортимента и применом адекватне агротехнике и у мање повољним условима могу остварити високи приноси биомасе, што пружа повећање обима анималне производње. Да би се фармерима пружиле потребне информације о начину гајења и коришћења високе пиревине у исхрани домаћих животиња *Barrett-Lennard et al.*, (2003) су написали Практични водич о коришћењу пашњака на заслањеним земљиштима. У неким земљама интензивно се ради на одржавању колекција раличитог генетичког материјала, који служи за стварање сорти подесних за гајење и коришћење у исхрани животиња, како испашом, тако и косидбом или комбиновано (*Vogel and Moore*, 1998). Велики избор сорти специфичних услова успевања и потенцијала родности пружа могућност ширења површина под овом интересантном крмном биљком.

Исхрана племените дивљачи. Висока пиревина је осим гајења на пољопривредним површинама веома погодна за подсејавање резервата одређених за племениту дивљач. Својим високим приносом квалитетне свеже биомасе и брзом регенерацијом после испаше, она представља одличан извор хране за дивљач која пасе и брсти. Уколико се на једном заснованој површини под овом високом травом не изводе агротехничке мере (на пример косидба), она је добро станиште за птице које се гнезде на земљи. Висока пиревина није инвазивна и добра је у заједници са другим биљним врстама, како су истакли *Wagoner and Schauer*, (1990).

Производња биогорива. Висока пиревина у неколико протеклих деценија постаје све више интересантан енергетски усев,

чија свежа биомаса служи за добијање гасовитих горива, а сува за израду пелета. Истраживања која су извели *Dickeduisberg et al.*, (2017) показала су да се по годишњем приносу надземне биомасе и добијеног метана ова врста може поредити са кукурузом. Испитујући различите агротехничке мере, посебно оптималан рок косидбе, број откоса и висину реза (5-10 cm) закључили су да се висока пиревина у годинама пуне продукције на подручју средње Европе, показала као врло подесан усев за комерцијалну производњу биогаза. Као енергент, она потпуно искључује употребу кукуруза у те сврхе, уз напомену да је боље прилагођена на неповољније агроколошке услове успевања. Уколико се не искористи свежа биомаса за добијање биогаза, треба покосити и балирати стабла у фази зрелости семена. Покошена биомаса се може искористити као чврсто гориво у котловским постројењима. Овај начин коришћења биомасе препоручује се, ако она не користи као сточна храна, како истичу *Blunk et al.*, (2005). Увођењем у редовну биљну производњу сорте *Szarvasi-1* интродуковане из Мађарске, у Шведској је 2008. године започело гајење високе пиревине као енергетског усева. Произведена сува биомаса користи се за израду пелета (*Lyhagen*, 2009).

Заштита земљишта и фиторемедијација деградираних површина. Досадашња истраживања су показала да је висока пиревина одличан покровни усев подесан за заснивање на сувим јако заслањеним земљиштима сиромашним у биљни асимилативима, затим на нагнутим теренима подложним водној и еолској ерозији (*Duke*, 1983; *Milchunas et al.*, 2005). Према резултатима које наводе *Taboada et al.*, (1998) у слоју кореновог система за пет година гајења остаје око седам тона биомасе корења по хектару, што значајно утиче на природну плодност земљишта. Најбољи начин коришћења произведене биомасе на овим површинама је испашом домаћих животиња, које одржавају травњак незакоровљеним и подстичу регенерацију надземне биомасе. Ефикасност покровних усева зависи од много чинилаца, и то од агроколошких услова, па до примењене технологије производње при заснивању и одржавању ових биљних заједница. У формирању снажног вегетативног покривача на земљиштима у рекултивацији или на површинама изложеним ерозији

веома је значајно да се новоформирану вишегодишњу усева адекватно заштити од корова. *Milchunas et al.*, (2011) истичу да заштита од корова употребом хербицида није подесна, посебно у травно-легуминозној смеши, али ни косидба биомасе. Као најефикаснију меру заштите од корова у циљу формирања чврсте травне ледине, ови аутори предлажу избор врста за гајење са израженим алелопатским интеракцијама и планирану испашу ових травних површина, посебно у прве три године животног циклуса. На јако алкалном земљишту биљке високе пиревине својим кореновима спречавају капиларно подизање соли и тако утичу на смањење његовог салинитета у ризосферном слоју. Земљишта која су делимично ослобођена вишка јона соли, боље упијају воду и тако се спречава забаривање и измрзавање травно-легуминозних смеша на овим ливадама и пашњацима (*Barrett-Lennard et al.*, 2003). У новије време у многим пољопривредним областима, како у свету, тако и у нашој земљи, повећана заслаћеност земљишта представља велики проблем у заштити животне средине. У систему фиторемедијације земљишта гајење високе пиревине, у циљу ослобађања вишка соли у орничном слоју, може се применити као допуна основним методама десалинације.

Лековита биљка. Лековита својства имају ризоми, као и свежа надземна биомаса (млади листови). Народи Европе и Средњег Истока од давнина у народној медицини као лековита средства користе сокове, добијене цеђењем ризома и листова пиревине (и других врста породице трава), као и чајеве (*Shermer*, 2008; *Husain et al.*, 2017). Исцеђен сок из ризома богат је витаминима А, Е, С, К и В₆, затим солима калцијума, магнезијума, селена и гвожђа, као и антиоксидансима (*Das et al.*, 2012). Сок има сладуњав укус и свеж служи као помоћно лековито средство за лечење многих обољења, на пример: малокрвности, затим болести које настају услед мале обезбеђености организма витамина и минералним солима. Користи се против појаве рахитиса, малокрвности, екцема, гнојних упала, реуматизма, болести жучи, јетре, црева и појаве жутице. На сличан начин служе и чајеви од сувих ризома. Широки спектар здравствене вредности данас се приписује соковима исцеђеним из свеже надземне

биомасе, јер садрже значајне количине хлорофила, флавоноида и витамина (С и Е). Данас су у употреби препарати у облику праха, таблета, свежег сока, као и смрзнутог сока, користе се подједнако у фармацеутској и козметичкој индустрији као важан додатак у бројим препаратима за лечење и негу. Како наводе *Bar-Sela et al.*, (2008) препарати на основи сокова из листова и клица служе у превенцији против канцерогених обољења, затим реуматског артритиса, дијабетеса, против гојазности, као и за ублажавање нежељених ефеката хемотерапије, оксидативног стреса и др. Ова истраживања су у току у многим земљама, али је употреба ових препарата све већа.

Декоративна биљка. Вишегодишњим радом на оплемењивању ове врсте добијен је низ различитих форми, које су послужиле као основни материјал за стварање сорти високе пиревине. У посебну групу издвојене су форме које имају нижа стабла обрасла листовима у различитим нијансама боје. Ове декоративне сорте могу да се гаје како у саксијама, на терасама, тако и на већим парковским површинама, покривајући цео простор, или у виду украсних жбунова поред стаза и око високих цветних рундела.

Опасност од ширења на остале пољопривредне површине. Како наводе поједини научници висока пиревина може бити и опасан коров, ако семе са зрелих биљака доспе на околно обрадиво земљиште. Стога су редовна косидба и правилно избалансирана испаша којом се биљке задржавају на висини пораста од око 10 cm најбољи начини спречавања ширења ове врсте ван простора на коме се она гаји. Ради спречавања ширења семена требало би површине под високом пиревином оградити (*Weiss and Iaconis*, 2001).

2.2. ПРЕРИЈСКО ПРОСО

(енгл. *Switchgrass, Tall panic grass*; рус. *Просо прутъевидное, Просо вѣничное*; нем. *Die Rutenhirse*; франц. *Le panic érigé, Le millet vivace*; шпан. *Pasto varilla*)

Порекло и распрострањеност. Пре интензивнијег насељавања Северне Америке ова вишегодишња жбунаста трава расла је самоникло на простору од Мексика до Канаде. Са почетком обраде земљишта она је потискивана на запад континента у аридне пределе, на којима је заузимала преријске површине, односно земљишта најмање плодности најнеповољнијих физичких особина. Данас се преријско просо јавља на овим површинама, као и поред путева, на географском простору до 55° северне географске ширине. Током дуге историје формирала су се два основна екотипа (цитотипа) преријског проса. Први је долињски екотип који успева на плоднијим земљиштима, у топлијим јужним пределима са вегетационом сезоном до осам месеци. Овај екотип одликује се стаблима висине преко 2,5 метра, дугим и сочним листовима са широким лискама и одличном регенерацијом после косидбе или испаше. Други је горски екотип који расте у северним пределима и на већим надморским висинама, односно у условима где је вегетациона сезона око три месеца. Биљке имају нижа, грубља стабла са мањим учешћем листова и добро су адаптиране на дуге и хладне зиме, које проводе у стању мировања. Преријско просо према синтези органске супстанце припада групи С₄ биљака. Захваљујући адаптираности на различите агроеколошке услове преријско просо је постало предмет интересовања научника, који су избором најбољих клонова, створили сорте подесне за разноврсне начине коришћења. У Европу је преријско просо пренесено почетком двадесетог века, и то у Немачку, где је у расадницима популаризовано као декоративна биљка, а касније и као енергетски усев. Као биљка подесна за добијање биогорива пренесено је и у Кину (*Schmer et al.*, 2008). У ове две земље сува биомаса се најчешће користи за сагоревање у котловским постројењима малих термоелектрана. Преријско просо се гаји на мањим површинама и у

централној Русији, претежно као крмна биљка (Каљакин, 2016). И поред високе толерантности на мразеве фармери у овим пределима у години сетве, усева током јесени покривају малчем, који се у пролеће следеће године уклања са усева (Гарнизоненко, 2005). Основни разлог зашто до сада није било значајнијег ширења ове врсте по свету је у чињеници да су потенцијал родности, као и начини коришћења слични као и у већине вишегодишњих трава (Гламочлија et al., 2010; Lovett, 2019). На крају, треба истаћи да понекад супротно увреженом мишљењу ово није нова и мало позната биљна врста. Развијајући се вековима широм америчког континента преријско просо је својим метаболичким С₄ путем показало ефикасан начин да, од расположиве воде и минералних соли из земљишта, синтетише велику количину корисне и употребљиве органске супстанце.

Привредни значај. Према наводима бројних истраживача употреба ове биљке је свестрана у савременој технологији прераде. Цењена је као извор хране за домаће животиње и племениту дивљач, затим као сировина у добијању биогорива, као покровни усев на теренима изложеним ерозији, у поступку фиторемедијације, и најзад и као декоративна биљка. Мишљења неких научника су да преријско просо не треба уводити у редовну производњу, јер постоји опасност од ширења ове врсте као корова на пољопривредне површине.

Исхрана домаћих животиња. У исхрани домаћих животиња користи се на два основна начина: и то испашом или косидбом и сушењем (сено). Како наводе Lee et al., (2001) и Stegelemier et al., (2007) одлична је храна за говеда, али је токсичан за коње, овце и козе. Сапонини које садржи биомаса овим домаћим животињама могу да оштете јетру. Уколико се травне површине користе као пашњаци требало би систем испаше организовати тако да животиње добијају најквалитетнију свежу биомасу и да травњаци трају што дужи низ година. Напасање говеда почиње кад биљке достигну висину око 50 cm, а прекида се кад се она спусти на око 25 cm. Период регенерације треба да траје до 45 дана (Ball et al., 2006). Уколико се травњак не искористи испашом и биљке прерасту најбоље је биомасу покосити и осушити, како би се разградиле горке супстанце које се појављују са процесом сазревања биљака. Оптимално време за први откос је

средином јуна (фаза максималног пораста стабла). Пре појаве метлица, односно уласка биљака у генеративне фенолошке фазе, надземна биомаса је највеће хранљиве вредности. Међутим, садржај хранљивих супстанци зависи и од других чинилаца. *Sanderson, (2008)* на основу резултата трогодишњих истраживања закључује да укупне количине протеина, садржај укупних целулоза и проценат сварљивих целулоза у сувој маси биљака значајно варирају у зависности од метеоролошких услова и сорте (табела 2).

Табела 2. Утицај временских услова на хранљиву вредност биомасе преријског проса (%)

Хранива Сорта/Година	Укупни протеини			Укупне целулозе			Сварљиве целулозе		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
<i>Cave-in-Rock</i>	12,0	11,2	14,4	59,8	66,4	67,2	65,4	59,7	62,8
<i>Shawnee</i>	13,1	11,4	14,1	59,4	65,7	68,1	64,9	60,6	62,2
<i>Trailblazer</i>	12,6	9,8	13,8	61,5	68,7	69,6	66,2	56,4	60,1
Просечно	12,6	10,8	14,1	60,2	66,9	68,3	65,5	58,9	61,7
Укупан просек	12,5			65,1			62,0		

Други откос се изводи средином августа како би се оставило довољно времена за регенерацију надземне биомасе и накупљање шећера у подземним органима, неопходних за исхрану биљака током зимског периода (*Wolf and Fiske, 2008*). Сорте долињског преријског проса имају мекша стабла и већи удео листова у биомаси и подесније су за коришћење као сточна храна. Горско преријско просо се најчешће користи као пашњачка трава, док су биљке у почетним фазама пораста стабла. Данас су у производњи заступљени и хибриди ова два екотипа који се одликују побољшаним особинама исходних форми тако да имају шири спектар коришћења.

Исхрана племените дивљачи. Оба екотипа преријског проса су добре траве за подсејавање терена који су одређени као станишта за племениту дивљач. Посебно треба истаћи да густе усеви пружају добру заштиту птицама као што су фазани, препелице, јаребице, дивље ћурке и многе птице певачице. Истовремено, зрно преријског проса служи као храна за пернату дивљач. За високу дивљач најбоље

је при заснивању вишегодишњих травњака, са семеном преријског проса помешати неку од вишегодишњих лептирњача, како би животиње имале бољу испашу богатију протеинима (*Hipple and Duffy, 2002*). У појединим земљама ловна привреда постаје интересантан извор прихода тако да поједини фармери на својим великим пољопривредним поседима одвајају површине за гајење племените дивљачи. После припреме површина и формирања резервата приступају сетви (садњи) биљних врста, које ће животињама пружати заштитни простор и исхрану током већег дела године. На ловиштима у ариднијим пределима и на сиромашнијим земљиштима, односно на површинама које су мање повољне за интензивну биљну производњу, оба екотипа преријског проса су веома подесни усеви захваљујући дугогодишњем животном циклусу и једноставном одржавању.

Производња биогорива. Потрошња у протеклим деценијама је у сталном порасту као и број становника на планети. Као изворе енергије користимо соларну енергију, која се манифестује на следеће начине: хидроенергија, еолска и топлотна енергија, затим енергија биосфере. Четврти облик енергије назива се биоенергија. Створена је у процесима фотосинтезе у биљкама, а ослобађа се сагоревањем биолошког материјала. Биоенергија је данас веома значајан извор енергије, који према пореклу може да буде необновљив (чврста, течна и гасовита фосилна горива) и обновљив (биомаса ратарских и шумских врста, њихови остаци, као и сав пољопривредни и комунални отпад (*Јанковић и сар. 2015*)). Највећи удео енергетских потреба сваке земље подмирује се необновљивим енергетским изворима, али они на планети нису уједначено распоређени а количине су ограничене. Стога велики број земаља, посебно највећих потрошача, често су и највећи зависници од увоза енергената. Поред тога, сагоревањем фосилних горива у атмосферу се испуштају све веће количине штетних гасова (првенствено угљен-диоксида) који вишеструко негативно утичу на екосистем, на пример подижући температуру ваздуха (ефекат стакленика). Ове чињенице, као и потребе земаља увозница да обезбеде изворе сопствене биоенергије, покренуле су процесе производње алтернативних горива из

такозваних обновљивих извора. Како истичу *Tomović*, (2002) и (*Јанковић и сар.* 2015) у производњи биогорива могу се издвојити четири генерације извора. Први су представљали прерада угљених хидрата и биљних уља из ратарских усева и животињских масноћа. Други генерација биогорива су она произведена из такозваних одрживих биљних сировина и другог органског (биљног и анималног) отпада. Трећој генерацији припадају биљке, које немају значајну улогу у исхрани људи и домаћих животиња или се уопште не користе. Ове биљне врсте (зељасте и дрвенасте) називају се енергетски усеви. У најновије време све већи значај добија и четврта генерација извора биоенергије, а то су алге, које би, према проценама стручњака могле заменити сва фосилна горива. Ова истраживања су у неким земљама веома опсежна и истичу се значајне предности алги као извора биоенергије. На пример оне се гаје у сланој и слаткој води, тако да не заузимају пољопривредне површине (*Schenk et al.*, 2008). У процесу гајења алги незнатан је утицај на биосферу, а током животног циклуса оне усвоје велике количине угљен-диоксида из атмосфере. Произведена биомаса се користи за добијање течних биогорива (*Gao et al.*, 2012). Поред тога, алге могу бити значајан извор антиоксиданаса, пигмената и природних боја, који се лако могу добити познатим технолошким поступцима (*Tokuşoglu and Unal*, 2003).

Из групе енергетских усева посебно треба истаћи преријско просо, као значајан извор свих облика енергије, од биогаса, до чврстих биогорива и биљног угља. Већина радова изведених на оплемењивању ове биљне врсте заснована је на добијању генотипова који имају највећи потенцијал родности и висок квалитет сировине за производњу биогорива. У повољнијим агроколошким условима гаје се сорте долинског преријског проса због високог годишњег приноса биомасе, добре регенерације после косидбе и високог садржаја целулозе (*Vogel*, 2004; *Schmer et al.*, 2008. и други аутори). Ове сорте врло повољно реагују на интензивнију агротехнику тако да у истим условима имају већи принос него кукуруз и већи садржај целулозе у сувој биомаси. Технологија производње је једноставна, без већих улагања у поједине агротехничке мере, тако да произведена сировина

не поскупљује процес добијања биогорива. Проучавајући продуктивне особине савремених сорти, као сировине за добијање биогорива *Schmer et al.*, (2008) наглашавају да се преријским просом добије за 540% више енергије него што је уложено у цео производни циклус. У мање повољним условима већином се гаје хибриди долиноског и горског преријског проса који су приноснији од других енергетских усева. Овај усев је подесан за добијање свих врста биогорива. За производњу биогаза и биоетанола (и других алкохола) користи се свежа биомаса биљака покошена у почетној фази метличења, кад има највећи проценат растворљивих шећера. Технологија добијања ових горива је стандардна. Биогаз се издваја сложеним хемијским процесом анаеробне разградње органских једињења, док се биоетанол производи хемијским и биотехнолошким поступцима (дестилација). Чврста биогорива се добијају из суве надземне биљне масе покошене пред зиму, кад у стаблима има најмање воде. Најједноставнији начин коришћења ове биљне масе је да се претходно балирана, сагорева у великим котловским постројењима, на пример у термоелектранама. За загревање мањих простора, стамбених и пословних зграда, затим сточарских објеката и слично користе се брикети и пелети произведени од суве биомасе. Брикетирање и пелетирање преријског проса за овај начин коришћења прихваћено је у Кини и Немачкој, како наводе *Huang et al.*, (2003). Сува биомаса је добра сировина и за производњу биљног и активног угља, који представља материјал чврсте порозне супстанце црне боје добијене процесом пиролизе. Да би се добио квалитетан биљни угаљ биомаса преријског проса се подвргава термохемијској декомпозицији органског материјала у одсуству кисеоника (халогена, оксидационих или редукционих средстава). Пиролизом се сложена хемијска једињења распадају на простија са повишеним садржајем угљеника. Крајњи циљ пиролизе је карбонизација, чији је производ активни угаљ (*Deem and Crow*, 2017). Вишеструка је примена активног угља у фармацеутској, хемијској, гумарској, прехранбеној индустрији, као и у пољопривреди. (**Biochar for environmental management*). Уколико се унесе у плитки слој земљишта биљни угаљ усваја и задржава воду спречавајући брзо

отицање у дубље слојеве, побољшава физичке особине и топлотни режим, затим обезбеђује биљкама потребна хранива, везује угљендиоксид и смањује његову концентрацију у атмосфери што има велики позитиван утицај на животну средину (*Deem and Crow, 2017; Јанковић и сар. 2017*).

Индустрија целулозе и папира. Како сува стабла садрже велики проценат чисте целулозе, она су подесна и као алтернативни извор биљних влакана. Издвојена целулоза најчешће се користи за израду папира, али и у текстилној индустрији, као замена за влакна памука, лана или кенафе. На основу резултата истраживања која су извели *Reddy and Yang, 2007*), преријско просо може послужити као допунски извор биљних влакана за текстилну индустрију, јер се лако гаји и у пределима у којима не успевају друге текстилне и условно текстилне биљке. Влакна у целој надземној биомаси су задовољавајуће чврстине према јединици масе, истегљивости и тако даље. У листовима су квалитетнија влакна него у стаблима.

Заштита и фиторемедијација деградираних површина. Чињеница да се преријско просо може гајити и у маргиналним агроеколошким условима, пружа нам могућности за заснивање вишегодишњих травних површина на неискоришћеним и деградираним површинама. После низа година гајења преријског проса као покровног усева у одрживој и свим видовима конзервацијске пољопривредне производње биљке ће током животног циклуса усвојити из атмосфере велике количине угљендиоксида и других штетних гасова. На тај начин оне смањују ризик од прегревања атмосфере услед ефекта стакленика. Стога се препоручује и заснивање травних површина поред путева, индустријских и сточарских објеката, односно подручја која су велики загађивачи атмосфере (*Hipple and Duffy, 2002; Јанковић и сар. 2017*). У пределима на земљиштима изложеним јакој ерозији ветром и водом вишегодишњи засади пружају врло добру заштиту од деградације таквих површина. Годишњи пораст траве зависи од временских услова, али се произведена биомаса може искористити планском испашом.

Декоративна биљка. На површинама које су предвиђене за декоративне сврхе, бројне сорте преријског проса својом пејсажном и биолошком разноликошћу служе за њихово уређење. Преријско просо се може користити за покривање целих површина између декоративног жбуња, затим у малим бусеновима са вишегодишњим или сезонским цвећем, као заштитне зелене оградице поред стаза и путева. На оплемењивању и стварању нових декоративних сорти започело се у Немачкој, затим се проширило у многе европске земље. Данас се на популаризацији преријског проса у декоративне сврхе највише ради у САД (*Meyer, 2012; Palik et al., 2016*). Данас у свету има велики број сорти преријског проса којима се украшавају мале површине окућница, како на сувим песковитим теренима, тако и на забареним и поред вештачких језераца.

2.3. ШПАНСКА ТРСКА

(енгл. *Spanish cane, Arundo, Giant reed*; рус. *Тростник гигантский*; нем. *Das Pfahlrohr, Spanisches Rohr*; франц. *Canne de Provence, Le grand roseau*; шпан. *La caña común, caña de Castilla*)

Порекло и распрострањеност. О тачном пореклу ове врсте научници су изнели неколико мишљења, а као могући центри порекла наводе се субтропске области Средоземља, затим Индија и Источна Азија (*Hardion et al., 2014*). На овом широком географском простору биљке самоникло расту на запуштеним, приобалним и забареним земљиштима киселе до алкалне реакције. Подједнако добро успева на сувим песковитим, као и на влажним земљиштима тежег механичког састава. Шпанска трска у таквим агроколошким условима формира густе састојине (*Csurhes, 2009*). Током дуге историје биљке су преношене у остале пределе. У Египту је коришћена у различите сврхе још пре 7.000 година, а данас је заступљена у целом Средоземном базену и изван њега (јужна Европа), затим на југу Арабијског полуострва, на Пацифичким и Карипским острвима, у тропским и субтропским пределима Америке и Африке, у Аустралији

и на Новом Зеланду (*Herrera and Dudley, 2003*). Шпанска трска може успевати и у нашим агроеколошким условима, а прве површине су у приобаљу реке Тисе (*Јанковић и сар. 2017*). По свету је раширена претежно као украсна биљка, али се у већини предела проширила и на простор изван гајења, тако да је поједини ботаничари дефинишу као инванзивни коров (*Ryan, 2001*). Посебан интерес научника привукла је чињеница да шпанска трска уз минимална агротехничка улагања током годишњег циклуса образује највећи принос надземне биомасе. Она је богата угљеним хидратима, који се на више начина могу искористити, па и за добијање биогорива. Због ових особина, као и чињенице да има занемарљиву хранљиву вредност, данас се претежно користи за добијање биогорива и убраја се у најважније енергетске усева треће генерације.

Привредни значај. Током дуге историје европски, афрички и азијски народи користили су шпанску трску у различите сврхе. На све већи интерес произвођача и прерађивача утицала је и чињеница да је надземна биомаса одличан извор за добијање биогорива. Шпанска трска припада групи биљака C_3 пута фотосинтезе. Како су истакли *Rossa et al., (1998)* то је врста необично високог фотосинтетског капацитета. Данас је она сировина у бројним индустријским гранама, интересантна је за прераду у малој привреди и кућној радиности. Шпанска трска је један од најбољих усева за заштиту земљишта против свих видова ерозије, за фиторемедијацију, усвајање штетних гасова из атмосфере, а цењена је и као украсна биљка.

Исхрана домаћих животиња. Надземна биомаса шпанске трске је мале хранљиве вредности. Садржај корисних хранљивих супстанци зависи од старости биљака. Одређујући хемијски састав стабала и листова шпанске трске *Wynd et al.,* су још 1948. године закључили да она има малу хранљиву вредност. Према подацима већег броја аутора хранљива вредност надземне биомасе, као сточне хране није значајна, изузев већег садржаја фосфорних соли (табела 3).

Поред мале хранљиве вредности, свежа биомаса нема повољан укус, а укус се и погоршава током сазревања биљака. Уколико се користи као сточна храна најрационалније је стабла покосити док су висине до 100 cm, а потом биомасу силирати како би се изгубио

непријатан укус (*Shehata et al.*, 2006). Ради великог учешћа влакана, а малог садржаја сварљивих протеина требало би током справљања силаже додати свежу биомасу неке лептирњаче или меласу. Овим поступком повећала би се хранљива и сварљива вредност произведене волуминозне сточне хране. Други начин коришћења у исхрани је испашом. Младе биљке у узрасту до 50 cm могу се користити за напасање домаћих животиња преживара, најчешће оваца и коза, али ређе говеда (*Ahmed et al.*, 2011). Значајан проблем у коришћењу шпанске трске у исхрани домаћих животиња представљају алкалоиди, који се синтетишу у вршним деловима биљака и транспортују у ризоме. До сада је утврђено присуство супстанце *ДМТ* (Н,Н-Диметилтриптамин) која представља психоделично једињење. Највећа концентрација током лета је у цвастима, али се ова супстанца пред зиму премешта у ризоме.

Табела 3. Хранљива вредност шпанске трске (%)

Хранљиве супстанце	Младе биљке, влатање		Зреле биљке	
	Стабла	Листови	Стабла	Листови
Укупни протеини	8,13	12,25	5,94	8,88
Сварљиви протеини	1,50	1,96	0,63	1,10
Уља	2,2	1,9	3,0	2,2
Угљени хидрати	20,0	20,7	23,2	21,7
Алфа-целулозе	54	52	54	53
Хемицелулозе	32	28	36	35
Лигнин	5,8	3,5	8,2	7,1
Минелане соли	3,80	4,55	3,30	3,82
Калијум	3,09	3,19	2,04	2,42
Калцијум	0,30	0,43	0,52	0,67
Магнезијум	0,12	0,19	0,25	0,32
Фосфор	0,11	0,16	0,08	0,11

Извор података: *Wynd et al.*, (1948); *Pascoal et al.*, (1997);
Ahmed et al., (2011).

Анализирајући хемијски састав и могућност коришћења шпанске трске као сточне хране у Италији *Corno et al.*, (2011) наглашавају да је хранљива вредност ове биљке занемарљива и предлажу друге начине коришћења произведене биомасе, у првом реду, за производњу биогорива и у индустрији целулозних производа

Станиште за племениту дивљач. Према досадашњим сазнањима шпанска трска не обезбеђује вредну храну за племениту дивљач, нити је сигурно станиште за аутохтону племениту дивљач (*Bell, 1993; Bell, 1997; Kan, 1998*). Стабла су јако висока, усправна, без хоризонталних бочних гранчица, тако да не стварају добру хладовину, а ни могућност да птице на њима направе гнезда. У метлицама нема семена, које би послужило као храна птицама. Због присуства једињења непријатног укуса у засаду шпанске трске нема инсеката који би послужили као храна за гмизавце, водоземце и птице (*Dudley, 1998*). Запажено је да на обалама река не пружа засену, што лети повећава топлоту воде и утиче на смањење броја и врста риба (*Bell, 1993*). Једине животиње које се задржавају у засадима шпанске трске су дивље свиње.

Производња биогорива. Захваљујући врло високим годишњим приносима надземне биомасе богате целулозом и без значајнијег удела непожељних једињења шпанска трска је данас један од најважнијих енергетских усева. Годишњи прираст биомасе може се користити за загревање у домаћинству, као и за индустријске енергетске потребе, јер се на више начина може конвертовати у топлоту и електричну енергију. Шпанска трска остварује принос суве масе 50-80 тона по хектару. Овим чињеницама требало би додати могућност гајења на широком географском простору, у различитим агроеколошким условима и уз минимална улагања у технологију производње (*Јанковић и сар. 2017*). Са еколошке тачке биомаса ове врсте, употребљена као чврсто, течно или гасовито биогориво има и велики позитиван утицај на животну средину, јер биљни лигноцелулозни материјал сагоревањем испушта ону количину угљен-диоксида, коју су биљке током годишњег животног циклуса усвојиле из атмосфере. Количине осталих штетних гасова, такође су

значајно мање него при сагоревању фосилних горива (*Lewandowski et al.*, 2003; *Mc Allister*, 2011). У протеклим деценијама шпанска трска, заједно са још неким вишегодишњим ризоматским травама постаје предмет интензивних проучавања, како од стране биолога и агронома, тако и стручњака енергетског сектора. *Sanderson*, (2006) закључује да је ова биљка један од најперспективнијих усева за производњу биогорива на широком средоземном простору и залеђу, где је већ показала своје производне вредности као аутохтона врста. Већина досадашњих истраживања указала је на благотворан утицај шпанске трске на животну средину и заштиту од ерозије. Велики и стабилни приноси, висока толерантност на сушу, могућност гајења на контаминираним земљиштима, као и на површинама плавленим отпадним водама уз минимална улагања у обраду земљишта, допунску исхрану биљака и заштиту усева, потврда су да је шпанска трска најбољи алтернативни извор енергије. Сагоревањем једног килограма суве биомасе добије се 1.800-3.400 kJ топлотне енергије, а ослободи 4-6% пепела, што је на нивоу количине која се добије после горења дрвета (*Heaton et al.*, 2004; *Corno et al.*, 2014). Овај начин коришћења познат је у медитеранским земљама. На северу Италије гајена је почетком двадесетог века на преко 6.500 хектара и коришћена у индустрији папира и текстила, а остаци као чврсто биогориво (*Perdue*, 1958).

Најједноставнији начин коришћења биомасе, као енергента, јесте сагоревање претходно балираних сувих стабала у великим котловским постројењима термоелектрана. За овај начин коришћења сува биомаса се коси силокомбајнима и пресује у округле бале масе 600-800 kg које се складиште поред места потрошње.

Уколико се дрвна маса користи за сагоревање у мањим постројењима (котлови за етажно грејање стамбених и пословних простора), она се претходно уситни и потом се од ње праве брикети, за веће котлове или пелети. Топлотна моћ ових енергената слична је истим производима од дрвета. Пелети имају велику упијајућу моћ и могу се употребити као простирка у стајама и кутијама за кућне љубимце.

Биоетанол је данас једно од најтраженијих горива из категорије обновљивих извора енергије. За добијање овог горива користи се свежа биомаса богата лако разградљивим шећерима. У просечним временским условима шпанска трска годишње у два откоса даје и до 3.500 тона свежје биомасе, а из једне тоне добије се 330 литара целулозног етанола. Поређењем ове вредности са другим високопродуктивним травама, на пример мискантусом она је приноснија за око 20%, а за 50% даје више етанола него шећерна трска (*Corno et al.*, 2014).

Биогас је најприхватљивије гориво, јер је еколошки потпуно чисто. Количином угљен-диоксида који испусти сагоревањем не утиче на биланс овог гаса у атмосфери. Данас се ово гориво користи у турбинама термоелектрана, затим у топланама, као и у путничким и теретним возилима. Поступак добијања биогаса је исти као и кад се користе сировине других целулозних биљака. Од једне тоне биомасе добије се 413 m³ биогаса, односно 275 kWh енергије. Полазећи од чињенице да се гајењем шпанске трске добију много већи приноси сировине по хектару него кукуруза, она даје 1,5 пута више овог енергента и искључује употребу овог важног прехранбеног жита у енергетске сврхе. Треба истаћи и да су трошкови производње шпанске трске око 50% мањи него кукуруза.

Грађевинарство и индустрија целулозе. У пределима где је самоникло расла локално становништво је надземну биомасу (сува или свежа стабла са листовима) користило као приручни грађевински материјал. Тако су у руралним подручјима Шпаније зидане куће од уплетених стабала између којих се додавао малтер. Куће су покриване сувим стаблима која су била отпорна на временске услове захваљујући високом садржају силицијума. Озидане куће на овај начин (техника *cañizo*) остајале су у функцији преко 60 година (*Albaladejo and Díaz*, 1990). На сличан начин се користи у Мексику, као и у арапским земљама Блиског истока и Централне Азије. Куће, грађене стаблима шпанске трске пружају у врелим субтропским пределима добру топлотну заштиту и имају јако инсектицидно дејство, што омогућава здравији боравак у тим објектима.

Савременији начин коришћења шпанске трске у грађевинарству је употреба дрвенасте масе, као адхезивног материјала за израду иверица и шперплоча, које се користе за израду бројних кућних помагала, а у новије време и намештаја. Светски позната компанија ИКЕА планира да се до 2030. године преоријентише на „зелену технологију“ и да дрво замени алтернативним грађевинским сировинама пореклом из једногодишњих гајених биљака.

Велики годишњи принос биомасе и висок садржај α -целулозе сврставају је у подесну сировину за добијање сирових влакана чији квалитет зависи од даљег технолошког поступка (*Shatalov et al.*, 2001). У Италији где се шпанска трска плантажно гаји уз примену адекватне агротехнике и одабраног сортимента, производјачи добијају сировину веома доброг квалитета која се користи за добијање целулозе, која служи за производњу папира и вискозног влакна рајона (*Di Tomaso et al.*, 1998).

Кућна радиност. Према археолошким подацима ова биљка је била у употреби у античком Египту. Познато је да су умрле особе умотаване у листове шпанске трске. Силицијум-диоксид из ове биомасе је вероватно утицао на њихово конзервисање. Поред тога, правили су различите музичке инструменте. Ова традиција раширена је на целом простору Азије, затим у античкој Грчкој и Римском царству. Дрвене флауте које су израђиване још пре 5.000 година у многим пределима Средоземља и Мале Азије данас се мануфактурно производе скоро на исти начин, а најпознатија је арапска дрвена флаута. У савременој индустрији музичких инструмената као што су бас, кларинет, обоа, саксофон, фагот, гајде, флаута и други инструменти са дрвеним деловима, данас се за израду користе стабла шпанске трске. Најбоља сировина се добија од биљака са подручја Атике (*Ghosal et al.*, 1969). Римљани су од стабала израђивали пера за писање. Поред тога, коришћена је за израду штапова за пецање, затим као ослонац за једногодишње и вишегодишње биљке пењачице (махунарке, декоративне биљке, винова лоза и слично). Према условима земљишта је веома толерантна, успева и у условима повећане концентрације арсена, кадмијума и олова (*Ahmad et al.*,

2008). Усвајајући ове елементе и одлажући их у подземне органе ризома, шпанска трска испољава значајан потенцијал за фиторемедијацију и препоручује се за гајење у условима повећане контаминације земљишта и подземних вода како истичу *Guo and Miao*, (2010). Овај начин ремедијације препоручује се на забареним површинама, у каналима са отпадним водама, као и у хидропонској производњи уколико је вода контаминирана тешким металима.

Засади (усеви) засновани на нагнутим странама водотокова формирају снажну састојину са моћним кореновима и ризомима, који дају чврсту ледину, спречавајући испирање честица земље у периоду плављења обала. У пределима са израженим периодичним ваздушним струјањима током лета и јесени густином засада шпанска трска ублажава ударе ветрова и спречава одношење финих честица земље (*Hoshovsky*, 2004). После проучавања вертикалних налета ветра на природном станишту биљка у јужној Француској *Olga Speck*, (2003) је закључила да шпанска трска може поднети јаке ударе ветрова без већих механичких оштећења.

Декоративна биљка. У тропским пределима ова врста је често гајена као орнаментални усев подесан за високе температуре ваздуха. У већину земаља је увезена да би се гајила на површинама које су коришћене у декоративне сврхе, као што су окућнице, ограде, паркови, зелени појасеви око привредних објеката и слично. Неконтролисаним ширењем она формира велике састојине које понекад могу покривати и стотине хектара, као на пример у централним пределима Америке, неким медитеранским земљама Европе (Грчка, Италија, Француска и Шпанија). Зреле, суве биљке су лако запаљиве, али се брзо регенеришу после пожара, тако да потпуно потискују аутохтоне врсте из заједнице.

Лековите особине. Од давнина су народи Азије и Европе у алтернативној медицини користили ризома шпанске трске у лековите сврхе. Хемијска истраживања показала су да у ризомима има супстанци које на организам човека имају дијафоретски и диуретички ефекат (активно уклањају штетне метаболите). Препарати са овим супстанцама користе се за подржавање нормалне функције јетре. У ризомима се налазе и друге супстанце, на пример емолијенси за

побољшање здравља коже, затим галактофуги (побољшавају дојење), судорификанти (поспешују знојење), антилатанти (помажу у лечењу водене болести). Данас се ове супстанце издвајају из ризома и користе у фармацеутској индустрији (*Ghosal et al.*, 1971; *Heuzé et al.*, 2014; *Al-Snafi et al.*, 2015).

Исхрана људи. Мало је података о хранљивој вредности шпанске трске, иако се она локално користи у исхрани људи. Ризоми се могу јести сирови, али је чешћи начин спремања кувањем. Сушени ризоми се мељу, а добијено брашно се меша са брашном жита и служи за печење хлеба и других пекарских производа. Користе се и млади листови и изданци, најчешће се спремају кувањем. Надземна биомаса је горког укуса.

Коровска врста. Данас у свету постоје опречна мишљења кад је у питању увођење шпанске трске у редовну пољопривредну производњу због опасности њеног неконтролисаног ширења изван површина на којима би се гајила. Ове чињенице поткрепљене су наводима појединих истраживача који су проучавали засаде, формиране у приобаљу Северне Америке и неких медитеранских земаља (*McAllister, 2011*). На овим површинама су евидентирали да се биљке својим енергичним порастом вегетативно шире на околни простор потискујући аутохтоне биљне врсте, па и аутохтону дивљач са ових простора. Земље у којима постоји интерес прерађивача за овом сировином, требало би шпанску трску да гаје изван пољопривредних површина, тако да би се избором подесне агротехнике засади могли задржати на планираном простору. Данашње сорте (популације) које се гаје, претежно су стерилне и не постоји опасност од ширења биљака семеном, док се ширење ризомима може спречавати повременом обрадом земљишта око засада, затим употребом хербицида, као и редовном косидбом (*Virtue et al.*, 2010; *Јанковић и сар.* 2017).

2.4. МИСКАНТУС

(енгл. *Giant miscanthus*; рус. *Мискантус, веерник*; нем. *Reisen-Chinaschilf*; франц. *Miscanthus*; шпан. *Miscanthus*)

Порекло и распрострањеност. Према подацима које наводе *Clayton and Renvoize*, (1986); *Hodkinson and Renvoize*, (2001); *Stewart et al.*, (2009); *Hodkinson et al.*, (2016) и други аутори, велики број вишегодишњих врста рода *Miscanthus* самоникло расте на значајном географском простору и у различитим агроеколошким условима. Захваљујући чињеници да већина врста може успевати, како у тропским (југоисточна Азија, Индија, Африка, пацифичка острва), тако и у субарктичким континенталним пределима (Курилска острва) ове врсте имају широк ареал распрострањености. У земљама порекла мискантус је вековима коришћен као помоћни грађевински материјал (за плетене ограде, покривање кровова, као преградни зидови), затим за израду различитих корпи, као и за добијање жуте боје (*Iketani and Ida*, 2008). Научник *Koyama*, (1987) наводи податак да млади изданци могу послужити за напасање домаћих животиња, већином коња. У Кини и Јапану сува стабла су понекад служила и као огрев.

У земљама које су највећи потрошачи фосилних горива, али и увозници у протеклим деценијама јавља се све веће интересовање да на сопственим површинама обезбеде сировине за добијање алтернативних извора енергије. Радове на усавршавању целокупне технологије производње сировине и прераде у биогорива убрзале су и глобалне климатске промене које су утицале на пораст температуре, услед повећаног ефекта стакленика, посебно у вегетационој сезони, као и неповољан распоред падавина. Већ дужи низ година ове промене остављају штетне последице на светску пољопривредну производњу које се манифестују опадањем количина произведене хране (*Hill et al.*, 2006; *Lewandowski and Schmidt*, 2006; *Tyner*, 2008; *Dželetović i Glamočlija*, 2011; *Djuric and Glamočlija*, 2017; *Ђурић et al.*, 2022). Неке у првом реду високоразвијене земље у решавању питања

изналажења алтернативних метода обезбеђења потребних количина енергената почеле су развијати технологију прераде најважнијих прехранбених биљака у биогорива. Међутим, у условима све већих потреба за храном услед интензивног пораста светске популације, овај начин производње алтернативних горива, могао би узроковати у великој мери недостатак хране и немире широм света. Стога се пажња научника усмерила ка коришћењу других извора енергије. У почетку су то били секундарни биљни и анимални производи, али количине ових сировина и њихова енергетска вредност нису могле увек давале задовољавајуће резултате. Следећи корак био је опредељење за самоникле биљке, претежно вишегодишње врсте, које годишње стварају велики принос лигноцелулозне биомасе, из које се угљени хидрати лако конвертују у гасовита и течна биогорива. Коришћењем различитих метода одабира, селекције и избором адекватне технологије гајења новостворене популације (сорте и различити интерспецијес хибриди) имали су значајно већи пораст биомасе и квалитет који је омогућио рентабилну производњу различитих облика енергената.

У овој групи биљака мискантус заузима врло значајно место, посебно кад је дански научник *Aksel Olsen* у Јапану обавио детаљна проучавања двеју врло сродних врста *Miscanthus sacchariflorus* и *Miscanthus sinensis*, које на субарктичким природним стаништима најчешће расту у заједницама. Обе ове врсте имају низ повољних биолошких особина, интензиван годишњи пораст и принос биомасе. Ове врсте припадају биљкама С₄ пута фотосинтезе. Биљне врсте из ове групе су еволуционо напредније од биљака С₃ пута, иако, у целини, за синтезу глукозе троше више енергије. Међутим, С₄ биљке у процесу фотореспирације значајно мање губе синтетисаних шећера, јер су боље адаптиране на вреле услове током летњих месеци.

Укрштањем наведених двеју врста *Olsen* је добио интерспецијес хибрид који данас има научни назив *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu (*Nielsen*, 1990). Поступци укрштања врста из овог рода настављени су и у каснијем периоду, тако је и врста *Miscanthus floridulus* била интересантна због низа повољних особина. До данас највећи привредни значај има интерспецијес хибрид

Miscanthus x giganteus Greef et Deu како истичу *Lin et al.*, (2019) који су прикупили 303 клона ове три најраспрострањеније врсте мискантуса, са географски и еколошки различитих локалитета. Описавши њихове биолошке особине, закључили су да већина ових клонова има високи годишњи прираст надземне биомасе, али је то у поређењу са створеним интерспецијес хибридом, мање за 3-4 пута. Резултати ових истраживања показали су да овај хибрид испуњава услове који су дати смерницама Конвенције уједињених нација о биолошкој разноликости. У Европу је донесен из Јапана почетком тридесетих година двадесетог века и према проценама *Lewandowski et al.*, (2016) гаји се на око 20.000 хектара. Највеће површине су у Великој Британији (10.000 ha), затим у Француској и Немачкој по 4.000 ha и Швајцарској и Пољској по 500 ha. У наведеним земљама то је најважнији енергетски усева из групе вишегодишњих трава. У свим европским земљама још увек се гаји исти генотип, а то је првобитни интерспецијес хибрид *Miscanthus x giganteus*, јер селекционери до сада нису показали интерес за стварање нових сорти. Основни разлози малог интереса на добијању разноврснијег генетичког материјала су високи трошкови и дуг период потребан за њихово стварање, као и увођење у комерцијалну производњу (*Lewandowski et al.*, 2016). Године 2012. покренут је пројекат под називом OPTIMISC (*Optimizing Miscanthus Biomass Production*) - Оптимизација производње биомасе мискантуса, са следећим истраживачким циљевима:

- Идентификација нових генотипова мискантуса прилагођених различитим агроколошким условима, како оним најповољнијим, тако и маргиналним за пораст и развиће биљака;
- Побољшање продуктивности и стабилности приноса мискантуса;
- Смањивање трошкова производње и снабдевања биомасом добијеном на великим површинама на којима су засади формирану коришћењем нових хибрида и оптимизација режима жетве;

- Побољшање маркетиншких могућности за биомасу мискантуса проценом генетичких одредница квалитета биомасе, одређивањем нових могућности прераде развојем савременије технологије;

- Оптимизација ланаца снабдевања производима од мискантуса у погледу трошкова производње и утицаја на квалитет животне средине.

У циљу реализације ових пројектних задатака постављени су огледи у земљама централне Европе, затим у Русији, Украјини и Кини. Основни задаци били су испитивање различитих типова гермплазме на великом броју локалитета и у различитим агроеколошким условима. Потом су описани биопроизводи високе вредности, затим анализирани кључни фактори који тренутно ограничавају увођење мискантуса у систем редовне производње и прераде. На основу статистичких анализа добијених резултата урађене су препоруке креаторима привредне политике, произвођачима на пољу и прерађивачима у индустрији.

Осим овог хибрида, у свету се гаје наведене три, али и још неке врсте као декоративне биљке, не само у Азији, већ и у Европи, Америци и Африци. Како истичу *Clayton et al.*, (2016) оне могу послужити као генетички материјал за даља укрштања.

Ова вишегодишња и високопродуктивна трава у нашој земљи први пут је посађена почетком овог века (2005. године) на огледним површинама Института за примену нуклеарне енергије у пољопривреди (ИНЕП) у Земуну, као експериментални рад за израду докторских дисертација. Више од једне деценије у Србији се изводе огледи у различитим агроеколошким условима да би се проучио генетички потенцијал увезених стерилних хибрида и препоручила агротехника, прилагођена различитим типовима земљишта. Досадашњи резултати су показали да су годишњи приноси суве биомасе у границама 20-30 t ha⁻¹ (*Ђурић et al.*, 2022). Варирања у приносима више су последица земљишних него временских услова и примењене агротехнике. У целини, ови приноси обезбеђују количине сировине која омогућава економски рентабилну прераду у биогорива. После првих искустава, стечених на огледним пољима почела је и

комерцијална производња, а према неким проценама мискантус се у данашње време гаји на око 50 хектара (*Dželetović i Glamočlija, 2011*).

На огледном пољу Факултета за примењену екологију Футура мискантус је први пут посађен у априлу 2018. године. После три године почела је и производња пелета од суве биомасе и у производни процес су укључени и заинтересовани студенти ФПЕ Футура. Први резултати показују да овај усев има потенцијал за комерцијалну производњу чврстих биогорива.

Треба истаћи да су, и поред тешкоћа у оплемењивачком раду због релативно мале плодности врста мискантуса, истраживања у циљу проналажења најподеснијих извора органске биомасе за различите намене настављена. Укрштањем шећерне трске са неколико врста рода *Miscanthus* добијени су интерспецијес хибриди који се одликују високим приносима надземне биомасе подесни за гајење, како у субтропским, тако и у умерено топлим континенталним климатским подручјима (*Suraj Kan et al., 2019*). У литератури је мискан заједнички назив ове групе интерспецијес хибрида.

Привредни значај. У изналажењу најподеснијих биљака чији би се примарни и секундарни производи могли искористити за добијање алтернативних горива научници су највећу пажњу посветили врстама рода мискантус. Све врсте овог рода припадају вишегодишњим травама са великом продукцијом лигноцелулозне масе, која се може искористити за добијање биогорива на више начина. Подесним методама одабира најбољих клонова и њиховим укрштањем створени су комерцијални хибриди, који могу да расту на широком географском простору дајући висок годишњи принос биомасе. Чињеница да се целокупна надземна биомаса може употребити у преради обезбеђује сировину за већи број различитих прерадних капацитета. Данас је свакако најинтересантнији као сировина за добијање гасовитих, течних и чврстих биогорива, али је значајан и у индустрији папира, текстилној, грађевинској и хемијској индустрији, затим у домаћој радиности, као крмна биљка, као декоративна биљка за озелењавање парковских простора, у заштити од загађења из индустријских погона и објеката домаћих животиња, од ерозије, за пошумљавање резервата за племениту дивљач и најзад у

ремедијацији девастираних земљишта (*Michel et al.*, 2006; *Dželetović i sar.*, 2009; *Acikel*, 2011; *Burner et al.*, 2017; *Djurić and Glamočlija*, 2017; *Ђурић и сар.* 2018; *Ђурић и сар.* 2019).

Исхрана домаћих животиња. Врсте овог рода, су као и већина вишегодишњих трава, богате хранљивим целулозама и минералним солима, али сиромашне протеинима и неструктурним шећерима. Са становишта коришћења у исхрани домаћих животиња најподеснија је врста кинеска шаш (*Miscanthus sinensis* Andersson), јер има танка стабла и велики удео листова који су са дугим танким лискама. Уколико се површина под овом врстом користи испашом неопходно је после сваког циклуса напасања оставити дужи период да се биљке регенеришу. Исто тако и после косидбе потребан је дуг период за фомирање нових изданака из бокора, као и синтеза шећера неопходних за презимљавање ризома. *Burner, et al.*, (2017) су на основу вишегодишњих проучавања приноса, као и хранљиве и сварљиве вредности неколико врста вишегодишњих трава и њихових интерспецијес хибрида (кинески шаш, преријско просо, високи мискантус и мискант интерспецијес хибрид шећерне трске и мискантуса) истакли њихове продуктивне особине и препоруке за гајење. Врсте, које су биле предмет проучавања, испољиле су статистички значајно повећање приноса и квалитета биомасе, уз примену интензивне агротехнике (појачана исхрана биљака и наводњавање). У овим истраживањима најбоље производне особине имало је преријско просо, а најслабије мискант (хибрид шећерне трске и мискантуса). Уколико се фармери одреде за гајење врста из рода мискантус аутори рада препоручују да гаје кинеску шаш, јер има већу хранљиву вредност од интерспецијес хибрида, због већег учешћа листова у укупном приносу и брже се регенерише после испаше и косидбе. Како она има растресит бокор, боље подноси гајење, па је мање оштећење биљака после циклуса испаше. И поред тога, хранљива вредност свеже биомасе кинеске шаши је релативно мала. Садржај укупних протеина је испод 2%, док је велико учешће структурних угљених хидрата (целулозе и хемицелулозе) и може се користити углавном у исхрани преживара (табела 4).

Табела 4. Хранљива вредност свеже биомасе мискантуса (%)

Хранљива супстанца	Листови	Стабла	Цела биљка
Укупни протеини	1,6-2,8	1,1-1,5	1,8
Уља	1,25	1,14	1,2
Минералне соли	9,22	3,06	6,3
Неструктурни угљени хидрати	4,17	7,01	5,8
Целулозе	43,1	30,6	37,2
Хемицелулозе	24,7	28,0	26,5
Кисели детергентни лигнини	9,15	9,87	9,5

Резултати које су добили *Anderson et al.*, (2008) проучавајући могућност употребе високог мискантуса (*Miscanthus x giganteus*), мискана (*Saccharum sp. × Miscanthus sp.*) и шпанске трске (*Arundo donax*) показали су да је употребна вредност зависила од услова успевања (водни режим) и врсте. У овим истраживањима мискан се истакао са највећом хранљивом и сварљивом вредношћу. Шпанска трска је имала задовољавајућу хранљиву вредност, али ова, претежно мочварна биљка није подесна за гајење на пољопривредним површинама. Најмања хранљива вредност била је у биомаси високог мискантуса, јер је веома сиромашна протеинима.

Врсте рода мискантус, као и интерспецијес хибрид, могле би послужити као сточна храна, а најбољи начин спремања је силирањем свеже биомасе покошене пре метличења. Мала протеинска вредност може се надокнадити додавањем у силажну смешу свеже биомасе неке врсте из породице вишегодишњих или једногодишњих лептирњача (луцерка, детелина, лупине, грахорице, сточни грашак и слично). Ова силажа подесна је за исхрану млечних грла преживара (*Ђурић и сар.* 2018). Уколико би се биомаса мискантуса користила за спремање сена, усев би требало косити косилицама гњечилицама, да би се дебела и сочна стабла делимично изломила, ради уједначенијег сушења у откосима и смањених губитака листова који брже испуштају слободну воду (*Ђурић и сар.* 2015). Заливањем површине после косидбе и прихрањивање азотом обезбедило би још један откос, као и период до зиме потребан да биљке обезбеде шећере за

живот ризома. Коришћење испашом има мањи значај, јер би на квалитетном пашњаку требало гајити неколико врста ради разноврсније и богатије хране. После одређеног броја циклуса планске испаше са травњака постепено нестају квалитетније врсте. Домаће животиње од биљака мискантуса гризу само вршне млађе листове, ако нема других биљних врста (*Hirata et al.*, 2007).

Покровни усев за ловне терене и исхрану племените дивљачи. Према резултатима већег броја студија везаних за животну средину (*Hirata et al.*, 2007; *Brown*, 2015; *Гламочлија и сар.* 2008; *Djuric and Glamoclija*, 2017; *Nixon and Bullard*, 2018. и други) мискантус је подесно станиште за бројне дивље животиње. Висока племенита дивљач, јелени и срне као и глодари (зечеви и кунићи) користе младе листове у исхрани. На топлој стељи од отпалих листова гнезди се велики број птица, на пример: црноглавке, фазани, јаребице, у засадима се појављују сове због присуства ситних глодара волухарица, мишева и ровки, али и лисице и други месождери. Мање траке засада мискантуса поред пољопривредних површина могу послужити и као извор хране за биљоједе и тако спречити њихове штете на младим усевима, на пример: кукуруза, соје, крмних биљака и слично. Мискантус би требало посадити на свим подручјима која су предвиђена као станишта за племениту дивљач. Ове биљке својом великом и густом биомасом повољно утичу на микроклимат, затим побољшавају животну средину ослобађајући велике количине кисеоника и усвајањем аеросола. У таквим условима јавља се и велики број инсеката који су храна за птице, што све пружа врло повољне услове за живот животиња које су у овој средини пронашле своје станиште (*Brown*, 2015).

Производња биогорива. Након проучавања узрока евидентног погоршавања животне средине услед испуштања у атмосферу великих количина штетних гасова и смањења количине кисеоника расте потреба за енергентима који значајно мање нарушавају екосистем целе планете. Нови извори горива који би једног дана заменили фосилна налазе се у биомаси коју биљке сваке године синтетишу усвајајући угљен-диоксид и друге гасове из атмосфере истовремено ослобађајући кисеоник. Биљне врсте, које би

послужиле као сировина за комерцијално добијање горива, требало би да испуне одређене услове, на пример: да су то вишегодишњи усеви интензивног годишњег пораста корисне биомасе. Произведена биомаса треба да садржи једињења која се лако конвертују у гасовита или течна биогорива или да сагоревањем у атмосферу испуштају исту количину угљен-диоксида коју су усвојиле у процесу фотосинтезе. Са агроеколошке и агрономске тачке треба се одредити за оне врсте које могу успевати и у маргиналним пределима и гајити се уз минималне агротехничке мере. Већину ових услова испуњавају бројне вишегодишње траве бујног годишњег пораста (*Ђурић et al.*, 2018; *Ђурић et al.*, 2022). Међутим, данас научници дају предност интерспецијес хибриду високи мискантус (*Miscanthus x giganteus*) који описују као гориво будућности. Предност мискантуса, у односу на неке родније траве, је у чињеници да успева и у хладнијим влажним, као и у сувим и топлим пределима (*Максимовић et al.*, 2019).

Најчешћи начини коришћења надземне биомасе су сагоревање сувих стабала у великим котловским постројењима термоелектрана (*Michel et al.*, 2006), затим за производњу брикета и пелета за мање топлотне јединице као што су топлотни системи стамбених зграда (*Јанковић и сар.* 2017). У новије време свежа маса стабала и листова служи за добијање биогаза и биоетанола (*Burner et al.*, 2017; *Djuric and Glamoclija*, 2017; *Ђурић et al.*, 2019; *Ђурић et al.*, 2022). *Целетовић и сар.* (2009) такође, истичу да је најједноставнији начин коришћења суве биомасе мискантуса сагоревањем чврстих четвртастих или ваљкастих бала, које се добију пресовањем балиркама после косидбе. Бале се, до момента употребе складиште и чувају под надстрешницама, да се не навлаже атмосферским падавинама. Улазни отвори великих котловских постројења термелектране одређују облик и величину бала. Уколико ће се мискантус користити за израду брикета или пелета, сува стабла се косе силокомбајнима и сецкају на комадиће дужине 1-5 cm. Покошена биомаса се потом одлаже у сува складишта (*Michel et al.*, 2006). За производњу ових чврстих биогорива постоји низ постројења, и то од уређаја малог капацитета за потребе домаћинства, до великих индустријских погона (*Chohfi et al.*, 2011; *Cocchi*, 2011. и други аутори). Чврста

биогорива зрелих стабала мискантуса имају велику енергетску вредност, која се креће у границама 9,2-17,1 MJ kg⁻¹, што значи да се сагоревањем килограма ослобађа до 17 MJ енергије, како наводе *Lewandowski et al.*, (2003). По јединици произведене електричне енергије (kWh⁻¹) сагоревањем угља ослободи се 0,99 kg угљен-диоксида, а мискантуса 0,131 kg или око 7,55 пута мање. Предност мискантуса као обновљивог извора енергије је и у чињеници да сува стабла у време бербе имају мале количине азота (0,19-0,67%), калијума (0,08-0,14%), калцијума (0,1-0,5%), хлора (0,04-0,19%) и сумпора. Сагоревањем испуштају у атмосферу значајно мање количине других штетних гасова, а количине преосталог пепела приближно су исте као после ложења дрвета (1,6-4,0%) и са минималним уделом тешких метала (*Lewandowski et al.*, 2016; *Cvetković i sar.*, 2016). Поређењем са количином штетних гасова које сагоревањем у атмосферу испусти угаљ, брикети мискантуса испусте мање угљен-диоксида за 13,8-41,7%, сумпор-диоксида за 11,1-38,5%, као и азотних оксида, што има позитиван утицај на смањење ефекта стакленика (*Isobe et al.*, 2005). Земље које су највећи загађивачи атмосфере, заменом угља брикетима и пелетима мискантуса могле би смањити емисију штетних гасова и тако испоштовати одредбе Кјото протокола (*Chohfi et al.*, 2011).

Производња биогаса у новије време добија све већи значај, будући да је свежа биомаса мискантуса, покошена силокомбајном у августу богата угљеним хидратима. Најбоља сировина добије се из смеше мискантуса и кукуруза у односу 80:20. Покошена биомаса се добро измеша и сабија у силојама или у силокобасице и тако чува до момента коришћења за процес издвајања метана. Целокупан процес одвија се у неколико фаза, а започиње биолошком ферментацијом органских угљеникових једињења, која се уз помоћ микроорганизама у анаеробним условима редукују до метана и угљен-диоксида. Из смеше гасова која се ослобађа на крају процеса ферментације издваја се метан, чије учешће је у границама 45-75%. Према резултатима које наводе *Kiesel and Lewandowski*, (2017) из једне тоне квалитетне силаже може се добити око 300 m³ биогаса метана.

Свежа биомаса мискантуса, ако се покоси до фазе метличења, садржи велике количине шећера (структурних и неструктурних угљених хидрата) који се могу разложити у моносахариде, применом хемијских или сложенијих биотехнолошких поступака. Овај други начин се чешће примењује, јер се искористи већи проценат угљених хидрата који се поступком алкохолне ферментације редукују до метил и етилалкохола. Добијени алкохоли се користе у смешама за течна погонска горива. Од једне тоне силаже може се добити 900-1.000 литара биоетанола.

Поређењем вредности енергетског приноса по хектару неколико најважнијих енергетских и ратарских усева, као и меких лишћара ове вредности су највеће у мискантуса, 204 GJ ha^{-1} , у годишњем прирасту врбе или тополе су 168 GJ ha^{-1} , а у зрна уљаних биљака 168 GJ ha^{-1} . Гајење мискантуса, као и других високих трава је економски исплативије и са гледишта улагања у агротехнику. То су вишегодишњи лигноцелулозни усеви, са врло малим годишњим трошковима производње. Како истичу *Ercoli et al.*, (1999) у условима интензивне агротехнике однос добијеног енергетског приноса и улагања је 22:1, а у систему одрживе производње 47:1, али се постижу значајно мањи приноси биомасе по хектару. Према резултатима које наводе *Lewandowski et al.*, (2000) уз просечан принос суве биомасе од 20 t ha^{-1} однос улагања и оствареног енергетског приноса је 14-20:1. Варирања су углавном последица променљивих агроколошких услова. На крају, треба истаћи да мискантус од 2-3. године у наредних 20 година даје принос биомасе на приближно истом нивоу (*Lewandowski et al.*, 2016; *Ђурић et al.*, 2019; *Ђурић et al.*, 2022).

Сировина за индустријску прераду. Зрела стабла садрже велику количину влакана која се одговарајућим технолошким поступцима могу издвајати и користити у разним индустријским гранама. Целулоза је подесна за производњу папира и биоразградивих судова за гајење биљака. Према резултатима које наводе *Fowler et al.*, (2003) самлевена сува биомаса, помешана са природним смолама у односу 70:30 користи се за израду 100% разградивих судова. У Великој Британији експериментише се на производњи пластичних елемената који би заменили класичне од

синтетичких материјала и били би после употребе биоразградиви. Самлевена биомаса се додаје бетонским елементима да би им повећала чврстину и еластичност. Сува стабла мискантуса користе се за покривање стамбених и привредних објеката. Како истичу *Fowler et al.*, (2003) ако се у производњи структурних бетонских елемената као адитив додају самлевена биљна влакна мискантуса добија се бетон значајно побољшаног квалитета. То исто закључује *Acikel*, (2011) и констатује да млевени мискантус, уграђен у бетонске елементе повећава његову чврстоћу на притисак за 4-28%, на сабијање 9-25%, на савијање 4-9% и на савитљивост 2-6%.

Заштита и фиторемедијација деградираних површина.

Мискантус као вишегодишња трава током живота формира снажан бусен од корова и ризома и значајно смањује негативан утицај ерозије водом и ветром на земљиште (*Heaton et al.*, 2010). Резултати до којих су дошли *Arduini et al.*, (2004) показују да мискантус из земљишта усваја поједине тешке метале који стимулишу пораст надземних органа биљака. Аутори стога препоручују заснивање засада на девастираним земљиштима, ради фиторемедијације ових површина. Могућност гајења мискантуса на земљиштима нарушених физичких и хемијских особина потврдили су и резултати које су добили *Maksimović et al.*, (2019). Мискантус се све више гаји на јаловиштима рудника и око сточарских фарми, као засад подесан за фиторемедијацију и усвајање аеросола. Исецкани жетвени остаци (суви листови и ситна изломљена стабла) су подесни као малч у воћним и парковским засадима, као и у широкоредним ратарским усеви-ма. Покривањем ових простора малчем регулишу се топлотни и водно-ваздушни режим, затим се сузбијају корови и побољшава микробиолошка активност у земљишту. Као резултат интензивније активности, у земљишту се одвијају уравнотежена минерализација азота и усвајање биљних асимилатива (*Ђурић и сар.* 2015; *Гламочлија и сар.* 2015; *Maksimović et al.*, 2019).

Декоративна биљка. Интродукцијом неколико врста рода мискантус у Европи и у Америци је селекционисано много сорти које се гаје у декоративне сврхе. Захваљујући свом бујном годишњем порасту, разнобојним листовима и крупним метлицама, новостворене

сорте су подесне за дизајнирање површина у парковима, затим око привредних објеката, као и на окућницама. Будући да подносе аерозагађења, могу послужити за дизајнирање простора око фабрика, радионица, поред путева (паркинзи, бензинске станице и слично), како на сунчаним, тако и на површинама у засени.

Агротехнички значај високог мискантуса. Значај мискантуса односно интерспецијес хибрида огледа се у агротехници у чињеници да биљке успевају на свим типовима земљишта, осим забарених и периодично плавлених. У систему екстензивне и одрживе пољопривредне производње гајење мискантуса представља добар начин чувања земљишног ресурса на дужи низ година, уз комерцијално коришћење током година гајења. Истовремено, ови засади имају значајан утицај на побољшање услова животне средине.

Коровска биљка. Увођењем вишегодишњих ризомских трава у производњу на пољопривредним површинама постоји и ризик да ове врсте својим семеном и ризомима закорове околни простор. Високи мискантус је стерилни интерспецијес хибрид, не образује семе тако да не постоји могућност ширења по околном пољопривредном простору генеративним путем (Максимовић, 2016). Ризоми мискантуса су кратки и формирају се у густом бокору, са минималним годишњим ширењем изван граница садње. Резултати вишегодишњих истраживања *Dražić et al.*, (2010); *Mladenović Glamočlija et al.*, (2020); *Đurić et al.*, (2022) показују да су бокори компактни и годинама имају исти пречник и приближно исти број изданака. Према томе, не постоји опасност од ширења мискантуса, како ни могућност да временом постане коров на околним пољопривредним парцелама. Уништавање биљака по завршетку периода коришћења може се обавити комбиновано, хербицидима и обрадом земљишта (Ђурић и сар. 2015).

2.5. ТРСТИКА

(енгл. *Reed canarygrass*; рус. *Канарѐечник тростниковидный*; нем. *Das Rohrglanzgras*; франц. *La alpiste faux-roseau*; шпан. *El alpiste cinta La hierba cinta*.)

Порекло и распрострањеност. Врсте рода *Phalaris* самоникло расту на простору умерене континенталне климе од Северне Америке, преко Европе до западног Сибира. У медитеранским пределима расте на планинама до 1.700 m надморске висине. У природи формира простране и бујне заједнице уз обале језера, речних токова, као и на отвореним, влажним теренима (*Губанов и сар.* 2002). Из овог полиморфног рода посебно се издваја врста која се назива трстика. То је биљка, која успева у различитим агроеколошким условима, иако највише расте на влажним и плавним земљиштима, добро подноси и сушу. Самоникло може да расте на врло сиромашним и контаминираним земљиштима и стога је уведена у систем гајења. Прве створене сорте коришћене су за гајење на декоративним површинама, у специфичним агроеколошким условима. Рад селекционара у следећем периоду био би усмерен ка добијању генотипова подесних за коришћење као крмних биљака, док се у новије време стварају сорте чија се биомаса користи у индустрији (*Andersson and Lindvall, 1997; Bond, 2010*). У земљама северне Европе трстика се гаји на маргиналним земљиштима, и уз релативно мала агротехничка улагања остварују се комерцијални приноси биомасе која се користи за добијање целулозе значајне сировине за даљу прераду или за добијање биогорива. Свестраније коришћење трстике у индустријској преради утицало је да се у северноевропским земљама површине под овим усевом значајно повећавају достижићи вредности од неколико десетина хиљада хектара (*Ustak et al., 2019*). Највеће површине су у Шведској, где се пуно ради на стварању нових

сорти које се уводе у комерцијалну производњу. Данас се трстика највише гаји на забареним земљиштима и на површинама контаминираним индустријским отпадом. Ова биљка постала је значајна индустријска сировина и у другим земљама, на пример у Норвешкој, Финској, Чешкој, Шкотској и у Велсу (*Ust'ak et al.*, 2019). Трстика на деградираним и запуштеним пољопривредним земљиштима може дати висок принос биомасе која се користи у преради за издвајање целулозе или за добијање биогорива. У нашој земљи трстика се не гаји, али расте самоникло на влажнијим стаништима поред река, језера и забарених површина.

Привредни значај. Са усававањем технологије прераде ратарских производа и најпродуктивније врсте рода *Phalaris* постале су привредно значајне. Стабла ових биљака важан су извор влакана која су подесна за употребу у више индустријских грана. Сува надземна биомаса трстике користи се у производњи опеке, затим у индустрији папира, а све више постаје важна као сировина за добијање биогорива. Надземна биомаса се у исхрани домаћих животиња може употребити на неколико начина и то свежа као волуминозна сточна храна, као силажа или сено (*Andersson and Lindvall*, 1997). Трстика добро успева у областима изложеним ерозији, као и на сиромашним земљиштима и на површинама контаминираним поред индустријских постројења и рудника и препоручује се за гајење као покровни усев, у циљу заштите и фиторе медијације ових површина (*Bond*, 2020). Данас постоји велики број декоративних сорти које се гаје на просторима који служе за улепшавање околине, на пример паркови, појасеви поред путева, окућнице, обале вештачких језера и слично.

Исхрана домаћих животиња. Све самоникле врсте рода *Phalaris* у надземним органима накупљају алкалоид грамин (донаксин) који је токсичан за овце, па и говеда. Тровање се манифестује оштећењем мозга и централног нервног система и често завршава угинућем животиње. Самоникле форме трстике имају мале количине овог алкалоида, чија концентрација опада сушењем или силирањем биомасе. Најмање алкалоида је у зеленој биомаси биљака у почетку фазе интензивног пораста стабла. Да би она била добра

сточна храна, посебно за говеда, трстику треба раније косити, или користити за испашу док су биљке још у ранијем вегетативном порасту. Селекционисане сорте трстике немају штетни алкалоид, тако да је обрађена сточна храна добре хранљиве вредности (*Chalupa et al.*, 1961), табела 5.

Табела 5. Просечан хемијски састав сена трстике поређене са луцерком (%)

Са и без азота	Укупни протеини	СУХ	НУХ	Уља	Минерал. соли	Вода	Енергија
N 0	12,72	26,80	40,60	3,25	6,68	9,95	4.071
N 75 kg	14,86	25,15	39,58	3,80	7,02	9,59	4.204
N 145 kg	16,84	22,27	35,64	4,68	6,22	9,55	4.255
Просек	14,81	24,74	38,61	2,91	6,64	9,70	4.177
Луцерка	18,3	24,46	36,36	3,17	7,70	10,18	4,101

СУХ - структурни угљени хидрати; НУХ - неструктурни угљени хидрати; Енергија (cal g^{-1}).

Сено добијено сушењем трстике има велику хранљиву и енергетску вредност, која се повећава уз појачану допунску исхрану биљака азотом. Међутим, треба нагласити да њена хранљива вредност са старењем биљака опада (*Hansen et al.*, 1995). У исхрани домаћих животиња трстика се користи на два основна начина, и то испашом и косидбом. На површинама предвиђеним за испашу овај начин коришћења треба испланирати тако да се она обавља плански, а најбоље је напасати домаће животиње у пролеће и у јесен, кад је интензитет пораста биљака највећи. На влажнијим површинама треба избегавати напасање, јер услед гажења она брзо нестаје из травне заједнице. Други начин косидбом је далеко рационалнији начин коришћења трстике. Покошена биомаса може послужити за спремање силаже, или се осушити и користити као сено. Самоникле форме трстике садрже веће количине алкалоида диметилтриптамида и 5-метоксин-диметилтриптамина који могу да буду токсични за организам животиња оваца и говеда. У старијим литературним

изворима нема пуно података о токсичности ове биљке, посебно ако се у исхрани користи свежа биомаса, или служи за напасање домаћих животињае (*Colbry, 1953*). Међутим, подаци које наводе канадски истраживачи показују да се код осетљивих грла која су храњена свежом биомасом могу испољавати знаци тровања појавом дијареје, отежаног дисања и сузних очију (*Anonutous, 2007*). Овај проблем најефикасније се решава накнадном прерадом свеже биомасе у сено или у силажу. Селекцијом и стварањем такозваних слатких сорти добијен је генетички материјал, у чијој је биомаси садржај штетних супстанци испод границе токсичности.

Боравак и исхрана племените дивљачи. Самоникла трстика је на влажнијим теренима предвиђеним за резервате племените дивљачи и птица мочварица пожељна биљна врста. Животињама биљоједима обезбеђује храну, а птицама места за формирање гнезда. У овим микроклиматима повећава се и број других животиња, на пример: водоземаца, док у пределима са више воде и риба којима су поплављени бокори подесна места за размножавање (*Hansen et al., 1995*). На овим теренима често се јављају групе високе дивљачи: јелени, лосови, затим глодари као ондатра (бизамски пацов), хрчци, даброви и други. Најзаступљеније птице за лов су дивље патке и гуске и неке друге птице мочварице (*Kirsch et al., 2007*). Ова врста се одликује великом инванзивношћу и лако угрожава природна станишта, потискујући друге биљке којима се животиње радије хране. Уколико бисмо се определили за подсејавање површина у ловним резерватима требало би у смеше семена додати врсте које дају квалитетнију храну и својим порастом обезбеђују место у конкуренцији за животни простор (*Niemuth et al., 2000*). Трстика, зависно од услова успевања, нередовно цвета, па тако понекад изостаје образовање семена. Међутим, у годинама кад формира генеративне органе и произведе семе, оно служи птицама као храна (**Global Invasive Species Database, 2020*).

Производња биогорива. Ова вишегодишња брзорастућа Сз трава посебно у раном пролећном периоду и са широким спектром физиолошке толеранције, постала је врло перспективан енергетски усев (*Lord, 2015*). Велики годишњи принос суве биомасе, око 10 тона

по хектару и висок коефицијент сагоревања са средњом калоријском вредношћу до 18 MJ kg^{-1} суве супстанце показују да трстика може послужити за добијање биогорива (*Ustak et al.*, 2019). Наведени годишњи принос биомасе на земљиштима која нису подесна за интензивну ратарску производњу, показује да је економски исплатив за прераду у чврста горива (*Anderson*, 1961; *Wrobel et al.*, 2009). Сагоревањем балиране суве биомасе у великим котловима добије се енергија по знатно нижој цени коштања енергента и смањење емисије угљен-диоксида, што директно утиче на решавање питања климатских промена, које су условљене повећањем количине штетних гасова у атмосфери (ефекат стакленика), како наводе *Fargione et al.*, (2008). Балирана сува биомаса трстикe најчешће служи за сагоревање у великим котловима термоелектрана, док се у мањем обиму користи и за израду брикета и пелета. Истраживања која су изведена на непољопривредним површинама у оквиру пројекта BioReGen (Биомаса, ремедијација, регенерација) са четири потенцијална енергетска усева, и то трстика, мискантус, преријско просо и врба за кратку ротацију (SRC) показала су да се сировина ових биљака може користити као чврсто гориво (*Lord*, 2015). Иако су огледне парцеле биле контаминирани тешким металима и разним токсичним супстанцама, у сувој биомаси проучаваних биљака било је мање штетних супстанци од дозвољеног лимита, а најмања концентрација је евидентирана у трстици. Садржај пепела је у поређењу са стандардом BS EN ISO 17225-2 (пелети од дрвета А1 класе са 0,7%) био је већи у сва четири узорка. Највише пепела остајало је после сагопревања пелета врбе, затим од мискантуса, и на крају, од пелета справљених од трстикe. Ови резултати показују да је трстика веома подесна сировина за производњу пелета.

Свежа (зелена) надземна биомаса је богата растворљивим угљеним хидратима и може се употребити као сировина за добијање гасовитих и течних биогорива. Свестраније коришћење биомасе и у различитим периодима године произвођачима пружа већу економску сигурност, јер би са повећаним бројем откоса обезбедили сировину, како за чврста горива (рано у пролеће и пред зиму), тако и летњом ковидом зелене биомасе за производњу биоетанола или биогаса

(*Boateng et al.*, 2006; *Seppälä et al.*, 2009; *Kallioinen et al.*, 2012). Свежа биомаса се после косидбе одлаже у силојаме или у силокобасице, као и осталих трава, и у анаеробном процесу пиролизе служи за добијање биогаса или биоетанола. Овај начин производње биогорива веома је подесан за земље северне и северозападне Европе, где климатски услови нису подесни за гајење термофилних трава (и жита, на пример кукуруза). У приморским областима обилне падавине отежавају сазревање и сушење биљака за производњу чврстих горива, па је косидба зелене биомасе најбољи начин коришћења ових сировина у енергетске сврхе. Захваљујући високој толерантности трстике на услове земљишта она се може гајити и на забареним, запуштеним, деградираним и контаминираним површинама, које нису подесне за било који вид ратарске производње (*Lord*, 2015).

Индустријска прерада. У индустријској преради из сувих стабала се добија пулпа богата целулозом која представља сировину за друге индустријске области. Подесна је за производњу папира, целулозних тканина, специјалне опеке и тако даље (*Andersson and Lindvall*, 1997).

Заштита и фиторемедијација деградираних површина. Трстика је од давнина служила за борбу против ерозије, стабилизацију речних обала, прочишћавање отпадних вода, затим за обнављање вегетације на поремећеним местима, као што су линије цевовода или недавно изгорела подручја (*Shortall*, 2013). Будући да трстика добро успева на свим типовима земљишта, на девастираним сметлиштима и контаминираним отпацама из индустријских погона и сточарских фарми, она је идеалан усев за поступак фиторемедијације у циљу поправке ових површина и укључивању у редовну биљну производњу (*Wloka et al.*, 2019).

Декоративна биљка. До сада је створен одређени број сорти које имају знатну декоративну вредност. Посебно су интересантне сорте са пругасто шареним листовима (зеленим у разним нијансама, жућастим до наранџастим), које се називају тракасте траве. Сорте ове трстике, на пример *Castor*, *Feeseey*, *Picta* и друге, могу се гајити на различитим местима, и то од сувљих осунчаних терена, до влажних и плавлених станишта делом засењених; на отвореном простору или у

контејнерима. Посебно су атрактивне на нагнутим теренима поред речних косина, где имају и улогу покровних усева који штите обале река од ерозије. Како је трстика, у целини, склона брзом ширењу по простору, неопходно је да се засад одговарајућим агротехничким мерама одржава на предвиђеном простору (*Anonymous, 2020*).

Коровска биљка. Ботаничари трстику дефинишу као веома инванзиван коров, посебно на великом простору у Северној Америци. *Hutchison, (1992); Lyons, (1998); Catling and Mitrow, (2005)* и други аутори наглашавају да се самоникле форме брзо шире у спонтаној флори, јер имају брз годишњи пораст биомасе којом засењују друге врсте, производе пуно семена тако да се шире генеративни путем и веома су толерантне на сушу и пожаре на просторима природних травњака. Уколико је потребно обавити сузбијање трстике треба имати у виду да она има снажну животну способност захваљујући веома раширеним ризомима. Уколико је трстика на мочварним стаништима сузбијање применом хербицида, косидба или паљење ватром немају већег ефекта (*Foster and Wetzel, 2005*). На површинама на којима је лаган приступ пољопривредном механизацијом лако се сузбија тањирачама, у три прохода крајем лета и предзимским орањем, или употребом тоталних хербицида у ранијем пролећном порасту (*Paveglio and Kilbride, 1996*).

3. БОТАНИЧКА ПРИПАДНОСТ ВИСОКИХ ТРАВА

Свих пет врста припадају реду (Order) *Poales*, породици трава (*Family*) *Poaceae* Barnhart. То су вишегодишње биљке, које формирају подземна стабла ризоме, помоћу којих се вегетативно размножавају. На једном станишту остају дуги низ година, јер сваког пролећа из пупољака на ризомима образују једногодишња надземна стабла са листовима, цветовима и једносеменним плодовима који се називају крупа.

Траве (*Poaceae*) су велика све присутна породица једногодишњих и вишегодишњих монокотиледоних биљака, које заузимају око 40,5% копнене површине. Расту у свим климатским условима, од бујних кишних шума, мочвара, степа, савана, до пустињских предела, затим на хладним планинама и у урбаним срединама. Траве расту у спонтаној флори и на обрадивим површинама на свих пет континената, па и на Антарктичком полуострву (*Reynolds*, 2016). Аргентински научник *Sarandón*, (1988) је током поучавања флористичког састава Антарктика, пронашао на овом полуострву и на околним острвима две вишегодишње врсте *Colobanthus quitensis* и *Deschampsia antarctica*, које су се добро прилагодиле на климатске услове тог географског подручја. Породици трава припадају једногодишње и вишегодишње врсте са природних и сејаних травњака, из шума (бамбуси) и са ораница.

Данас траве представљају најважнији извор биљне хране за људе, домаће животиње, племениту дивљач и велики број инсеката. У исхрани људи плодови трава обезбеђују више од половине дијеталне енергије. Научни назив потиче од речи *πόα* преузете из античког грчког језика што значи сточна храна. Назив *Poa* први је употребио *Carl Linnaeus* 1753. године, док је касније (1895. године) целу породицу трава *John Hendley Barnhart* назвао *Poaceae*.

Како истичу ботаничари породици трава припадају неке врсте које су најсавршеније биљне форме. Специфичност трава је што се

меристем налази у доњем делу биљака, па се оне после орезивања или одгризања вршног дела стабла врло брзо регенеришу, тако да током целе године, посебно вишегодишње врсте, могу послужити као добар извор свеже биомасе за животиње биљоједе.

Према истраживањима палеонтолога прве траве се на планети развијају већ у ери Мезозоика (пре 107-129 милиона година), да би крајем периода Креде оне постале широко распрострањене биљке, којима се хране животиње биљоједи. Бујни травњаци тог периода утицали су на еволуцију огромних животиња биљоједа, диносауруса (*Piperno and Sues, 2005; Prasad, 2011*). Повољна клима са пуно падавина и топлоте пружала је током целе године могућности да се формирају бујни травњаци, али и шуме. Међутим, младо шумско растиње су ови животињски дивови уништавали гажењем, док су поспешивали пораст трава како претпоставља историчар природе *Attenborough, (1988)*.

3.1. КЛАСИФИКАЦИЈА ТРАВА

Како истичу *Soreng et al., (2015)* око 12.000 врста породице трава (Fam. *Poaceae*), колико је до сада у свету пронађено и описано, распоређено је у 12 подпородица (*subfamilia*), са укупно 771 род (*genus*). У табели 6 наведене су подврсте породице трава са њиховим основним својствима и представницима.

Табела 6. Подпородице трава и њихови представници

<i>Subfamilia</i>	Особине и представници
<i>Anomochlooideae</i>	Мала група вишегодишњих трава које расту на шумском земљишту, заступљене са два рода.
<i>Aristidoideae</i>	Једно и вишегодишње траве тропског и субтропског појаса са преко 300 врста, са C ₄ фотосинтетским путем. Самоникле биљке природних травњака.
<i>Arundinoideae</i>	Вишегодишње траве, дрвенасте трске, са око 40 врста широког ареала, са C ₃ фотосинтетским путем.

<i>Bambusoideae</i>	Стално зелене вишегодишње биљке, са зељастим и дрвенастим врстама заступљене у источној Азији, од тропских до пацифичких предела Русије.
<i>Chloridoideae</i>	Велика група са 150 родова и 1.600 врста раширених на простору од тропског до континенталне климе, претежено вишегодишње, самоникле, C ₄ биљке.
<i>Danthonioideae</i>	Група има око 300 врста, претежно су самоникле на јужној полулопти, биљке са C ₃ путем. Већином су на природним травњацима, а најважнија гајена врста је пампас трава.
<i>Ehrhartoideae</i>	Група самониклих трава распоређених у 19 родова са око 120 врста C ₃ пута. Гајене врсте су рижа и црна рижа.
<i>Micrairoideae</i>	Група тропских и субтропских биљака подељена у 9 родова и са 190 врста. Биљке са C ₄ фотосинтетским путем.
<i>Pharoidaeae</i>	Мала група биљака које расту у тропским шумама. Издвојене су у два рода.
<i>Puelioideae</i>	Постоје два рода, а све врсте расту углавном у кишним шумама Африке.
<i>Pooideae</i>	Највећа подпородица са око 200 родова и око 4.000 врста, са C ₃ фотосинтетским путем. Вишегодишње су, самоникле и гајене траве, а једногодишње права жита која имају најважнију улогу у исхрани људи.
<i>Panicoideae</i>	Друга по бројности са преко 3.500 врста, претежно топлијег климата. Преци су били биљке са C ₃ путем, а данашње врсте су C ₄ фотосинтетским путем. Поред вишегодишњих трава (мискантус), овој <i>ssp.</i> припадају и просолика жита.

Поред ботаничке класификације економски најважније траве се могу поделити у групе према начину коришћења продуктивних органа у неколико група (табела 7).

Табела 7. Подела трава према економском значају

Употреба	Најважније врсте
Зрно просоликних и правих жита	Пшеница, јечам, раж, оvas, тритикале, кукуруз, рижа, сирак, проса, теф.
Травњачке врсте	Ливадарке, вијуци, љуљеви, јежевица, мачји реп, росуља, тврдача, пиревина, слонова трава, зубача.
Лист и стабло	Мискантус, трске, трстика, шевар, висока пиревина, сирак, суданска трава, мискан.
Украсне биљке	Ковиље, вијуци, трстика, мискантуси, шпанска трска, пампас трава.
Моделни организми	Кукуруз шећерац, рижа, пшеница.

Висока пиревина. Самоникла пиревина припада подпородици *Pooideae*, тибусу *Triticeae*, роду *Agropyron* Gaertn. Поред овог назива у употреби су и други, на пример: *Thinopyrum* Á.Löve и *Elytrigia* Desv. Према бази података коју наводи *The Plant List*, (2013) род *Agropyron* Gaertn. има 27 врста, од којих највећи број припада самониклим, док је само неколико гајених. То су интерспецијес хибриди пиревине и неких врста пшеница (табела 8).

Табела 8. Списак врста рода *Agropyron* Gaertn.

Р.бр.	Научни назив	Народни назив
1.	<i>Agropyron badamense</i> Drobov	-
2.	<i>Agropyron brownei</i> (Kunt) Tzvelev	-
3.	<i>Agropyron bulbosum</i> Boiss.	-
4.	<i>Agropyron cimmericum</i> Nevski	-
5.	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) GAERTN.	-
6.	<i>Agropyron dasyanthum</i> Ledeb	Маљава пиревина
7.	<i>Agropyron desertorum</i> Feis ex Link Schult.	Пустињска пиревина

8.	<i>Agropyron deweyi</i> A.Love	-
9.	<i>Agropyron elongatum</i> (Host). Beauv.	Висока пиревина
10.	<i>Agropyron fragile</i> (Roth) P.Candargy	Ломљива пиревина
11.	<i>Agropyron krylovianum</i> Schischk,	-
12.	<i>Agropyron michnoi</i> Roshev	-
13.	<i>Agropyron mongolicum</i> Keng	-
14.	<i>Agropyron retrofractum</i> Vickery	-
15.	<i>Agropyron striatum</i> Nees ex Steud.	-
16.	<i>Agropyron tanaiticum</i> Nevski	-
17.	<i>Agropyron thomsonii</i> Hook. F.	-
18.	<i>Agropyron velutinum</i> Nees	-
19.	<i>Agropyron</i> × <i>acutiforme</i> Rouy	Интерспецијес хибрид
20.	<i>Agropyron</i> × <i>acutum</i> (DC) Roem&Schult.	Интерспецијес хибрид
21.	<i>Agropyron</i> × <i>apiculatum</i> Tscherning	Интерспецијес хибрид
22.	<i>Agropyron</i> × <i>blaviense</i> Maliv.Fabre	Интерспецијес хибрид
23.	<i>Agropyron</i> × <i>duvalii</i> (Loret&Barrandon) Rouy	Интерспецијес хибрид
24.	<i>Agropyron</i> × <i>interjacens</i> Melderis	Интерспецијес хибрид
25.	<i>Agropyron</i> × <i>nakashimae</i> Ohwi	Интерспецијес хибрид
26.	<i>Agropyron</i> × <i>pilosiglume</i> Tzvelev	Интерспецијес хибрид
27.	<i>Agropyron</i> × <i>tallonii</i> Simonet	Интерспецијес хибрид

Висока пиревина има највећи привредни значај и заузима највеће сетвене површине. Интерспецијес хибриди, добијени најсавременијим методама селекције, представљају важне ратарске биљке, које су због начина употребе сврстане у групу вишегодишњих жита. Најпознатија врста је вишегодишњи интерспецијес *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey, (*Agropyron intermedium*).

Поред овог рода око 200 самониклих врста пиревина припада роду *Elymus* L. са најраширенијом врстом која се у народу назива пузава пиревина *Elymus repens* L. Gould.

Преријско просо. Ова врста припада подпородици *Panicoideae*, трибусу *Panicinae*, који има велики број родова. Један од њих је род *Panicum* коме припадају различите врсте широког

географског подручја. Ову разноликост условило је прилагођавање агроеколошким условима током њихове еволуције. Род *Panicum* као таксономска јединица обухвата велики број филогенетски сродних врста. Према *World Checklist of Selected Plant Families*, (2014) овај род има око 450 једногодишњих и вишегодишњих врста (табела 9).

Табела 9. Најчешће врсте рода *Panicum*

Дужина живота	Научни назив врсте	Народни назив врсте
Једногодишње	<i>Panicum miliaceum</i> L.	Гајено просо
	<i>Panicum capillare</i> L.	Маљаво просо,
	<i>Panicum crus-galli</i> L.	коров
	<i>Panicum hirticaule</i> J.Presl.	Велики мухар, коров
	<i>Panicum frumentaceum</i> Roxb. nom. illeg.	Мексичко просо Јапанско просо
Вишегодишње	<i>Panicum coloratum</i> L.	Бивоља трава
	<i>Panicum effusum</i> R.Br.	Растресито просо
	<i>Panicum flexile</i> (Gattinger) Scribn.	Жилаво просо Бенгалска трава
	<i>Panicum maximum</i> Jacq., 1786.	Пузеће просо
	<i>Panicum repens</i> L.	Пустињско просо
	<i>Panicum turgidum</i> Forssk.	Преријско просо
	<i>Panicum virgatum</i> L.	

Од наведених врста (гајених и самониклих) само преријско или висока преријска трава је вишегодишња висока трава, која је почетком двадесетог века уведена у систем гајења. Ову биљну врсту до сада су описивали многи ботаничари тако да се поред данас званичног научног назива *Panicum virgatum* L. у литератури срећу и други, на пример: *Panicum purinicum* Bernhardt ex Trinius, *Chasea virgata* (L.) Nieuwl., *Eatonia purpurascens* Raf., *Ichnanthus glaber* Link ex Steud. *Milium virgatum* (L) Lunell, *Milium virgatum* var. *elongatum* (Vasey) Lunell, *Panicum buchingeri* E.Fourn., *Panicum coloratum* Walter, *Panicum giganteum* Scheele, *Panicum glaberrimum* Steud.,

Panicum ichnanthoides E.Fourn., *Panicum kunthii* E.Fourn. и *Panicum pruinatum* Bernh. ex Trin.910.

Даља подела ове врсте на мање систематске јединице изведена је према орографској припадности. Према овом критеријуму преријско просо је подељено на два екотипа, и то долинско и планинско. Ови екотипови се разликују по морфолошким особинама, дужини годишњег вегетационог периода и односу према агроеколошким условима. Данас постоје гајене форме и сорте, како долинског, тако и планинског преријског проса. Као странооплодна врста, преријско просо испољава огромну генетичку разноликост. Постоји велики број варијација са основним бројем хромозома ($2n = 18$), које су у распону од тетраплоида до октолоида.

Шпанска трска. Према савременој систематици све трске припадају подпородици *Arundinoideae*, племену (трибусу) *Arundineae*. Ова врста из групе вишегодишњих високих трава припада роду *Arundo* Tourn. Ex L. Поред овог научног назива често се у литератури могу наћи и други, на пример: *Amphidonax* Nees, *Donacium* Fr., *Donax* P. Beauv., *Eudonax* Fr., *Scolochloa* Mert.& W.D.J.Koch. Данас је општеприхваћен назив рода *Arundo* Tourn. Ex L. Ботаничари су, проучавајући самоникле форме трске на великом географском простору, од тропских предела источне Азије, до Медитерана, таксономски описали велики број врста (*Davidse*, 2003; *Hardion et al.*, 2016). У међувремену већина тих врста је данас издвојена у друге родове. Најчешће су у спонтаној флори заступљене следеће врсте (табела 10).

Табела 10. Врсте рода *Arundo*

Р.б.	Научни назив врсте	Распрострањеност
1.	<i>Arundo brevipilis</i> Torr.P.M.Peterson	Источне области С. Америке
2.	<i>Arundo coarctata</i> Torr.	Северна Америка
3.	<i>Arundo collina</i> Ten.	Од Јапана до јужне Европе
4.	<i>Arundo donaciformis</i> (Loisel.) Hardion, Verlaque & B.Vila	Клон <i>A. plinii</i> расте на југу Грчке и у Италији

5.	<i>Arundo donax</i> L.	Од Индије до Медитерана
6.	<i>Arundo formosana</i> Hack.	Од Кине до Филипина
7.	<i>Arundo mauritanica</i> Desf.	Алжир и Мароко
8.	<i>Arundo mediterranea</i> Danin	Медитерански простор
9.	<i>Arundo micrantha</i> Lam.	Медитеранска Африка
10.	<i>Arundo phragmites</i> L.	Југоисточна Азија, Аустралија
11.	<i>Arundo tecta</i> Walter	Јужне области САД
12.	<i>Arundo plinii</i> Turra	Грчка, Италија, Француска

Врста *Arundo donax* L. је, према неким морфолошким особинама (форми листова) подељена на две поврсте, и то:

- *Arundo donax* var. *angustifolia* Döll и
- *Arundo donax* var. *lanceolata* Döll.

Према савременој ботаничкој класификацији данас је око 200 врста рода *Arundo* одвојено у засебне родове. Како је наведено у Kew World Checklist of Selected Plant Families то су следећи родови:

Achnatherum, *Agrostis*, *Ammophila*, *Ampelodesmos*, *Arthrostylidium*, *Arundinaria*, *Austroderia*, *Austrofestuca*, *Bambusa*, *Calamagrostis*, *Calammophila*, *Calamovilfa*, *Chionochloa*, *Chusquea*, *Cinna*, *Cortaderia*, *Dendrocalamus*, *Deschampsia*, *Dupontia*, *Gastridium*, *Gigantochloa*, *Graphophorum*, *Gynerium*, *Imperata*, *Indocalamus*, *Melica*, *Miscanthus*, *Molinia*, *Muhlenbergia*, *Neyraudia*, *Phalaris*, *Phragmites*, *Psammochloa*, *Poa*, *Rytidosperma*, *Saccharum*, *Schizostachyum*, *Scolochloa*, *Stipa*, *Thysanolaena* и *Trisetaria*.

Мискантус. На великом географском простору од тропских до хладних континенталних области током еволуције развио се велики број врста које припадају роду мискантуса или сребрне траве (*Miscanthus* Andersson). Прва значајнија истраживања започео је дански ботаничар *Aksel Olson* у Јапану почетком двадесетог века. На јапанским острвима је пронашао, описао и сачинио колекцију најважнијих врста које су му послужиле за стварање, за сада најважнијег интерспецијес хибрида који се гаји на географском

простору од источне Азије, преко Европе, до Северне Америке. У наредном периоду ботаничари су наставили рад на проналажењу нових врста, њиховој картографији и одређивању могуће употребне вредности. Најновија истраживања која су обавили *Lin Huang et al.*, (2019) на подручју Јапана, Кине и Тајвана показала су да на овом географском простору постоји обиље генетичког материјала, подесног за даља проучавања. Од две врсте, које су биле предмет проучавања, и то *Miscanthus floridulus* и *Miscanthus sinensis* ssp. *transmorrisonensis* на 158 локалитета пронађена су 303 примерка гермплазме. Од овог броја у Јапану су скупљена 163 примерка (54% од укупно скупљеног), у Кини 110 (36%) и на Тајвану 30 (10%). Наведени подаци говоре о заиста великом биодиверзитету мискантуса у земљама порекла.

Ботанички овај род припада подпородици *Panicoideae* А. Браун, која има већи број систематских јединица племена (*Tribus*) и подплемена (*Subtribus*), табела 11.

Табела 11. Ботаничка припадност мискантуса

Таксономски ранг	Научни назив
<i>Familia:</i>	<i>Poaceae</i> А. Браун
<i>Subfamilia:</i>	<i>Panicoideae</i> А. Браун
<i>Supertribus:</i>	<i>Andropogonodae</i>
<i>Tribus:</i>	<i>Andropogoneae</i> Dumort.
<i>Subtribus:</i>	<i>Saccharinae</i>
<i>Genus:</i>	<i>Miscanthus</i> Andersson

Ботаничари наводе да род мискантус има велики број самониклих врста. У литератури се могу наћи подаци да је тај број између 15 и 40 (*Franke et al.*, 2007; *The Plant List search for Miscanthus*, 2105). Поред самониклих, у систему класификације обухваћене су и новостворене гајене врсте. Ове врсте су интерспецијес хибриди добијени укрштањем већег броја самониклих форми и претежно се гаје као декоративне биљке, на пример сребрна трава. Као енергетски и крмни усеви гаје се интерспецијес хибрид добијен укрштањем две

врсте и то диплоидни *Miscanthus sinensis* и тераплоидни *Miscanthus sacchariflorus* (мискантус, кинески шаш), интергенски хибрид мискан добијен укрштањем врста рода *Miscanthus* и шећерне трске *Saccharum officinarum* L. (Kar et al., 2019), табела 12.

Табела 12. Врсте рода *Miscanthus*

Р.б.	Научни назив врсте	Распрострањеност
1.	<i>Miscanthus changii</i> Y.N.Lee	Кореја
2.	<i>Miscanthus depauperatus</i> Merr.	Филипини
3.	<i>Miscanthus ecklonii</i> (Nees) Mabb.	Јужна Африка
4.	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb	Кина, Јапан, пацифичка острва
5.	<i>Miscanthus fuscus</i> (Roxb.) Benth.	Индокина, Малаезија, Инди
6.	<i>Miscanthus junceus</i> (Stapf) Pilg.	Јужна Африка
7.	<i>Miscanthus lutarioriparius</i> L.Liu	Хубеј, Хунан
8.	<i>Miscanthus nepalensis</i> (Trin.) Hack.	Индокина, Тибет, Јунан, Малезија
9.	<i>Miscanthus nudipes</i> (Griseb.) Hack.	Тибет, Асам, Непал, Сиким, Јунан
10.	<i>Miscanthus oligostachyus</i> Stapf.	Кореја, Јапан
11.	<i>Miscanthus paniculatus</i> (B.S.Sun) S.L.Chen	Сичуан, Јунан, Гвејџоу
12.	<i>Miscanthus sacchariflorus</i> Maxim.	Кореја, Јапан, Кина, Русија дал.исток
13.	<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson	Кореја, Јапан, Кина, Русија дал.исток
14.	<i>Miscanthus tinctorius</i> (Steud.) Hack.	Јапан
15.	<i>Miscanthus villosus</i> Y.C.Liu & H.Peng	Јунан
16.	<i>Miscanthus violaceus</i> (K.Schum.) Pilg	Тропска Африка
17.	<i>Miscanthus</i> ×<i>giganteus</i> J.M.Greef & Deuter	Интерспецијес триплоидни хибрид
18.	<i>Miscanthus</i> sp x <i>Saccharum</i> sp.	Мискан, хибрид мискантуса и ш.трске

Самоникле врсте имају ограничен значај у локалној привреди, док се гаје селекционисани интерспецијес хибриди, високи мискантус и мискан, и то као енергетски усеви, као крмне биљке и тако даље.

Трстика. Ова вишегодишња висока трава припада подпородици *Panicoideae*, трибусу *Poeae* и полиморфном роду *Phalaris*. То је род, који поред претежно вишегодишњих има и

неколико једногодишњих врста. Према досадашњим сазнањима род *Phalaris* има 15-22 врсте како наводе поједини аутори (*Govaerts*, 2016), (табела 13).

Табела 13. Најзаступљеније врсте рода *Phalaris*

Р.бр.	Научни назив	Порекло, назив
1.	<i>Phalaris amethystina</i> Trin.	Чиле
2.	<i>Phalaris angusta</i> Nees ex Trin.	Мексико, Јужна Америка
3.	<i>Phalaris aquatica</i> (L.) Syn.	Медитеран до Кавказа
4.	<i>Phalaris arundinacea</i> (L.) Syn.	Трстика
5.	<i>Phalaris brachystachys</i> Link.	Централна Азија
6.	<i>Phalaris californica</i> Hook & Arn	Калифорнија
7.	<i>Phalaris canariensis</i> L.	Канарска трава, једногод.
8.	<i>Phalaris caroliniana</i> Walter	Мексико, Антили
9.	<i>Phalaris coerulescens</i> Desf.	Медитеран
10.	<i>Phalaris elongata</i> Braun-Blanq.	Калифорнија
11.	<i>Phalaris lemmonii</i> Vasey	Калифорнија
12.	<i>Phalaris minor</i> Retz.	Медитеран, источна Африка
13.	<i>Phalaris paradoxa</i> L.	Пакистан, Индија
14.	<i>Phalaris platensis</i> Henrard ex Wacht.	Бразил, Аргентина
15.	<i>Phalaris truncata</i> Guss ex Bertol.	Медитеран
16.	<i>Phalaris</i> × <i>daviesii</i> S.T. Blake	Хибрид <i>P. aquatica</i> × <i>P. minor</i>

Врста *Phalaris arundinacea* (L.) Syn. је, према *Catalogue of Life*, (2014) подељена на мање систематске јединице подврсте и варијетете:

Phalaris arundinacea subsp. *bulbosa* Paunero,
Phalaris arundinacea subsp. *hispanica* (Coincy) Kerguélen,
Phalaris arundinacea subsp. *oehlerii* Pilg.,
Phalaris arundinacea subsp. *picta* (L.) Arcang.,

Phalaris arundinacea subsp. *rotgesii* (Foucaud & Mandon ex Husn).

Phalaris arundinacea var. *arundinacea* L.,

Phalaris arundinacea var. *colorata* Hartm.,

Phalaris arundinacea var. *japonica* (Steud.) Hack.,

Phalaris arundinacea var. *latifolia* Henrard ex Jansen,

Phalaris arundinacea var. *leioclada* Maire,

Phalaris arundinacea var. *minor* (Retz.) Paunero,

Phalaris arundinacea var. *picta* L.,

Phalaris arundinacea var. *rotgesii* (Foucaud & Mandon ex Husn.),

Phalaris arundinacea var. *thyrsoides* Willk.,

Phalaris arundinacea var. *variegata* Parn.

Током историје ботаничари су уву врсту обележавали и другим научним називима, тако да се у литератури могу наћи и синоними, као што су: *Arundo colorata* Aiton, *Arundo riparia* Salisb., *Baldingera arundi-nacea* Dumort., *Baldingera colorata* P. Gaertn., B. Mey. & Schreb., *Calamagrostis colorata* (Aiton) Sibth., *Calamagrostis variegata* With., *Digraphis americana* Elliott ex Loudon, *Digraphis arundinacea* (L.) Trin., *Endallex arundinacea* Raf. ex B.D. Jacks., *Phalaridantha arundinacea* (L.) St.-Lag., *Phalaris americana* var. *picta* Eaton & Wright, *Phalaris caesia* Nees, *Phalaris colorata* P. Beauv., *Phalaris hispanica* Coincy, *Phalaris japonica* Steud., *Phalaris* × *monspeliensis* Daveau, *Phalaris picta* (L.) Sloboda., *Phalaris rotgesii* (Husn.) Litard., *Phalaris rotgesii* (Foucaud & Mandon ex Husn.) Baldini, *Phalaris tuberinacea* Coville & Ciald., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert, *Phalaroides caesia* (Nees) Holub, *Phalaroides hispanica* (Coincy) Holub, *Phalaroides japonica* (Steud.) Czerep., *Phalaroides rotgesii* (Husn.) Holub и *Typhoides arundinacea* (L.) Moench.

4. БИОЛОШКЕ ОСОБИНЕ

Високе траве су представници најбројније породице на планети (*fam. Poaceae*), којој припадају монокотиледоне биљке цветнице. Ове биљке имају потпуно развијене вегетативне (коренов систем, стабло и лист) и генеративне органе (цветови и у цвастима, плод и семе). Високе траве су дугогодишњег животног циклуса, захваљујући вишегодишњим подземним органима кореновима и ризомима. Животни циклус почињу из семена (осим неколико стерилних интерспецијес триплоидних хибрида), а могу се размножавати и помоћу вегетативних одсечака ризома. Годишњи животни циклус почиње клијањем и ницањем, наставља се образовањем вегетативних органа и у повољним условима формирањем генеративних органа. После косидбе добро се регенеришу и понављају годишњи циклус растења и развића, два до три пута. Подземни органи ризоми и коренови презимљавају ако су заштићени одговарајућим слојем земље или покривке (малча). Код врста, које су пореклом са већих географских ширина, током зиме остаје и део надземне биомасе зелен и физиолошки активан.

4.1. МОРФОЛОШКЕ ОСОБИНЕ

Коренов систем. Високе траве образују вишегодишњи жиличаст коренов систем. Уколико се размножавају семеном, развијају се две врсте коренова, примарни и секундарни. Примарни или прави коренови настају разрастањем клициног коренка (*radicula*). У трстике из клициног коренка избија већи број правих кренова, док у остале четири врсте само по један. Примарни коренови су беле боје и глатки (без длачица). Разрастањем и разграновањем примарних коренова образује се примарни коренов систем, који има важну улогу у почетним фенолошким фазама биљака, јер их снабдева водом и минералним солима. Са даљим порастом биљака из коленаца на

подземном делу стабла избијају секундарни (адвентивни) коренови, који чине највећу масу кореновог система. За разлику од примарних, они су обрасли коренским длачицама дужине до 20 mm што повећава њихову усисну површину. У наредним годинама секундарни коренови избијају из коленаца вишегодишњих подземних стабала (ризоме), продирући у вертикално дубље слојеве и хоризонтално ширећи се по околном простору.

На укупну развијеност кореновог система утичу бројни чиниоци. Од услова спољне средине најважније су физичке особине земљишта (запреминска маса, водни, ваздушни и топлотни режим) и снабдевеност хумусног слоја биљним асимилативима. Од агротехничких мера највећи утицај има густина усева (засада). Развијеност и динамика образовања коренова зависе и од биолошких особина врсте и генотипа. Уколико биљке расту на земљиштима повољних физичких особина развиће снажнији и боље разгранат коренов систем, веће усисне моћи. Према досадашњим сазнањима за оптималан пораст коренова најбоља су земљишта чија је запреминска маса 1,1-1,5. Кад је ова вредност већа од 1,6 коренови се теже пробијају кроз земљиште, мање се гранају и формирају краће коренске длачице. Треба истаћи да ове врсте различито реагују на вредности запреминске масе земљишта. Пре заснивања усева требало би избором најподеснијег начина и времена извођења основне обраде образовати што дубљи слој растреситог земљишта, јер се оно током дужег низа година више неће обрађивати. Водни режим, односно количине и распоред падавина, пропусна моћ и капацитет земљишта за воду, као и акумулација у зони ризосфере имају велики значај за формирање коренова по спратовима и њихово продирање у дубље слојеве. У пределима повремених монсунских киша и на земљиштима претежно лаким и песковитим коренови се развијају у плићем слоју, образујући густ сплет бочних коренчића, како би што боље искористили расположиву воду од периодичних падавина. Ваздушни режим, који се дефинише односом течне и гасовите фазе у земљишту, има значајан утицај на развијање коренова током дугогодишњег животног циклуса биљака. Најповољнији однос воде и ваздуха у зони кореновог система је 75 : 25. У већине ових врста,

које су пореклом из сушнијих предела за образовање коренова процентуални удео воде може да буде и мањи. С друге стране за врсте које расту на плавним земљиштима или у барама, процентуално учешће ваздуха је најчешће значајно мање. Топлотни услови имају важну улогу на образовање и развој кореновог система. На температурама мањим од оптималних вредности за поједину врсту биљке образују танке коренове, који остају у плићем орничном слоју. На високим температурама развијају се тамнији коренови, који продиру дубље у земљиште. Уколико су топлотни услови повољни развиће се снажан и разгранат коренов систем са дебљим основним жилама, обраслим дужим коренским длачицама. Оптималне температуре за пораст коренова су 15-20°C (*Гламочлија*, 2012). Снабдевеност биљним асимилативима у орничном слоју, као и оптимално избалансиран однос главних и секундарних елемената исхране имају велики значај у формирању и укупном развоју коренова. Како се високе траве претежно гаје на сиромашним земљиштима допунска минерална исхрана биљака значајно утиче на развијање, разгрананавање и хоризонтално ширење коренова у земљишту.

Будући да се високе траве могу размножавати (умножавати) вегетативним путем, помоћу ризома, начин образовања кореновог система је другачији. Биљке, развијене вегетативним путем образују само секундарне или адвентивне коренове, који избијају из коленаца посађених ризома. Ови коренови такође формирају жиличаст коренов систем, који је по развијености и функцији идентичан са оним који се развије генеративним размножавањем биљака. Дуговечност кореновог система резултат је сталног образовања нових коренова из коленаца вишегодишњих подземних стабала. На развијеност и усисну моћ коренова значајан утицај имају врста и њено филогенетско порекло.

Висока пиревина, посејана у пролеће док су резерве зимских падавина још увек присутне у слоју ризосфере, у години сетве развија снажан коренов систем велике усисне моћи. Стога је адаптирана на различите земљишне услове, како по физичким особинама, тако и по реакцији рН вредности земљишта. На квалитетнијим земљиштима

неутралне реакције висока пиревина развија грубе влакнасте коренове, који се шире кружно у површинском слоју земљишта (*Wasser et al.*, 1986). На сланим и јако сланим земљиштима коренови продиру у дубље слојеве према резервама зимских падавина. Током дугогодишњег животног циклуса у сланим земљиштима плитки коренови могу страдати услед високе концентрације соли површинског слоја. Да би се укупна маса коренова одржавала биљке интензивно развијају дубинске жиле, које доспевају у влажније и мање заслањене слојеве, око 1,5 метар (*Wong et al.*, 1998; *Weiss and Iaconis*, 2001). Како истичу *Mallett and Orchard*, (2002) у вегетационој сезони коренови могу имати повишену концентрацију соли хлорида, калијума и натријума. Међутим, ове соли немају утицај на принос и квалитет биомасе, јер ове вредности зависе од метеоролошких услова, као и времена косидбе биљака. Процентуално учешће коренова у укупној маси биљке је као и код осталих врста подпородице *Pooideae*, 10-15% (*Ђурић и сар.* 2015).

Преријско просо се најчешће сеје семеном, али може и дељењем бокора, кад се гаји ради умножавања генетичког материјала. Из семена се у фази клијања образује један примарни корен, као и у осталих врста из подпородице *Panicoideae*, док се у следећим фенолошким фазама развијају секундарни коренови из подземних, као и из првог надземног коленца једногодишњег стабла. Коренов систем се врло интензивно развија у првој години, а чини га густ сплет разгранатих чврстих дубокоходних коренова, који зависно од земљишних услова продиру у дубину до једног метра. Коренови могу усвојити воду и минералне соли из теже приступачних облика, што је важна одлика ове степске и полупустињске биљке (*Silzer*, 2000). Велика усисна моћ коренова, посебно у планинског екотипа преријског проса, омогућава биљкама да обезбеде воду и асимилативе чак и у стресним условима. Коренови непрестано расту и у наредним годинама, а појављују се из коленаца на ризомима. У целини преријско просо има снажно развијен коренов систем, чија дубина продирања и ширења у површинском слоју зависи од агроеколошких услова, затим начина гајења и коришћења, али и од екотипа. Планински екотип има моћнији кренов систем са

максималном дубином продирања у земљиште до 3,5 метара (*Silzer, 2000*). Коренови су веома разгранати, одлично везују честице земље стварајући чврсту ледину, која је двоструко гушћа него у луцерке, а троструко у односу на кукуруз, како наводе *Mitchell et al., (2019)*. У целини, укупна дужина коренова приближно је иста као и дужина стабала. Стога се преријско просо (посебно сорте планинског екотипа) све више гаји и као покровни усев, у заштити земљишта од ерозије. Коренови су способни да везују веће количине угљеника у земљи и тако смањују концентрацију угљен-диоксида у атмосфери што помаже очувању квалитетније животне средине, како истиче *Lovett, (2019)*. Како истиче *Samson, (2007)* по завршетку гајења преријског проса у земљишту остаје велика маса коренова, која повољно утиче на његов хемијски састав, јер га обогаћује органским и минералним једињењима. Према томе, преријско просо има значајну улогу у поправци плодности и растреситости дубљих слојева, посебно на сиромашним и маргиналним земљиштима.

Шпанска трска се претежно размножава помоћу ризома, тако да у години садње образује адвентивне коренове који формирају жиличаст коренов систем. Већ у првој години коренови продиру дубоко у земљиште, уз истовремено задебљавање и одрвењавање појединих жила. Шпанска трска најчешће расте на влажним местима, поред река и језера и на превлаженим, периодично плављеним подручјима, али може успевати и на сувљем земљишту. Стога дубина продирања коренова зависи од водног режима земљишта. Коренови имају интензиван пораст и у наредним годинама ширећи се по околном простору и продирући у дубоке слојеве земље (*Liu and Phillips, 2006*). Према резултатима које је објавио *Bell, (1997)* коренови биљака током вишегодишњег животног циклуса достижу дужину преко три метра, како у дубину, тако и у ширину, формирајући чврст бусен. Коренови прекривају и значајан простор изван усева (засада). Уколико се шпанска трска гаји на земљиштима контаминираним тешким металима (арсен, кадмијум и олово) биљке имају убрзан пораст. Коренови усвајају соли ових метала и скупљају их у подземним стаблима. Транслокација ка надземним органима је ограничена што објашњава толерантност шпанске трске на тешке

метале (*Mariani et al.*, 2010), као и могућност коришћења биомасе као сточне хране.

Мискантус у целини, има најразвијенији коренов систем, који у неплодних хибрида представља адвентивне коренове развијене из ризома. Коренови током вишегодишњег живота биљака интензивно расту и разгранављу се у вертикалном и у хоризонталном правцу, а дубина продирања и ширења зависи од физичких и хемијских особина земљишта. Како истичу *Stewart et al.*, (2009) просечна дубина продирања коренова на земљиштима повољнијих физичких особина је до 150 cm. Велика је усисна моћ коренова, тако да биљку снабдевају водом и минералним солима из дубоких слојева земљишта. Према резултатима истраживања изведеним у Јапану на кореновима мискантуса живе гљиве у симбиози, које помажу у усвајању фосфора и азота, што има великог значаја ако се усев заснива на сиромашном земљишту (*Funatsu*, 2006). На развијеност кореновог система значајан утицај има и примена минералних хранива. Према резултатима, које наводе *Dželetović and Glamočlija*, (2015) биљке прихрањене азотом пред пораст надземних изданака развијају већи број бочних жилица у површинском слоју и у целости искористе употребљена хранива. У целини, мискантус има велики коефицијент искоришћења биљних асимилатива и тако спречава редукцију минералних соли и њено испирање у подземне воде.

Трстика се одликује снажно развијеним кореновим системом, чија се главна маса образује у плићем слоју земљишта, ширећи се по околном простору. На кореновима неких врста овог рода налазе се задебљања (луковице) у којима биљке задржавају резерве ваздуха, док је усев под водом. Током вишегодишњег пораста ризома из њихових коленаца избијају нови адвентивни коренови, чија дужина током вегетационе сезоне достиже и до три метра (*Anderson*, 2012). Трстика је биљка влажних и повремено плављених подручја, тако да су коренови у плићем слоју земљишта где са ризомима образују густ непробојан бусен. Чврсто везујући честице земље трстика зауставља њихово испирање у водотокове, градећи одбрамбене насипе на обалама река и стајаћих вода (*Comes et al.*, 1981).

Стабло. Ове вишегодишње врсте из породице трава образују једногодишња надземна и вишегодишња, претежно подземна стабла. Надземна или цветна стабла су усправна, чланковита и састоје се из 8 до 20 чланака (интернодија), који су омеђени коленцима (нодуси). Доњи чланци су краћи и дебљи, а сваки наредни је дужи и тањи. Укупна висина стабала је изнад два метра. Боја је најчешће зелена, али може бити и у другим нијансама (црвенкаста, плавичаста и слично), зависно од присуства бојених супстанци у асимилационом ткиву. Сазревањем стабла губе ове боје и постају сива до смеђа. Удео масе стабала у укуној надземној биомаси је 60-80%. На попречном пресеку стабала формирана су следећа ткива: епидермис, асимилационо, спроводно и механичко ткиво, а унутрашњост је испуњена паренхимом (сржи). Пораст ових стабала је помоћу уметнутог творног ткива, које се налази у доњем делу сваког чланка (интеркаларни меристем). Отпорност стабала на полагање повећавају специфичан положај лисних рукаваца, затим еластични слој целулозе и минералних соли смештен у механичком ткиву. Надземна стабла образована из семена називају се примарна, а сва остала, која избијају из коленаца ризома су секундарна (адвентивна). Животни циклус усправних стабла је ограничен и завршава се заметањем и сазревањем семена у цвастима. Током вегетационе сезоне биљке могу образовати 2-3 циклуса ових стабала, а уколико се раније покосе (пре цветања) и већи број.

Висока пиревина, као и остале врсте образује две врсте стабала, надземна (цветна) и подземна (ризоми), која расту хоризонтално у плићем површинском слоју земљишта. Надземна стабла су усправна, чланковита, гола и превучена воштаном превлаком висине 1-3 метра. У протеклом периоду различите форме ове врста послужиле су за бројна укрштања у циљу стварања сорти, које се користе како за производњу зрна, тако и за добијање вегетативне биомасе. Данас су у производњи заступљени генотипови нижег и дебљег стабла, који се мање бокоре и гаје се ради зрна. Стабла ових сорти високе пиревине су чврста, са израженим механичким ткивом, што им омогућава велику отпорност на полагање (*Wagoner and Schauer, 1990*). Поред ових постоје и сорте

високих танких стабала, које се интензивно бокоре и одлично се регенеришу после косидбе. Боја стабала је беличасто зелена услед присуства воштаног слоја, који затвара стоме и тако смањује губитак воде транспирацијом. Удео стабала у укупној надземној биомаси зависи од сорте. Крмне сорте имају мање процентуално учешће стабала, која су приближно истог хемијског састава као и листови. Вишегодишњи животни циклус високој пиревини обезбеђују подземна стабла, ризоми који се већ у години заснивања усева развијају и стварају чврст бусен. Ризоми високе пиревине су беле боје, веома су разгранати и расту хоризонтално, непосредно испод површине земљишта. Како из коленаца избијају нова надземна стабла и адвентивни коренови биљке у наредним годинама врло брзо заузимају суседне површине, гушећи остале биљке на освојеном простору.

Преријско просо има вишегодишња подземна стабла ризома и једногодишња надземна стабла. Ризоми су кратки чланковити и разгранати, расту на дубини до 20 cm паралелно са површином. У долиноског проса су збијенији, гроздолики, док у планиноског су дужи и формирају чврсте бусенове (*Ball et al., 2002*). Надземна (цветна) стабла су једногодишња. Она су усправна, чланковита са већим бројем чланака и коленаца, 10-15 и претежно неразграната. Унутрашњост стабала испуњена је основним ткивом паренхимом, који је у фази влатања испуњен растворљивим шећерима. Сазревањем биљака из ових шећера синтетишу се целулозе (*Ђурић и сар. 2015*). Висина стабла варира, од 60 cm до преко 3,5 m. Стабла мање висине имају самоникле форме од гајених, као и сорте планиноског преријског проса у односу на сорте долиноског. По површини стабла могу бити гола или маљава, претежно зелене боје. После косидбе или испаше надземна стабла се добро регенеришу, а нова стабла избијају из надземних пупољака, као и пупољака на коленима ризома. У врло повољним условима успевања преријско просо током вегетационе сезоне може дати два до три откоса, односно циклуса испаше.

Шпанска трска. Као вишегодишња трава образује врло снажна вишегодишња подземна и једногодишња надземна стабла.

Подземна стабла су чланковити разгранати ризоми, који расту у дужину до један метар, ширећи се на великом хоризонталном простору. Захваљујући снажним и дугим ризомима биљке образују бокоре ризом типа и брзо освајају околни простор. Током вегетационе сезоне биљке имају снажну фотосинтетску активност, тако да се поред потреба за порастом надземне биомасе, део асимилатива скупља у ризомима. Овај процес транспорта хранљивих супстанци је најинтензивнији у предзимском периоду, кад се целокупна количина асимилатива премешта из надземних у подземне органе. Ризомима се биљке шире по околном простору, а у пракси се користе за вегетативно умножавање, односно садњу шпанске трске. Добро припремљен ризом треба да буде дужине око 5 cm и са једним коленцем, из ког ће у почетним фенолошким фазама избити адвентивни коренови и адвентивна стабла. У умерено континенталном поднебљу надземна стабла шпанске трске су једногодишња, висине 6-10 m и пречника 2-4 cm. Чланковита су, разграната, чврста и у средини празна (као цевчица). Шпанска трска припада групи биљака које имају највећи дневни пораст у висину. У повољним условима спољне средине стабло дневно нарасте и до 10 cm.

Мискантус развија вишегодишња подземна стабла (ризоме), из којих током априла избијају надземна једногодишња стабла. Интензитет бокорења зависи од развијености ризома. Биљке у каснијим годинама имају развијеније бокоре, који дају више надземних стабала. Тип бокорења мискантуса назива се скраћени ризом тип. Цветна стабла су усправна, чврста, еластична расту 3-4 m висине, али не полежу. У ризомима се накупљају хранљиве супстанце. Овај процес се одвија током целе вегетационе сезоне, али је најинтензивнији у фазама сазревања надземних стабала и опадања листова. Накупљене резерве хране биљци служе за животне функције зими и у пролеће за пораст нових надземних стабала. Број стабала који ће се образовати из једног ризома зависи од његове масе и старости биљака. У пролеће је изражена транслокација хранљивих супстанци из ризома ка надземним стаблима и њихова маса смањује се све до августа. Међутим, у фазама сазревања асимилативи се

постепено премештају у ризоме. Уколико се скупи више хранљивих супстанци биљке ће развијати више снажнијих надземних стабала, што је значајно за вишегодишњи животни циклус мискантуса.

Трстика. Цветна стабла су усправна и чланковита, висине до два метра. Поред надземних, биљке формирају и кратка подземна стабла која расту непосредно испод површине, или по површини земљишта. Из ових стабала избијају надземна, образујући бокор столон типа. Како истичу *Evans and Ely*, (1941) око 74% изданака избија из бокора, а 26% из пупољака који се налазе у пазусима листова. У целини трстика се изванредно добро бокори, ширећи се по простору. Почетком вегетационог периода надземна стабла која избијају из бокора, нежне су грађе и сочна, а сазревањем биљака стабла очврсну и огрубе, уз истовремено премештање хранљивих супстанци у ризоме.

Листови су једноставне грађе и састоје се из лисног рукавца (*usmina*) и лиске (*lamina*). Лисни рукавац избија из колена доњег дела чланка, са којим гради чврсто лисно колена. Улога му је заштитна. Обавијајући доњи нежни део чланка са меристемским ткивом лисни рукавац га штити од неповољних услова спољне средине. Истовремено, целом стаблу повећава чврстину и еластичност, као и отпорност на полагање. На прелазу лисног рукавца у лиску налазе се везица или језичак (*ligula*), а у већине трава и два рошчића (*auriculae*), који могу, зависно од врсте, да буду краћи или дужи, глатки или маљави, зелени или у другим бојама. Везица има важну заштитну улогу, јер затвара простор између рукавца и лиске, спречавајући улазак непожељних супстанци у унутрашњост стабла. Лиска је линеарне грађе и са израженим централним нервом. Дужина лиске зависи од врсте, услова успевања и места на стаблу. Лиске по површини могу да буду глатке или маљаве, праве или таласасте, а по ободу оштре. Листови су зелене боје у различитим варијантама, зависно од присуства пигмената. Број листова одговара броју чланака.

Висока пиревина има листове сивозелене једноставне грађе, са лискама које су код селекционисаних сорти праве или благо таласасте, глатке, голе и са лица сјајне, изражене нерватуре. У

самониклих су грубе, маљаве, по ободу назубљене, са маљавим рошчићима. Лиске су краће у односу на гајене форме до 30 cm. На горњој половини стабла лиске су усправне, а просечан број листова је 6-8 (*Liu and Wang, 2010*).

Преријско просо на стаблу развија 10-14 наизменично распоређених листова. Лиске су уске, просечне дужине 30–90 cm, зелене су или делимично црвене у различитим нијансама, док у јесен посиве. По ободу су заострене и обрасле ситним длачицама, са израженим централним нервом. Рошчићи, као и цео лисни рукавац су такође маљави, што указује на изражену ксероморфну грађу биљке. После косидбе или испаше образују се нова цветна стабла са листовима, а интензитет регенерације зависиће од висине реза косе, односно интензитета испаше, затим од водног режима и периода године.

Шпанска трска. Из коленаца на стаблима наизменично избијају листови једноставне грађе, са сивозеленим копљастим и на врху зашиљеним маљавим лискама. Дужина лиски је 30–60 cm, а ширина 2-6 cm. На прелазу лиске у рукавац налази се чврста везица, али нема рошчића. Број листова на стаблима је 10-15. Сазревањем стабала у јесен листови се суше и опадају. Удео листова у укупној надземној биомаси је велики. По облику листови подсећају на листове трске или бамбуса.

Мискантус. Листови једноставне грађе избијају из коленаца на стаблима у другој половини априла и појављују се сукцесивно са порастом биљака. Мискантус има осам до дванаест листова. Лисни рукавци чврсто обавијају интернодију, а на прелазу се налази висока везица у предњем делу расцепљена. Лиске су копљастог облика, на врху зашиљене и оштре по рубовима, дужине су 50–70 cm, а ширине 2–5 cm, тврде су, рапаве и са веома задебљалим главним нервом. Фотосинтетичка активност листова посебно је изражена раније у пролеће и касније током јесени, односно у периоду нижих температура на умереним географским ширина. Захваљујући овој чињеници вишегодишњи засади могу да искористе максималну предност доступног сунчевог зрачења, чиме се обезбеђују високи приноси биомасе (*Głowacka et al., 2015*). Како истичу *da Costa et al.*,

(2019) фотосинтетска активност листова се повећава на земљиштима мале природне плодности ако су добро обезбеђена водом. За разлику од већине трава све врсте и форме мискантуса су осетљиве на косидбу и испашу. Уклањање младих листова са високим концентрацијама азота и фотосинтетском активношћу узрокује опадање приноса, услед успореног процеса регенерације лисне масе (*Hirata et al.*, 2007). Према резултатима истраживања која наводе *Burner et al.* (2017) листови мискантуса имају високу концентрацију несварљивих целулоза (киселих детергентских влакна, АДФ) а мало азотних једињења, што указује да су они подеснији као биогориво, а не као сточна храна. Сазревањем биљака током јесени листови се суше и постепено опадају, под утицајем зимских ветрова и снежних падавина.

Трстика. Листови су као и у осталих врста породице трава једноставне грађе. Лисни рукавци чврсто обавијају интернодију и повећавају њену чврстину. На прелазу у лиску развија се дуга, опнаста и провидна везица. Лиске су без длачица, дуге су глатке и равне по површини и при врху се сужавају. Дужина варира, од 30 cm, до 120 cm, а ширина је око два центиметра. Листови трстике су зелени, али је у међувремену створен велики број различитих декоративних сорти које имају ружичасту нијансу, или су шарени са уздужним разнобојним тракама (*Dore and McNeill*, 1980). Трстика образује велику лисну масу, која је у укупном приносу већа од 50%. После косидбе или испаше биљке се добро регенеришу, формирајући нове листове. Сазревањем семена у класоликим метлицама доњи листови биљака остају зелени.

Цветови се формирају на врховима стабала и бочних грана, скупљени су у сложене цвасти, које према форми могу бити: класови, метлице или класолике метлице. Ове сложене цвасти састоје се из истих делова, али се морфолошки веома разликују.

Клас је сложена цваст коју формира висока пиревина. Састоји се из чланковитог, жилавог или ломљивог вретена. На коленцима или усецима вретена налазе се једноставне цвасти класићи (класци). На сваком коленцу развија се један или неколико класића. Класић има две плеве (*glumae*) и вретенце, на коме су смештени цветови. Број

цветова у класићу зависи од врсте и услова успевања. Укупно у класићу може бити један до седам цветова. Најразвијенији су доњи цветови, док су горњи вршни делимично или непотпуно развијени. Плодни, потпуно развијени цветови су двополни и састоје се из две плевице, горње или унутрашње (*palea superior*) и доње или спољашње (*palea inferior*). Доња плевица је развијенија и завршава зупцем или осјем. У цвету, односно унутар плевица су три прашника и тучак са плодником и двоперим жигом. При основи плодника су две плевичице (*lodicaulae*), које у фази цветања отварају цветове тако што бубрењем врше притисак на плевице. Грађа и облик класа зависе, у првом реду од врсте. По облику може бити цилиндричан, вретенаст или главичаст, а по форми збијен или растресит, са или без осја. Дужина класа је особина врсте, али на ову особину утичу и агроеколошки услови, као и примењена агротехника.

Други облик цвасти које траве образују је метлица. То је цваст коју имају преријско просо, шпанска трска и мискантус. Она се састоји из чланковите главне осе, из чијих коленаца избијају чланковите бочне гране првог реда. У неких метлица из ових грана избијају бочне гране другог и трећег реда. Према дужини и углу под којим бочне гране избијају из главне осе, метлица може да буде растресита, повијена или збијена. На врху сваке бочне гране развија се по једна једноставна цваст, односно класић. Он је обавијен двома плевама, горњом и доњом. Плеве су различите дужине, ширине, боје, маљаве или глатке, што зависи од врсте. У класићу се најчешће налази потпуно развијен, плодан цвет, кога мање или више обавијају плеве. Грађа цвета је иста као и у класу, он има доњу и горњу плевицу, са осјем или без њега, прашнике и тучак са двоперим жигом (*Ђурић и сар.* 2015). У доњем делу тучка су две плевичице. После оплодње формирају се плодови обавијени плевицама. Непотпуно развијени цветови најчешће образују само плевице, ређе и прашнике.

Класолика метлица је цваст коју формира трстика. Ова цваст се састоји из чланковите главне осе и веома скраћених разгранатих бочних грана, са великим бројем класића. Класолика метлица може бити обрасла разнобојним краћим или дужим длакама које су остаци бочних грана. Облик ове сложене цвасти зависи од дужине главне осе

и начина разграновања бочних грана. Најчешћи облици цвасти су: цилиндрична, вретенаста, затим на врху задебљала или сужена. Дужина класолике метлице је особина врсте, сорте, али зависи и од примењене агротехнике и агроеколошких услова. У повољним условима она израсте и до 50 cm, а у зависности од дужине у њој се налази неколико десетина до неколико хиљада класића, обавијених плевама. Сваки класић увек има само један потпуно развијен (плодан) цвет, који је двополне грађе, као и цветови осталих трава. Плевице су различито обојене (жуте, црвене или црне) и у различитом степену развијене. После оплодне плевице чврсто обавијају плодове.

Висока пиревина. На врховима примарних и секундарних надземних стабала појављују се цветови, скупљени у цвасти густе и усправне класове, сличне грађе као и у правих жита. Цветање траје током целог летњег периода, како на првим стаблима која избијају у пролеће из ризома, тако и на стаблима која се појављују после кисидбе или испаше. Класови су просечне дужине 10-30 cm. На жилавом вретену развија се већи број класића дужине до 3 cm, са по 5-12 цветова. Певе које обавијају цветове у класићу су чврсте, задебљале, са израженом нерватуром и дужине 0,5-1,1 cm. Цветове обавијају добро развијене задебљале плевице, чија дужина варира од 0,5 cm, до 1,3 cm. После оплодне, плевице чврсто обавијају плод. Селекционисане сорте имају краће и тање плевице. У цвету су три прашника са дугим нитима до једног центиметра, тучак са троперим жигом и плодником, у чијој се основи налазе две плевичице (*Semple et al.*, 2003).

Преријско просо развија сложену цваст метлицу, која се јавља на дугој вршној интернодији 30-50 cm изнад вршних листова. Метлица је укупне дужине до 60 cm и састоји се из чланковите главне осе и великог броја бочних грана, на чијим се врховима налазе једноцветни класићи. Метлица, као и класићи су најчешће ружичасте боје. Сваки цвет у класићу обавијен је плевама и добро развијеним плевицама које срастају са плодом. Цвет је двополан са прашницима тамноцрвене (бордо) боје и са дугим нитима. Цветање је током лета, а биљка је самооплодна. Због декоративног изгледа и боје метлице се користе и као свежи или сушени аранжмани.

Шпанска трска. Цветови ове врсте, такође се налазе у сложеној цвасти, усправној метлици. Просечна дужина главне осе метлице је око 50 cm. Из ње избија велики број краћих бочних гранчица које завршавају једноцветним класићима. Цветови су најчешће неплодни, тако да се ретко може добити семе, што представља проблем у раду на оплемењивању биљака, тако да се на стварању нових сорти претежно користи метод одабира популација, које имају боље производне особине (*Boose and Holt, 1999*). Биљке улазе у фенолошку фазу цветања крајем лета.

Мискантус. Сложене и растресите метличасте цвасти развијају се на вршним интернодијама дужине 50-80 cm. Из коленаца главне осе цвасти избија десетак бочних грана од којих су најдуже доње, док се при врху метлице скраћују. Завршавају се једноцветним класићем са непотпуно развијеним цветом, тако да се у њима не образују плодови. Боја метлица је најчешће љубичаста. Мискантус цвета крајем августа и у повољним условима влажности ова фенолошка фаза се продужава и током септембра. У сушним годинама често изостаје развијање метлица (*Ђурић и сар. 2015; Maksimović et al., 2016; Mladenović Glamočlija et al., 2020*). Уколико би се биомаса мискантуса покосила у фази интензивног пораста стабла (вегетативни период), биљке би се регенерисале, али би изостало формирање метлица.

Трстика формира сложону цваст класолику метлицу, из чије главне осе избија велики број скраћених бочних гранчица, на којима се налази велики број класића са по три цвета, али је само један плодан. Цветови су двополни, исте грађе као и цветови осталих просоликих жита. По фотопериодској реакцији ово је типична биљка дугог дана. Интензитет формирања цвасти и уопште генеративне фазе биљака трстике у великом степену зависе од дужине дневне осветљености (*Allard and Evans, 1941*). Стога трстика има дуг период цветања, које започиње још у јуну и траје током јула и августа месеца. После косидбе или испаше биљке трстике у вегетативним фенолошким фазама, се добро регенеришу тако да нова стабла до јесени развијају метлице и формирају плодове.

Плод и семе. Плод трава је једносемен, сув и назива се крупа (*caryopsis*). Уколико се користи за сетву назива се семе, а у исхрани људи или домаћих животиња зрно. Плод је зависно од врсте различите крупноће. Вредности апсолутне масе (маса 1.000 семена) и запреминске (хектолитарске) масе су специфичне за сваку врсту. У целини, високе траве имају ситне плодове (*Glamočlija et al.*, 2010). После вршидбе плодови могу испадати из плевица, или остати чврсто обавијени плевицама (и плевама), па разликујемо голе и плевичасте плодове.

По анатомској грађи плод се састоји из омотача, ендосперма и клице. Омотач плода је двослојан. Спољни део је перикарп, а унутрашњи перисперм. У састав омотача улазе и плевице, тако да је његов удео 12-40% и зависи од присуства или одсуства плевица. Улога омотача је регулисање водно-ваздушног режима и заштита од неповољних утицаја спољне средине. Испод омотача се налази ендосперм, који испуњава највећи део плода. Будући да се у њему налазе резервне хранљиве супстанце, овај део зрна је најважнији са становишта исхране. Као зрно за исхрану користе се плодови само одређених сорти високе пиревине, преријског проса и трстике. Клица је најмањи део и заузима само 1,5-3% укупне масе плода. Смештена је у доњем делу плода и својим упијајућим делом налаже директно на прави ендосперм. У састав клице улазе коренчић (*radicula*) и стабаоце (*plumula*). Током клијања и ницања из коренчића се развијају примарни коренови. Стабаоце, из кога се развија примарно стабло, има три листића. То су штитић (*scutelum*), клицин листић или котиледон (*coleoptila*) и први прави лист. Штитић из ендосперма упија хранљиве супстанце неопходне за почетни пораст биљке (хетеротрофни начин исхране), а клицин листић штити стабаоце док се пробија кроз земљиште. На површини се отвара и појављује се маљав или го први прави лист, облика и боје специфичних за сваку врсту.

Висока пиревина. Самоникле врсте пиревине имају ситне једносемене плодове (крупне), чврсто обавијене сјајним плевицама, жуте до смеђе боје. Плодови (семе) се формирају у једноцветним класићима на ломљивом вретену класа, ради лакшег расејавања по

околном простору. Клијавост семена кратко траје, највише до две године (*Duke*, 1983). Одабиром самониклих популација са ширег географског простора и њиховим укрштањем добијене су прве сорте подесне за гајење, у првом реду ради коришћења надземне биомасе. Новостворене сорте имају крупније плодове, са значано мањим уделом плевица у укупној маси. У зрнима ових сорти повећан је удео хранљивих супстанци, а хемијске анализе су показале да су оне сличног састава као и у пшенице. У циљу побољшања хранљиве вредности зрна, као и повећања приноса изведена су бројна укрштања високе пиревине и меке пшенице. Гајењем новостворених линија у различитим агроколошким условима и одабиром најбољих, регистрован је већи број интерспецијес хибрида, вишегодишњег жита које је до сада регистровано у САД. Већина првих генотипова имала је крупна зрна апсолутне масе 5-7 грама, што је у односу на самоникле форме веће за три пута (*Trupp*, 1965; *Schulz-Schaeffer and Haller*, 1987). Како истичу *Wagoner and Schauer*, (1990) од одабраних линија добијених из Научног института *Вавилов* (бивши СССР) укрштених са различитим сортама меке пшенице створени су генотипови чија је протеинска вредност зрна иста као и у пшенице. Резултати које наводи *Burwell*, (1984) показују да ови интерспецијес хибриди имају више протеина, са аминокиселинама које садрже сумпор, (метионин и цистеин). Поред рада на побољшању крупноће и квалитета зрна, активности у оплемењивању усмерене су и на стварању линија бољих агрономских особина. Нови генотипови требало би да се одликују вишегодишњим животним циклусом, затим уједначеним порастом стабала толерантних на полагање. На стаблима треба да се образују, дужи класови са жилавим вретеном, већим бројем вишецветних класића и плодова обавијених плевицама које спречавају њихово испадање у фази сазревања. Значајно је да ови генотипови буду подесни за механизовану бербу и да се одликују приносом који ову поизводњу чини исплативом. У САД технологија производње вишегодишњих жита назива се *Kernza** (*Wagoner and Schauer*, 1990). Добијено зрно треба лако да се ослободи плевица (као зрна овса, јечма или риже). Цело ољуштено зрно или произведено брашно, у смеси са другим правим житима, користило би се за добијање

укусних јела, високе нутритивне вредности (варива и разни пекарски производи).

Преријско просо. Самоникле форме у класићима метлице образују ситне једносемене плодове. У сваком класићу развија се само по један плод који је плевичаст, облика сузе и врло је ситан, дужине око 3 mm. Током фазе сазревања плевице, које обавијају плодове, прелазе из ружичасте у тамнољубичасту боју. Селекционисани генотипови имају крупније плодове, дужине 3-6 mm, ширине до 1,5 mm, са мањим уделом плевица. Плодови, зрна појединих сорти могу се користити као храна за живину, кавезне птице и другу племениту дивљач. Они су по хранљивој вредности слични плодовима обичног проса. У сорти гајеног преријског проса као и у самониклих форми плодови, зрна се не осипају. Уколико се оно гаји и ради семена, или зрна лако се може убрати машинском жетвом. Преријско просо сваке године образује плодове, почевши од године сетве. Кад је циљ производње комбиновано коришћење (биомаса и семе), за жетву се оставља други откос, зато што биљке имају мање бујан вегетативни пораст и дају више семена (*Ernst Seed Catalog Web Page, 2007*).

Шпанска трска. Као и у осталих трава плодови су једносемени плевичасти. У шпанске трске су обавијени сјајним тамнољубичастим плевама и плевицама, али треба истаћи да се у највећег броја врста и форми, које расту на Медитерану и у САД семена врло ретко образују. Уколико се и формира, семе нема животну функцију и стерилно је. Како истичу *Spencer and Ksander, (2006)* стерилност цветова је последица немогућности матичних ћелија да се деле. Ова чињеница веома отежава рад на оплемењивању шпанске трске. До сада је у целом свету скупљено 185 клонова, који су услед мале генетичке варијабилности, веома слични. Ово сужава избор генотипа који би био најподеснији за гајење како наводе *Saltonstall et al., (2010)*.

Мискантус. Велики број самониклих врста, као и њихових новостворених сорти добијених различитим начинима укрштања образује плодове у једноцветним класићима у метлицама. Плодови су једносемени, чврсто обавијени сјајним плевицама различите боје.

Једна од врста које образују плодна семена је *Miscanthus sinensis*. Уколико би се радом на побољшању њених производних особина добили роднији генотипови, била би интересантна као енергетски усев, због једноставнијег заснивања усева из семена. Међутим, како наводе *Lin et al.*, (2019) створено је преко 600 различитих генотипова који у метлицама образују фертилно семе. Експерименти везани за гајење ових сорти сетвом семена нису имали већи значај. Семе је мале енергије клијања, па су и најмања одступања од оптималних услова утицала на слабо клијање и ницање биљака. Најприноснији и најподеснији за гајење је интерспецијес триплоидни хибрид *Miscanthus* × *giganteus*, који је стерилан. Будући да не образује семе, а у појединим годинама ни цвасти метлице, ширење ове биљке на околне пољопривредне или непољопривредне површине је занемарљиво, јер су и ризоми скраћени тако да расту углавном у збијеном бокору.

Трстика. Плод је ситна, једносемена плевичаста крупа, са сјајним чврсто сраслим светложутим до смеђим плевичама. Дужина плода је 1,5-4 mm, ширина 0,7-1,5 mm, а просечна маса 1.000 зрна је 0,5-1,1 g (*Coops and Van der Velde*, 1995). Семе у класоликим метлицама сазрева у дугом периоду, од краја јуна до почетка августа. Зрела семена лако испадају из класића.

4.2. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС

Вишегодишње траве су дуговечне биљке, са једногодишњим и вишегодишњим органима. Животни циклус једногодишњих органа траје 60-140 дана и зависи од врсте, агроколошких услова и примењене агротехнике. У години сетве (прва година живота) биљке, које се развијају из семена, током вегетационог периода пролазе кроз следеће вегетативне и генеративне фенолошке фазе:

клијање, ницање, укоренавање, бокорење, влатање (пораств стабла),
цветање, заметање плодова и сазревање семена у плодовима.

1. Клијање је прва фаза пораста која се манифестује појавом једног клициног коренчића у представника подопродице *Panicoideae*, односно већег броја у породице *Pooideae*. Клицини или примарни коренови настају разрастањем клициног коренка. Чим се формирају примарни коренови почиње разрастање клициног стабаоцета. Клијање је аеробан процес, за који су неопходни: кисеоник, вода и топлота. Процес клијања започиње када семе упије 25-50% воде од своје укупне масе и при минималној температури изнад 1°C, али тече успорено. Производни (практични) оптимум за клијање је 8-12°C, док је оптимална температура 25°C, а максимална 30°C. У првој фази растења биљка се храни хетеротрофно, на рачун резерви органских супстанци из семена.

2. Ницање је фенолошка фаза у којој се на површини земљишта из отвореног клициног листића појављује први прави лист. Високе траве расту епикотилом. Облик, величина и боја првог правог листа специфична је за сваку од наведених врста. На дужину периода од сетве до ницања утичу топлотни услови и влажност сетвеног слоја, као и дубина сетве.

3. Укорењавање је фенолошка фаза у којој се образује секундарни (адвентивни) коренов систем. Секундарни коренови избијају из чвора бокорења, али и из коленаца у приземном делу стабла. У овој фази растења коренови се брже развијају него надземни органи. Распоред коренова, као и развијеност секундарног кореновог система високих трава, поред биолошких особина сваке врсте, зависи од услова земљишта, као и водног режима. Највећи број коренова образује се у слоју земљишта који је најповољнијих хемијских и физичких особина, као и најинтензивније биолошке активности, док само поједини коренови продиру у дубље слојеве. Ове дубинске жиле могу доспети у земљиште дубље од два метра, снабдевајући биљку водом из земљишних резерви. Уколико врста образује већи број дубинских жила, она је толерантнија на сушу. У целини, на јачину укорењавања утичу бројни чиниоци, у првом реду, водно-ваздушни и топлотни режим земљишта, затим снабдевеност слоја ризосфере биљним асимилативима, старост биљака и други.

Биолошка особина вишегодишњих трава је да им коренови непрестано расту, током дугогоришњег животног циклуса.

4. Бокорење је подземно гранање примарног стабла формираног из семена у првој години живота. У овој фенолошкој фази из чвора бокорења се образују подземни и надземни изданци (секундарна стабла), и то цветна и ризоми. Формирање секундарних стабала започиње 2-3 недеље после ницања трава, а зависно од времена сетве, одвија се у раном пролећном или предзимском периоду при температурама између 6°C и 20°C, а наставља се и после зимског периода. Чвор бокорења, из ког избијају секундарна стабла образује се на примарном стаблу непосредно испод површине земљишта, у време кад биљке развију прве праве листове и пређу на аутоτροφни начин исхране. Интензитет бокорења зависи од: врсте и њене склоности ка образовању секундарних изданака, затим од крупноће семена, снабдевености биљним асимилативима, густине и времена сетве, као и услова успевања. Познавањем ове биолошке особине биљака, одговарајућим агротехничким мерама можемо одредити најповољнију густину усева, како у првој, тако и у наредним годинама.

5. Влатање је фенолошка фаза пораста примарног и секундарних стабала формираних у фази бокорења. Стабла су у овој фенолошкој фази била са скраћеним чланцима који почињу да се издужују током влатања. Издуживање или пораст чланака последица је деобе меристемских ћелија у доњем делу сваког чланка. Прво се издужује чланак најближи површини земље и даљи пораст се одвија сукцесивно до вршног, који најчешће расте и после појаве цвасти на врху. Доњи чланци су краћи и дебљи од горњих. Број чланака зависи од подпородице којој ове траве припадају, али и од других чинилаца. Траве из подпородице *Pooideae* имају 5-6 чланака, а из подпородице *Panicoideae* 8-20. Током влатања биљке значајно увећавају своју надземну биомасу и лисну површину у односу на претходну фенолошку фазу. Истовремено, значајно је промењен и однос површине листова према упијајућој површини коренова. Са повећањем фотосинтетске површине биљака повећавају се транспирациона површина и потрошња воде. Према томе, у фази

влатања наступа и први критичан период биљака за водом. Влатање се одвија при температури ваздуха изнад 15°C, влажности земљишта око 70% од максималног водног капацитета (МВК) и оптималној снабдевености биљака главним елементима исхране. У врста дугог дана дневна осветљеност треба да буде изнад 14 часова, док је у врста кратког дана она у границама 12-14 часова (светлосни стадијум). Уколико су испуњени услови дневне осветљености биљака током влатања, оне ће образовати већу надземну биомасу и прећи из вегетативне у генеративну фазу растења.

6. Класање (метличење) почиње када биљке достигну максималну висину, а манифестује се појавом сложених цвасти у пазусима вршних листова свих цветних стабала. Образовање цвасти је започело још у почетним фенолошким фазама. Уколико су услови спољне средине, као и исхране биљака били повољнији у протеклом периоду, образоваће се веће цвасти (класови, метлице или класолике метлице) са великим бројем класића. Оптимални услови спољне средине за ову генеративну фенолошку фазу су: снабдевеност биљним асимилативима и избалансиран однос биљака азотом и фосфором, затим температура ваздуха око 20°C, влажност земљишта (70-76% од МВК) и висока релативна влажност ваздуха (изнад 60%).

7. Цветање у самооплодних врста започиње распрскавањем прашних кесица и просипањем полена по жиговима тучка, а затим се цветови отварају. У странооплодних прво се отварају цветови раздвајањем плевица, а затим пуцају прашне кесице а струјања ваздуха преносе полен на тучкове. У целини, ова фенолошка фаза траје кратко, посебно у самооплодних врста, а одвија се на ноћним температурама изнад 11°C и дневним око 25°C, уз високу релативну влажност ваздуха. Цветање је најинтензивније у јутарњим часовима, јер су услови спољне средине најповољнији.

8. Оплодња и заметање плода започињу неколико часова пошто полена зрна опраше жигове тучка. После оплодње прво се образује клица, а затим ендосперм и омотачи плода. За ову фенолошку фазу оптимални услови спољне средине су температура ваздуха 20-25°C и умерена релативна влажност. Клица се образује за

4-5 дана, а затим почиње наливање плода (ендосперма), органским једињењима.

9. Фазе зрелости. Формиран плод током сазревања пролази кроз четири следећа четири подпериода, и то:

1. Подпериод млечне зрелости,
2. Подпериод тестасте зрелости,
3. Подпериод воштане зрелости и
4. Подпериод пуне зрелости.

Потпуно формиран плод је достигао пуну дужину, на почетку првог подпериода зрелости, али је још увек зелене боје. На почетку има око 80% воде чији се садржај на крају смањује на око 65%. Унутрашњост је испуњена беличастом течношћу (млечна зрелост). У плоду се одвијају процеси интезивне синтезе органских супстанци доспелих из листова. Млечна зрелост у оптималним условима спољне средине траје око 10 дана. Биљке се одликују пуном фотосинтетском активношћу.

После десетак дана у плоду се количина слободне воде смањује са 65% на 40%. Тестаста зрелост (фаза теста) је подпериод кад плод достиже свој коначни облик, димензије, боју и сјај, а у повољним условима спољне средине траје 5-10 дана. Ендосперм више није течан, већ је тестасте (сирасте) конзистенције, због значајно смањене количине воде. У плоду почињу процеси синтезе сложених органских једињења из једноставнијих. Листови су још увек фотосинтетски активни, иако је динамика накупљања и транспорта хранљивих супстанци из вегетативних органа смањена.

Трећи подпериод је воштана зрелост која наступа 16-20 дана после образовања плода. У плодовима још има око 40% воде, али се њен садржај смањује на око 20%. У воштаној зрелости престаје наливање плода, јер је фотосинтетска активност биљака већ потпуно престала. Плод је у почетку воскасте конзистенције и може се зарезати ноктом, док при крају постаје чвршћи и са формираним ендоспермом беличасте боје. Дужина трајања воштане зрелости

зависи од врсте и услова влажности. У повољним условима траје 5-10 дана.

Пуна зрелост одликује се потпуно формираним плодовима који достижу своју специфичну величину, боју и хемијски састав и са саржајем воде 10-15%. Надземна биомаса је сува, најчешће сламасто-жуте боје. Неке врсте трава у фази пуне зрелости доспевају и у физиолошку зрелост, док је другима потребан период мировања. Пуна зрелост је оптимално време за једнофазну жетву зрна (семена). Кашњење у жетви има негативне последице, јер биљке прелазе у период такозване презрелости, која се познаје по ломљењу сувих и кртих стабала и испадању семена из класића У условима обилних падавина семена клијају у класићима и кроз усеве прорастају корови.

Висока пиревина. Ова врста најчешће се размножава семеном. Сетва се може обавити у јесен (октобар), или у пролеће (април). Животни циклус се у години заснивања усева одвија као код једногодишњих правих жита. Будући да висока пиревина у првој години, односно после заснивања усева образује вишегодишње органе, животни циклус биљака се наставља и следећих година. Годишњи циклус започиње рано у пролеће и манифестује успореним порастом секундарних надземних (цветних) стабала. Она избијају из ризома који се налазе у збијеним бокорима. У следећој фенолошкој фази (убрзани пораст стабала или влатање), почетком јуна, цветна стабла достижу висину до два метра. Следећа фенолошка фаза је образовање класоликих метлица, а затим образовање цветова у класићима и цветање. У високе пиревине ова фенолошка фаза траје око месец дана, али је у интерспецијес хибрида она скраћена на 10-15 дана. Сазревање плодова у класићима је почетком јесени. Уколико се биљке покосе пре појаве генеративних органа, она ће се регенерисати и у повољним условима током вегетационе сезоне могу дати 2-3 откоса биомасе, али изостаје образовање плодова. Усев, који је намењен за производњу зрна, у фазу пуне зрелости доспева у току лета. После косидбе биљке ће се регенерисати, а новоформирана лисна маса синтетисаће асимилативе неопходне за животне активности током зиме и пораст нових надземних стабала у пролеће. Стабла образована током јесени су скраћена и обрасла ситнијим

листовима стварајући добро покривену ледину. У листовима ће се задржати део асимилатива (моносахарида), који служе биљци за животну активност током зиме и спречавају њихово измрзавање. Као вишегодишња биљка висока пиревина се уз оптималну агротехнику (планска косидба) и повољне услове спољне средине може користити више од 20 година, за производњу свеже биомасе или комбиновано.

Преријско просо. Ботанички преријско просо је вишегодишња C4 трава која се развија из семена. Као и у осталих проса сетва је у пролеће. У првој години животни циклус се одвија као и у осталих просоликих жита. Клијањем семена образује се један примарни корен и примарно стабло обавијено листићем. Ницање почиње кад из отвореног клициног листића израсте маљави први прави лист. Следеће фенолошке фазе су укорјењавање и бокорење са успореним порастом надземне биомасе. Биљке улазе у фазу влатања 10-15 дана након ницања и она се завршава појавом метлица на вршним интернодијама. Генеративне фенолошке фазе одвијају се сукцесивно и трају 15-20 дана, а потом следе фазе сазревања плодова (семена). Пред зиму се све хранљиве супстанце премештају у подземне органе ризома и коренове, али део лисне масе остаје активан и током зиме. Овај животни циклус понавља се наредних година, као и после сваког откоса, али надземна стабла избијају из вишегодишњих подземних стабала. Ризоми расту већ у почетним фенолошким фазама у првој години живота биљака.

Шпанска трска. Ова биљка врло ретко формира плодно семе и размножава (умножава) се вегетативно, одсечцима ризома. У години садње ризома, као и током вишегодишњег животног циклуса сваког пролећа се из ризома образују једногодишња надземна стабла. Фазе пораста биљака су као код просоликих жита. Животни циклус ове C3 биљке започиње у марту/априлу појавом надземних (цветних) стабала из коленаца ризома (*Rossa et al.*, 1998). Почетни пораст је успорен, али је врло интензивно бокорење. Са повећањем температуре почиње врло интензиван пораст стабала. Када она у првој половини јуна достигну максималну висину (3-4 метра), биљке прелазе у генеративне фенолошке фазе (*Јанковић и сар.* 2017). У овом периоду образују се метлице са класићима у којима су цветови

најчешће стерилни. Уколико се надземна биомаса покоси у вегетативним фенолошким фазама биљке ће се одлично регенерисати, дајући и неколико откоса годишње. Са опадањем температуре ваздуха и скраћивањем дневне светлости завршава се једногодишњи циклус и биљке улазе у период мировања. Фаза технолошке зрелости се препознаје по убрзаном сушењу листова из којих се асимилативи премештају у ризоме. Током јесени и зиме стабла одрвећавају испуштајући вишак воде и кад се осуше (количина воде испод 10%), може се приступити берби. У оптималним условима коришћења биљке шпанске трске остају у засаду око 20 година. После тога опада животна способност ризома, што резултира смањивањем приноса надземне биомасе.

Мискантус је стерилни интерспецијес хибрид, који се умножава само вегетативним путем (резницама ризома). Резнице су делови подземних стабала (ризома), дужине десетак центиметара, са најмање два коленца. У пролеће почиње пораст биљака тако што се из коленаца на ризомима развијају адвентивна стабла која се појављују на површини средином априла. Са ницањем биљака започиње интензиван пораст адвентивних коренова. Следећа фаза је образовање секундарних стабала (бокорење) чији интензитет у години садње зависи од величине резница и услова спољне средине (топлоте и влажности). У каснијим годинама биљке образују значајно већи број секундарних стабала, веома брзо покривајући међуредни простор. Са повећањем температуре ваздуха и дужине дневне осветљености почиње интензиван пораст стабала и образовање нових листова (укупно 8-12). Биљке достижу максималну висину крајем септембра, кад се на вршним интернодијама појаве цвасти метлице са стерилним цветовима. У просечним временским условима, фаза цветања наступа крајем септембра, а у условима повећане влажности (ране јесење кише или наводњавање усева) биљке расту све до половине октобра. Током јесени биљке улазе у фазу физиолошке зрелости. У надземној биомаси опада садржај воде и биљни асимилативи се премештају у ризоме. Ниске температуре ваздуха и јесењи и зимски мразеви убрзавају сушење надземне биомасе и отпадање листова. Биљке доспевају у технолошку фазу током зиме

(јануар–фебруар). Следеће године нови животни циклус биљака започиње порастом нових адвентивних стабала и листова из ризома, кад се земљиште загреје на 10-12°C. Из увећане масе ризома током прве године избија велики број секундарних изданака, што ће резултирати и значајно већим приносом биомасе, која достиже максималне вредности од треће године.

Трстика. У години сетве пораст и развиће биљака одвијају се по фенолошким фазама које се одвијају као и у свих једногодишњих трава. У наредним годинама животни циклус ове вишегодишње траве започиње рано у пролеће, а манифестује се појавом надземних (цветних) стабала из ризома (подземних стабала). Током почетног успореног пораста из збијених бокора избијају бројна секундарна стабла. После временски кратке фазе бокорења наступа убрзани пораст стабала (влатање). Стабла почетком јуна достижу висину око два метра. Следећа фаза је образовање класоликих метлица светлозелене боје, дужине до 30 cm са једноцветним класићима. Цветање траје око 20 дана, биљке су самоопходне, а плодови плевичасте крупе. Уколико се стабла покосе пре цветања, биљке ће се добро регенерисати и у повољним условима током вегетационе сезоне могу се добити 2-3 откоса. Са опадањем температуре ваздуха и скраћивањем дневне светлости биљке улазе у период мировања. Ова фаза познаје се по делимичном сушењу листова из којих се асимилативи премештају у подземна стабла (ризоме). Међутим, током зиме на површини остаје приземни део лисне масе која је фотосинтетски активна чим се температуре подигну изнад 5°C. Ова вишегодишња биљка у повољним условима спољне средине и при правилној косидби може се користити врло дуго, преко 20 година.

Ђ. Гламочлија * Н. Ђурић * Ј. Максимовић

5. УСЛОВИ УСПЕВАЊА ВИСОКИХ ТРАВА

Све биљне врсте које се гаје на обрадивим површинама, као и на природним травњацима изложене су утицају абиотичких чинилаца. Успех у производњи, приноси и квалитет добијеног производа зависе од временских (метеоролошких) и земљишних услова који се заједнички називају агроколошки услови. Временски услови представљају однос биљака према: води, топлоти, осветљености и ваздушним струјањима. Земљишни услови су: утицај хемијских, физичких и биолошких особина земљишта на пораст и развиће биљака.

5.1. ПОТРЕБЕ У ТОПЛОТИ

Однос високих трава према топлоти зависи од њиховог порекла, затим од фазе пораста, као и других абиотичких и биотичких чинилаца. Врсте из субтропских и тропских области имају велике потребе у топлоти током целог вегетационог периода, али могу и да поднесу зимске мразеве уколико су њихови вишегодишњи органи покривени већим слојем земље и малча, формираног од опалог лишћа. С друге стране, врстама из умерених континенталних подручја за несметан годишњи пораст и развиће треба мање топлоте, а ако су добро припремљене за зиму, могу поднети и мразеве без оштећења надземне биомасе. Годишњи пораст трава, од појаве изданака надземних стабала, до физиолошке зрелости семена је 150-200 дана и у том периоду динамика потреба биљака у топлоти везана је за фенолошке фазе. У почетни фенолошким фазама минималне температуре за ницање биљака зависе од географског порекла врсте. За биљке пореклом из суптропских подручја ове вредности су изнад 12°C, а оптималне 25-28°C. У фази ницања пролећни мразеви оштећују изникла стабла, али се оне регенеришу порастом нових изданака. Захваљујући овој способности субтропске врсте се могу

гајити у пределима где су уобичајене појаве пролећних мразева. Врсте које су самоникло распрострањене у пределима оштре континенталне климе са израженим годишњим добима свој вегетативни пораст започињу раније у пролеће, већ при минималним температурама од 5°C. Изникле биљке подносе мразеве, тако да и током благих зима могу имати развијену лисну масу. Са порастом стабала потребе биљака у топлоти се повећавају и оптималне температуре за пораст вегетативних органа су 18-25°C, док су за образовање генеративних органа оптималне потребе 20-25°C. У овом периоду минималне температуре ваздуха треба да буду изнад 10°C, а биљке су остелјиве на мразеве. Сазревањем биљака потребе у топлоти се смањују и при нижим позитивним вредностима надземна биомаса брже губи зелену боју и одвијају се процеси убрзаног премештања асимилатива у подземне органе. Врсте из тропских и субтропских подручја, гајене у условима континенталне климе са израженим годишњим добима, у надземној биомаси губе хлорофил и суше се под утицајем ветрова. С друге стране, биљке пореклом са већих географских ширина у пределима благих зима и без јачих мразева могу на скраћеним надземним стаблима задржати листове формирајући лисне розете.

Високе траве у целини, подносе екстремне топлотне вредности, како зимске мразеве, тако и врло високе летње температуре.

Толерантност на мразеве, чак и врста пореклом из субтропских подручја огледа се у чињеници да се њихови вишегодишњи органи образују испод површине земљишта. Од измрзавања заштићени су слојем земље, али и покривком коју образује биомаса отпалих листова. Стога је најбоље лисну масу током зиме оставити на површини усева. Велике концентрације шећера у ћелијском соку подземних органа повећавају осмотски притисак и омогућују снижење тачке мржњења. Велике количине шећера у ризомима су важне, јер их биљке током зиме користе на животне процесе. Према томе, толерантност на мразеве је врло динамичног карактера. Она је највећа почетком зиме, али се постепено смањује услед смањења резервних хранљивих супстанци. На укупну

толерантност вишегодишњих органа на мразеве негативан утицај могу имати: сувишна влажност слоја у коме се налазе ризоми и већина коренова, као и вода, која се дуже задржава на површини. Смена хладног времена и повремених отопљавања током зиме, такође смањује толерантност на мразеве, јер биљке неравномерно троше резервне шећере на процесе појачаног дисања. У вишегодишњим усевима (засадима) агротехничким мерама се може повећати толерантност биљака на зимске мразеве, посебно врста из топлијих подручја. Оптимална дубина садње ризома обезбеђује формирање вишегодишњих органа у дубљем слоју земљишта, затим правилно избалансиран однос азота, фосфора и калијума, као и оптимална обезбеђеност земљишног раствора фосфором и калијумом. Време косидбе биљака, односно временски размак између претпоследњег и последњег откоса омогућавају већу синтезу асимилатива и премештање у подземне органе, у којима служе као резервна храна током зиме. Све ово указује да је толерантност биљака на мразеве резултат веома сложених физиолошких процеса који се одвијају у биљним органима током предзимског периода.

5.2. ПОТРЕБЕ У ВОДИ

Потребе у води, као и потрошња током вегетационог периода зависе од: врсте, затим од фенолошке фазе и старости усева. Високе траве имају добро развијен коренов систем, чији коренови непрестано расту током вишегодишњег живота биљака. Коренови имају велику усисну моћ и воду могу усвајати из дубљих слојева земљишта. Биљке се одликују ксероморфном грађом и малим коефицијентом транспирације (КТ), испод 400, тако да усвојену воду добро користе. У години заснивања усева (сетва семеном или садња ризомима), високе траве су најосетљивије на сушу, посебно у почетним фенолошким фазама док не образују коренов систем, чији ће се коренови простирати у ширину и у дубину земљишног слоја. У наредним годинама биљке су мање осетљиве на сушу, јер почетком појаве надземних стабала већ имају снажан коренов систем.

Динамика усвајања и потрошње воде по фенолошким фазама је различита. У почетним фазама растења (укорењавање, бокорење), чији временски период зависи од времена заснивања усева (озими или пролећни) високе траве утроше мање количине воде, до 30% од укупних потреба. Са порастом у стабло (фаза влатања) потрошња воде значајно расте, достижући максималне вредности у генеративни фазама (класање, метличење, оплодња и наливање плодова). У овом периоду биљке утроше око 60% воде, а у фазама сазревања плодова око 10%. Оптимална влажност земљишта за високе траве била би 70-80% од максималног водног капацитета (МВК). Ова вредност варира по фенолошким фазама, у бокорењу је 65%, у формирању генеративних органа 85% и у периоду премештања асимилатива у плодове 65-70%.

Недостатак воде у земљишту назива се критични период и први је после сетве ситног семена у земљишном плитком слоју. Да би семе клијало треба да упије 25-50% воде од укупне сопствене масе. Клијање семена се прекида ако је влажност земљишта испод 30% од (МВК). Недостатак воде током бокорења утиче на формирање мањег броја секундарних изданака и краћа стабла са цвастима смањеног броја класића. Други критичан период је у фази влатања, јер у том периоду биљке троше највеће количине воде. У генеративним фазама суша утиче на образовање класића и цветање, што има за последицу повећану стерилност цветова. Критични периоди за водом наступају и после косидбе надземне биомасе, кад услед суше изостаје регенерација секундарних стабала.

Високе траве пореклом из степских подручја осетљиве су на сувишну воду у земљишту, јер изостаје образовање снажнијег кореновог система. С друге стране, врсте из предела обилних падавина (шпанска трска) развијају моћан коренов систем и на земљиштима која су дужи период под водом, јер имају развијено ткиво аеренхим, у коме се скупља кисеоник потребан за животне функције подземних органа.

На крају, треба истаћи да на однос биљака према води, и суши утичу и топлотни услови. На вишим температурама већа је

транспирација, што повећава потрошњу воде, али и евапорација (губитак воде са површине земљишта).

5.3. ПОТРЕБЕ У СВЕТЛОСТИ

Високе траве имају велике потребе у светлости, посебно врсте које синтетишу органска једињења метаболичким С₄ путем. У пределима континенталне климе услови дневног осветљења, како по интензитету, тако и по дневној дужини током летњег периода, у потпуности задовољавају потребе биљака дугог дана. Чак и врсте које су пореклом из услова кратког дана, одлично успевају на дану дужем од 12 часова, јер у различитих интерспецијес хибрида изостаје формирање плодова, а развија се само вегетативна биомаса. Дневна светлост током летњих месеци буде и до 20 часова, што утиче на бујан вегетативни пораст. Да би све биљке биле оптимално осветљене неопходно је за сваку врсту одредити најповољнији вегетациони простор.

Висока пиревина. Врсте рода *Agropyron* успевају на географском простору, од влажних северних (бореалних) предела преко субтропског климатског појаса, до зона сувих шума, у условима средњих годишњих температура ваздуха од 5°C до 19°C (средња вредност 12°C). Биљке успешно презимљавају и на мразевима до -38°C. Потребне укупне количине годишњих падавина су од 300 mm до 2.000 mm. *Falasca et al.*, (2017) истичу да неке врсте расту и уз 125-200 mm падавина. У пределима овако малих количина падавина и у условима смањене температуре подеснија је пустињска пиревина (*Agropyron desertorum*), али је она као сточна храна мање нутритивне вредности. Уз повољнији водни режим (годишње количине падавина и оптималан месечни распоред), као и наводњавањем после првог откоса (испаше) висока пиревина ће се регенерисати, што омогућава добар летњи или јесењи пораст биомасе. Уколико би се уз наводњавање усев прихранио азотом ова врста би по приносу и квалитету биомасе била на нивоу најквалитетнијих трава. Кад се висока пиревина гаји ради семена,

користи се други откос, којим се може постићи принос 382-717 kg ha⁻¹ (Fuller et al., 1982). У хумиднијим подручјима (изнад 500 mm падавина) висока пиревина својом биомасом постаје доминантна врста у травној заједници. Како истиче Lyhagen, (2009) најбоље успева на осунчаним теренима на надморској висини од 300 m до 2.700 m, али може да расте и на делимично засењеним теренима.

Преријско просо. У години заснивања усева преријском просу највише одговарају умерено влажно земљиште и пуно осветљење. Формиран усев у наредним годинама врло добро подноси високе температуре ваздуха и повремене сушне периоде захваљујући чињеници да фиксацију угљеника и синтезу шећера обавља C₄ путем (Silzer, 2000). Како истиче Breedlove, (1986) овај пут фиксације угљеника је врло ефикасан за биљке аридних подручја и високих летњих температура. Овај систем фотосинтезе је омогућио да се једна врста из умереног континенталног климатског поднебља прошири и на субтропске и тропске пределе Централне Америке (Мексико).

После вишевековног потискивања и адаптације преријско просо данас успева у областима где су годишње дневне температуре у опсегу 17-32°C, али је толерантан и на мање и веће вредности, 6-36°C. Изникле биљке у првој години подnose мразеве од -1°C, док на -10°C потпуно измрзавају. У периоду клијања и ницања потребе у топлоти су велике, минималне вредности су 15°C, а оптималне 26-29°C. У таквим топлотним условима и уз повољну влажност сетвеног слоја биљке ће ницати за 3-4 дана. За преријско просо најповољнији водни режим је у пределима са средњим годишњим количинама падавина 500-1.100 mm, али успева и у ариднијим условима са 350 mm (Hanson and Johnson, 2005). Преријско просо је висока трава, која најбоље успева на пуној дневној осветљености и на влажним земљиштима. Међутим, захваљујући постојању различитих екотипова створених природном селекцијом и адаптацијом, данас има широк ареал распрострањености и може се гајити у различитим агроколошким условима. Како истичу McLaughlin and Kszos, (2005) преријско просо је подесно за рекултивацију девастираних и осталих маргиналних земљишта, на којима постаје интересантно станиште између осталог и за племениту дивљач.

Треба истаћи биљке имају врло интензиван пораст касно у пролеће почетком лета, па постоји висок ризик да закорове околне пољопривредне површине, у подручјима у којима бисмо се определили за гајење преријског проса.

Шпанска трска. Иако је пореклом из тропских и субтропских подручја од влажних, умерено влажних, до сувих станишта, ова вишегодишња врста се веома добро прилагодила и условима умерено топле континенталне климе са израженим годишњим периодима. Пораст надземне биомасе одвија се у топлотном режиму од 9°C, до 30°C. Минимална температура ницања изданака је 7°C, док је пољски оптимум око 12°C. У наредним годинама цветна стабла са листовима појављиваће се на површини кад се овај слој загреје на наведену температуру. Надземна биомаса страда на мразу од -1°C, а подземни органи, заштићени слојем земље од десетак центиметара могу да презиме у условима умереног континенталног подручја (*Lambert et al.*, 2010). Биљке током вегетационе сезоне усвајају велике количине воде којом се могу снабдевати и из слојева дубине до два метра захваљујући дубокоходним кореновима. Самоникло расте на стаништима са годишњом количином падавина између 300 mm и 4.000 mm. У ћелијама листова шпанске трске фиксација угљеника је C₃ путем, али је она врло интензивна на високим температурама, као и на пуној осветљености, као и у биљака C₄. О висини фотосинтетског капацитета говори и податак да се на пуном дневном осветљењу и у повољном водном режиму усвајање CO₂ креће у границама 19,8-36,7 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (*Lambert et al.*, 2010). Како аутори истичу варирања синтези органске супстанце зависила су од старости, односно фотосинтетске активности листова.

Уколико бисмо се определили за гајење шпанске трске, као сировине за биогорива, засад би требало заснивати на сувљем земљишту и на осунчаној (присојној) страни, јер ће стабла у време бербе садржавати мање воде како наводе *Dwire and Kauffman*, (2003). Међутим, на сувљим стаништима постоји већа опасност од избијања пожара у засаду у време сазревања надземне биомасе.

Мискантус. Ова биљна врста, посебно интерспецијес хибрид створен у средњој Европи, добро је адаптиран на агроеколошке

услове европског континента. Однос према условима спољне средине зависи и од старости биљака. У години садње топлотни и водни режим су значајни за почетне фазе растења биљака и уколико су повољнији из ризома ће се развити већи број надземних изданака. Према досадашњим сазнањима оптимални појас гајења мискантуса је такозвани кукурузни појас, односно зона са просечном годишњом температуром ваздуха изнад 7°C. *Lewandowski and Jones, (2006)* истичу да европски интерспецијес хибрид мискантуса започиње пролећни пораст на 6°C, што потврђују и резултати наших истраживања (*Dražić et al., 2009; Ђурић и сар. 2019; Ђурић et al., 2022*). Изникле биљке могу да поднесу краткотрајне мразеве до -2°C без већих оштећења (*Mladenović Glamočlija et al., 2021*), док ризоми остају живи и ако су дуже изложени температури до -6,5°C. Презимљавање ризома у земљишту је успешно и ако зимски се мразеви спусте до -20°C, док ризоми мискана могу издражати до -14°C. Оптимални топлотни режим за фотосинтетску активност мискантуса је смена ноћних и дневних температура у распону 20-30°C (*Clifton-Brown and Lewandowski, 2002*). Ови аутори истичу да највећу активност листови имају уз повећани интензитет сунчевог осветљења на почетку и при крају вегетационе сезоне, што омогућава да се добију веома високи приноси надземне биомасе. Мискантус је како закључују *Głowacka et al., (2015)* високотолерантан и на повремена захлађења током годишњег пораста (ноћне температуре 7-9°C и дневне 12-13°C). Даљим падом температуре убрзава се сушење надземне биомасе, хранљиве супстанце се премештају у ризоме, потом опадају листови, а стабла губе значајан проценат воде. Специфичан однос мискантуса према топлоти омогућио је да неке врсте овог рода послуже за укрштање са шећерном трском. Новостворени генотипови имају већу фотосинтетску активност и при нижим температурама и подnose слабије мразеве истовремено дајући значајно већу биомасу од родитељских компоненти.

Потребе мискантуса у води су велике и у природном водном режиму добро успева у пределима са најмање 600 mm падавина, добро распоређених током вегетационе сезоне (*Glamočlija et al., 2018*). Уколико се жели искористити висок генетички потенцијал

родности генотипа годишње количине падавина треба да су око 800 mm (*Maksimović et al.*, 2019). После летњег откоса, ако се мискантус користи за добијање гасовитих биогорива обавезно је заливање, да би се биљке до почетка зиме регенрисале и припремиле за презимљавање (*Dželetović et al.*, 2013). Неповољан природни режим влажења у критичном периоду за водом може узроковати мањи принос биомасе и презимљавање ризома услед мањег прилива хране потребне за зимски период и пролећни пораст изданака (*Clifton-Brown and Lewandowski*, 2000). Мискантус има велике потребе у светлости и биљке не подносе засену. Интензитет светлости за фотосинтезу има велики значај, будући да мискантус синтетише шећере С₄ путем. Усвајање СО₂ и фотосинтеза су најинтензивнији на пуној дневној светлости, дужине трајања више од 12 часова. Ову чињеницу потврђују и резултати до којих су дошли *Głowacka et al.*, (2015) доказавши да је у контролисаним условима нето фотосинтетичка асимилација СО₂ значајно већа него у већине биљака из породице трава.

Анализа метеоролошких услова и њихов утицај на продуктивност мискантуса показују да се овим енергетским усевом могу постићи значајно већи приноси биомасе. Уколико би се усев у пролеће прихранио азотом и обавило заливање у периодима критичним за воду или после косидбе свеже надземне биомасе мискантус би за области умерене континенталне климе био најбољи енергетски усев (*Ђурић и сар.* 2019; *Maksimović et al.*, 2019).

Трстика. Ова вишегодишња трава, пореклом из прохладних подручја северне хемисфере самоникло расте у пределима у којима су температуре ваздуха најхладнијег месеца у години у распону од -12,5°C до 4,7°C, а у најтоплијем месецу од 15,1°C до 21°C. Данас постоји велики број форми које су различито прилагођене на зиму, али су европске у целини толерантније према мразевима. Како закључују *Klebesadel and Dofing*, (1991) максимална фотосинтеза трстике је на температурама од око 20°C. Са порастом ове вредности до 38°C активност фотосинтезе смањује за више од 20%, јер припада групи биљака са фотосинтетским С₃ путем. Наведени подаци указују да трстика није подесна за субтропску или тропску климу. Трстика

усваја веће количине воде из земљишта и највише јој одговарају предели са годишњом количином падавина до 2.000 mm. Поред тога велики број форми успева и у ариднијим подручјима са годишњом сумом падавина изнад 450 mm. Ове форме највећу биомасу образују у сезони кад су падавине обилније (пролеће и јесен), док у сушној биљке улазе у период успореног пораста (*van der Valk and Bliss, 1971*).

У пределима са мање падавина које су сезонског карактера трстика је интересантна за гајење, јер почиње свој вегетативни пораст рано у пролеће, тако да на већим географским ширинама може да буде приноснија од многих вишегодишњих трава. На влажним стаништима врло је инванзина, јер се шири пузећим ризомима, формирајући густе и непробојне ледине, што је значајно уколико се гаји ради бробе против ерозије водом на обалама река и језера. Трстици су за пораст вегетативне биомасе, као и за генеративно развиће неопходни дуги летњи дани и пуно светлости. Експерименти у контролисаним условима осветљења показују да у јакој хладовини (23% од потребне светлости), биљке образују само 3-5% биомасе коју дају при пуној сунчевој светлости (*Iannone and Galatowitsch, 2008*). Стога трстику не треба гајити испод дрвећа, јер у условима хладовине крошања приноси биомасе опадају за 50-77% (*Kim et al., 2006*).

Познавањем услова успевања, односно потреба биљака према топлоти, води и светлости требало би је увести у систем гајења на влажнијим земљиштима и користити произведену биомасу на више начина, уз напомену да је веома подесна за заштиту од ерозије. Према ширењу биљака ван површина предвиђених за гајење трстика се дефинише као инванзивна трава.

5.4. ОДНОС ПРЕМА УСЛОВИМА ЗЕМЉИШТА

Успех у производњи сваке биљне врсте зависи од квалитета земљишта и то у првом реду од: његове природне плодности, реакције земљишног раствора, као и физичких и биолошких особина. Најбоља земљишта су она на којима није потребно изводити посебне мелиоративне поправке. У ову групу сврстани су сви типови чернозема, затим ливадске црнице, плодне гајњаче, смонице неутралне реакције, као и алувијална земљишта, под условом да током зиме нису дужи период угрожена подземним водама.

На земљиштима такозване друге категорије успех у производњи зависи од облика и интензитета претходно примењених агротехничких и мелиоративних мера поправке. У савременој биљној производњи уз примену најновијих агротехничких мера и земљишта која су била мање подесна за гајење биљака (дужи низ година необрађена, делимично оштећена ерозијом или на неке друге начине девестирана), могу се пре заснивања усева (засада) рекултивисати применом различитих мера поправке, на пример: калцификацијом, дренажом, одводњавањем, наводњавањем, уношењем већих количина стајњака, компоста или сидерацијом, појачаном минералном исхраном биљака, затим разривањем подорничног слоја земљишта у циљу сузбијања плужног ђона, који може настати као последица дуготрајне плитке обраде земљишта.

Према томе, уз мања или већа улагања, сваки тип земљишта може се користити за гајење дугогодишњих усева (засада) високих трава, уколико је добро обезбеђен биљним асимилативима, продубљеног орничног слоја, умерено влажног слоја у коме се формирају коренови и ризоми и да је неутралне, слабо киселе или слабо алкалне реакције.

Висока пиревина. Велики број самониклих форми ове врсте је добро прилагођен на различите типове земљишта. Оне расту на киселим влажним површинама, затим на заслањеним степским травњацима и алкалним шумским земљиштима, у распону рН 5,3-9,0.

Висока пиревина успева на земљиштима која су подложна поплавама сланом водом уз морске обале, где је ниво подземне воде неколико центиметара испод површине, али и на теренима са подземном водом испод једног метра. Подноси пролећне поплаве и таложење муља по површини, затим умерене летње суше, али је мање је толерантна на смањену влажност земљишта од усколисне пиревине (*Elymus lanceolatus* Scribn. & J.G. Sm. Gould). У погледу физичких особина земљишта висока пиревина подједнако добро успева како на лаким песковитим, средњим иловастим, тако и на тежим глиновитим. Оплемењивањем самониклих форми и сложеним системом укрштања са неким врстама пшеница, добијени су гајени генотипови најтолерантнији на заслањена земљишта. Како истичу *Wagoner and Schauer*, (1990) поједине сорте високе пиревине могу да поднесу и до 1% растворљивих нитратних соли у земљишту. Уз друге повољне услове успевања приноси биомасе високе пиревине остају непромењени при нивоу салинитета од 6.000 ppm до 18.000 ppm. Биљке опстају на земљиштима са нивоом електричне проводљивости од 26 mmhos cm⁻¹ (*Ogle et al.*, 2008). Висока пиревина у фази мировања може преживети пожаре, али је опоравак биљака доста спор.

Уколико бисмо се определили за гајење савремених хибрида ради зрна или биомасе (сточна храна или биогориво), вишегодишњи усев високе пиревине требало би засновати на иловастом до глиновитом и добро дренираном земљишту, побољшаних хемијских и физичких особина. Земљиште би требало квалитетно припремити за сетву ситног семена.

Преријско просо. Будући да је вековима расло широм Северне Америке и било потискивано на запад до Стеновитих планина, његов метаболички C₄ пут чини га изузетно ефикасним у коришћењу воде и биљних асимилатива, из теже приступачних облика у земљишту. Данас преријско просо самоникло расте на било ком умерено плодном, добро дренираном земљишту у широком интервалу рН, од 4,9-8,2. Међутим, најбоље му одговара благо кисела, до благо алкална реакција земљишног раствора, рН 6-7. Чињеница да је веома је толерантно на широк спектар типова

земљишта, од плодних, до запуштених маргиналних и девастираних, преријско просо се може гајити и на земљиштима мање подесним или чак и неподесним за гајење основних ратарских усева. Под усовом преријског проса после неколико година ова земљишта постају продуктивне пољопривредне површине. У Северној Америци, где се оно највише и гаји, фармери заснивају вишегодишње усеве на земљиштима субоптималних особина (плитког орничног слоја, на нагибима и слично), претежно за производњу хране за домаће животиње и племениту дивљач, или и на теренима који су укључени у програме очувања од даље ерозије. Преријско просо је једна од најважнијих вишегодишњих зељастих врста која има потенцијал за рекултивацију и квалитативну промену пољопривредног пејзажа.

На природним стаништима се налазе две потпуно издиференциране форме прилагођене долињским и брдско-планинским пределима. Долинске форме имају дуге ризоми и формирају густе природне ливаде, а форме са већих надморских висина на пливим земљиштима образују краће ризоми и бусенасте бокоре. Оплемењивањем добијене су бројне сорте, намењене за различите микроуслове станишта и начине коришћења. Већина ових сорти успешно се гаји на земљишту које није подесно за производњу широкоредних усева (кукуруза или сиркова). Таква земљишта су она која су изложена свим видовима ерозије, као и песковита и шљунковита или повремено влажена са задржавањем воде на површини после отапања снега или поплава.

Шпанска трска. Природна станишта самониклих форми су влажна земљишта, неутрално до слабо алкалне реакције, која се налазе на широком простору од Медитерана преко Блиског истока, источних области Африке, јужног Арапског полуострва, до Индије. Према физичким особинама земљишта биљке нису пробирљиве, па добро успевају на лаким песковитим и шљунковитим земљиштима, као и на тешким глинушама. Највише им одговарају влажна дренирана земљишта, где производе густе монотипске састојине. Како су установили *Bhanwra et al.*, (1982) шпанска трска брзо расте на земљишту контаминираном кадмијумом, арсеном и оловом, услед ограничене транслокације ових тешких метала од корена до

надземних изданака. Стога се сврстава у групу ретких биљака високотолерантних на тешке метале. Полазећи од чињенице да је здравље екосистема, као и животна средина, у целини све више угрожено услед присуства тешких метала, шпанска трска би се могла користити за фиторемедијацију угрожених локалитета. Највише ових површина је поред канала отпадних вода, сточарских фарми, рудника и њихових прерађивачких погона. У свету је све више региона у којима је земљиште у процесу деградације под утицајем биотичких и абиотичких чинилаца. Последице ових процеса су опадање природне плодности услед смањене количине хумуса, као и све већа дезертификација. У циљу спречавања процеса даље деградације пољопривредних површина истраживачи *Guo et al.*, (2010) извели су дугорочна истраживања (14 година) са три различита система биљне производње. У истраживањима су били вишегодишњи травњаци, трополни ратарски плодоред (права и просолика жита и махунарке) и шпанска трска. На основу добијених резултата аутори су закључили да се на пољима шпанске трске повећао проценат органске супстанце, затим органских једињења угљеника, као и угљеника у микробној маси. Ови параметри су позитивно утицали и на стварање хумуса у земљишту под засадом шпанске трске.

Шпанска трска, као и већина вишегодишњих ризоматских трава показују неколико позитивних особина. То су енергетски усеви високе продуктивности и занемарљивих потреба за допунском минералном исхраном биљака, јер интензивно рециклирају хранљиве супстанце у својим ризомима, Биљке имају способност изузетног интензитета секвестрације (неутралисања) угљеника у земљишту. Већина ових трава је веома толерантна на алкална земљишта и слану воду, као и уопште на стрес услед биотичких и абиотичких чинилаца.

Мискантус. Кад је у питању однос енергетских усева према земљишту један од бенефита је да те биљке дају високе и стабилне приносе биомасе, уз мале потребе за допунском исхраном и да успевају на разноврсним типовима земљишта, укључујући и маргинална. На тај начин својим заузећем таквих површина имају минималан утицај на производњу хране (*Lin et al.*, 2019).

Према бројним досадашњим истраживањима као веома користан енергетски усев је триплоидни интерспецијес, који се због бујног пораста назива гигантски мискантус Овај хибрид је добијен укрштањем диплоидне врсте *Miscanthus sinensis* и тетраплоидне *Miscanthus sacchariflorus*, припада категорији најбољих енергетских усева умерене континенталне климе (*Lewandowski and Clifton-Brown*, 2000; *Џелетовић и Гламочлија*, 2011; *Икановић и сар.* 2015; *Lewandowski et al.*, 2016; *Clifton-Brown et al.*, 2017). Од родитељских врста наследио је многе повољне морфолошке особине, између осталог: снажан коренов систем, који током вишегодишњег живота непрестано расте и разгранав се продирући у веома дубоке слојеве земљишта. Захваљујући снажној усисној моћи и високој толеранцији на тешке и штетне метале, коренови се могу образовати у свим типовима пољопривредних, шумских, маргиналних, запуштених и девастираних земљишта (*Clifton-Brown and Lewandowski*, 2002; *Дражић et al.*, 2010; *Џелетовић and Гламочлија*, 2015; *Икановић и сар.* 2015; *Максимовић et al.*, 2019). На основу резултата досадашњих истраживања наведени аутори истичу да мискантус успева на свим типовима пољопривредних земљишта. Зависно од циља производње треба се одредити за онај тип земљишта на коме се могу постићи најбољи производни резултати. Према нашим искуствима то су сви типови чернозема, ритске црнице, смонице и гајњаче.

Међутим, како су ова земљишта подеснија за гајење ратарских усева производњу мискантуса за потребе енергетског сектора треба организовати на земљиштима мање повољних хемијских и физичких особина, затим на запуштеним пољопривредним површинама уз претходну агромилиоративну поправку (*Ђурић и сар.* 2015).

Заснивање засада на деградираним и девастираним (контаминираним) земљиштима изводи се ради фиторемедијације ових површина, као и околног животног простора. То могу да буду декоративни засади, затим засади уз фабричке и сточарске објекте, саобраћајнице, на ловним подручјима и слично. Резултати аутора *Дражић и сар.* (2010); *Икановић и сар.* (2015); *Clifton-Brown et al.*, (2017) показали су да се и на таквим површинама, уз појачану

агротехнику, могу остварити приноси биомасе која се може комерцијално употребити као сировина за добијање биогорива.

Трстика. Самоникло се јавља најчешће на иловастим до глиновитим, али и на тресетним земљиштима, често и на површинама које су неподесне за гајење било ког ратарског усева (*Evans and Ely*, 1941). Површине подесне за гајење трстике су водолавне равнице, предели уз речне токове, као и приобална подручја поред већих акумулација воде (баре и језера). Толерантна је на кисела земљишта рН од 5 па навише (*Anonutous*, 2007). На земљиштима повољнијих физичких особина (у првом реду оптималан водно-ваздушни режим) добијају се два откоса годишње и при мањим улагањима у производњу. У већини предела северне Европе таквих земљишта има све више услед процеса ерозије, па трстика постаје значајна врста подесна за затрављивање ових површина. У зависности од природне плодности земљишта на коме је заснован, одређује се и начин коришћења овог вишегодишњег усева. Како истиче *Lord*, (2015) зависносно од улагања у производњу, добиће се приноси биомасе која се може користити као сточна храна, затим у хемијској индустрији, за добијање целулозе и папира, или као сировина за добијање биогаса или биоетанола.

Допунска улагања у производњи трстике (појачана исхрана азотом и фосфором) имаће позитиван утицај на принос биомасе трстике, али ефекти допунске исхране зависе и од особина земљишта. На јако забареним земљиштима ефекти појачане допунске исхране биљака изостају, како истичу *Jason and von Ende*, (2008).

Трстика, као и остале високе траве има низ добрих особина кад су у питању земљишни услови успевања. У првом реду, може се гајити на земљиштима неподесним за ратарску производњу, тако да остварена производња сировине за употребу у енергетске (или друге сврхе) не умањује површине неопходне за добијање хране за људе и домаће животиње. На овим маргиналним земљиштима уз мала допунска улагања остварује се комерцијално исплатива производња и земљиште се после низа година гајења трстике оплемењује и постаје подесно за ратарске и повртарске усева, или воћне засаде (*Dickinson*, 2009).

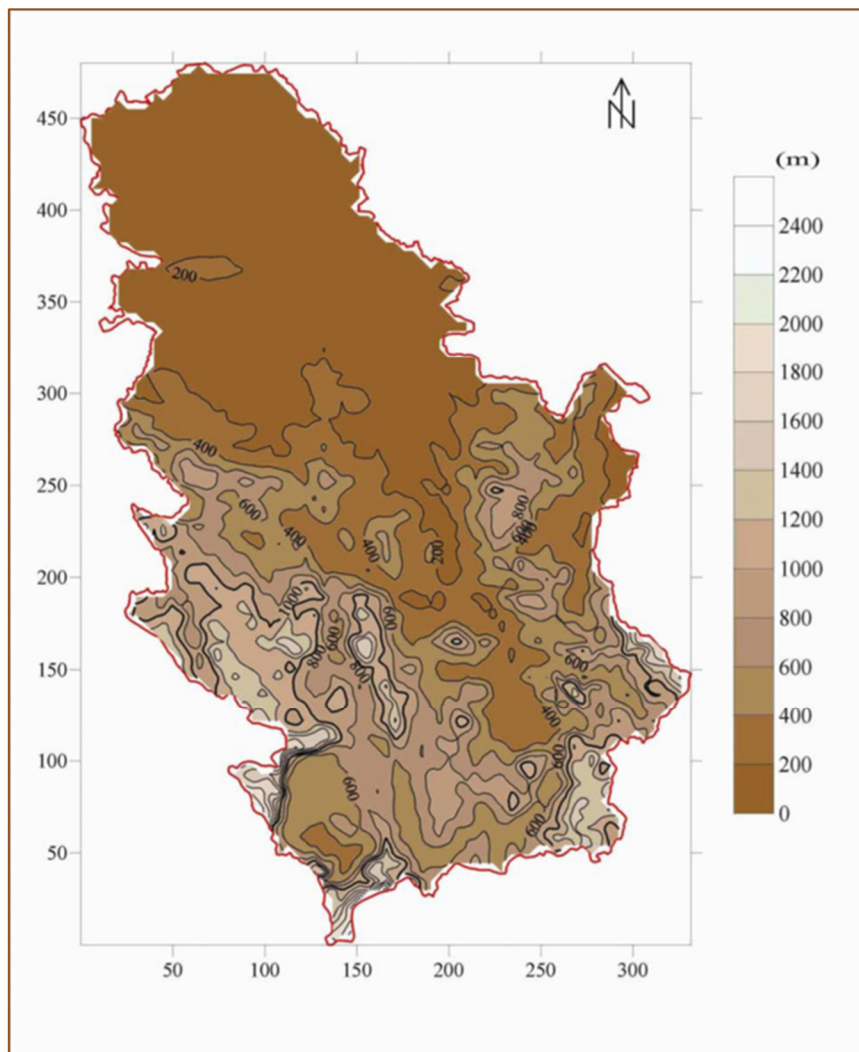
6. ГЕОГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СРБИЈЕ

Република Србија је континентална држава у Југоисточној Европи, која се простире између $41^{\circ}53'$ и $46^{\circ}11'$ северне географске ширине и $18^{\circ}49'$ и $23^{\circ}00'$ источне географске дужине. У односу на географски положај Република Србија припада панонском, средњеевропском и балканском региону. Северним делом лежи у Панонској низији која се простире у Средњој Европи, док се део територије јужно од Саве и Дунава налази на Балканском полуострву. Припада Подунавском геопростору будући да кроз њену територију протиче једна од најзначајнијих пловних река на европском континенту. Територија Републике Србије позиционирана је тако да чини природну и најкраћу копнену везу Европе и Азије. Административно је чине три целине: Централна Србија, Аутономна покрајина Војводина и Аутономна покрајина Косово и Метохија. Укупна површина Републике Србије износи 88.499 km^2 од чега Београдски регион и Војводина (Север Србије) заузимају 24.848 km^2 а Шумадија, Западна, Источна и Јужна Србија и Косово и Метохија (Југ Србије) 63.651 km^2 , са укупном дужином граница од $2.361,7 \text{ km}$ (*Стат. Год. Срб. 2020*).

Законом о територијалној организацији Републике Србије (*Сл. гласник РС. 2020*) државу чине општине, градови, град Београд као територијална јединица и Аутономне покрајине као облик територијалне аутономије. Према последњим аурираним подацима Републичког завода за статистику, територијалне јединице Републике Србије чине 30 области, 197 општина, градских општина и градова, од чега је: градова 29, градских општина 28, и 6.158 насељених места (*Стат. Год. Срб. 2020*).

У односу на надморску висину површина Републике Србије је разнолика. Најнижа тачка (28 m н.в.) налази се код ушћа Тимока у Дунав, док је највиша, планински врх Ђеравица (2.656 m н.в.) на

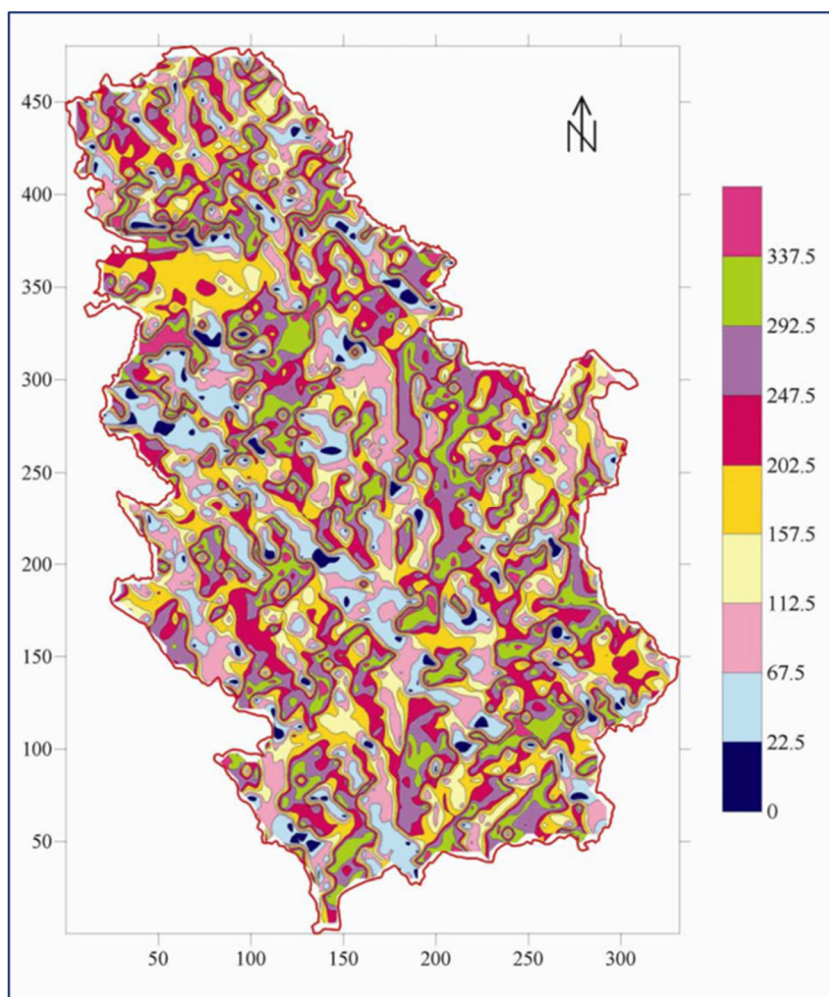
Проклетијама, на граници са Албанијом. Највиши врх у Централној Србији је Миџор (2.169 m н.в.) на Старој Планини, а у Војводини Гудурички врх (639 m н.в.). И поред великог распона у појединим деловима територије уопштено говорећи Република Србија има повољан висински склоп рељефа. Резултат квантитативне анализе рељефа добијен анализом хипсометријске карте рељефа Србије показао је да се 35,5% (31.370 km²) територије налази на надморској висини нижој од 200 m, до 1.000 m надморске висине 88,2% територије Србије (77.790 km²), од 1.000 до 2.000 m 11,6% (10.147 km²), а преко 2.000 m налази се свега 0,3% рељефа (225 km²) (Манојловић и сар., 2004). Просечна надморска висина рељефа Републике Србије износи 473 m. Уједно ово показује да су по геоморфолошкој подели 35,5% површина територије Републике Србије низије, 88,2% низије, брежуљкасто-брдски терени и ниске планине, док су средње и високе планине заступљене на 11,6% односно 0,3% површине територије (слика 1). Северни део Србије – Војводина, претежно је равничарски, док су централни и јужни делови Србије брдовити и планински. Равнице се налазе у Панонској низији и њеним ободним деловима: у Мачви, Посавини, Поморављу, Стигу и Неготинској крајини у Источној Србији (Секуловић и Гиговић, 2008).



Слика 1. Карта висинске зоналности рељефа Републике Србије
(Манојловић и сар. 2004).

У погледу нагиба терена Републике Србије, утврђено је да су на 64,6% територије (57.056 km²) заступљени нагиби до 10°, нагиби од 10° - 20° на 28,4% (25.100 km²) и свега 7% (6.203 km²) нагиби преко 20° (Манојловић и сар. 2004). Важна морфометријска карактеристика рељефа за пољопривредну производњу, коју треба споменути поред надморске висине и нагиба терена је и експозиција терена.

Орјентација нагиба терена у односу на страну света значајан је фактор који утиче на температуру ваздуха и земљишта, евапотранспирацију и заступљеност вегетације, односно избор гајених врста. Карта експозиције рељефа чије су вредности експозиција изражене у азимутима приказана је на слици 2 (Манојловић и сар. 2004). Категорије експозиције рељефа приказане припадајућим азимутом и класификација терена на основу његовог потенцијала у зависности од експозиције за коришћење у пољопривреди (Борисов и сар. 2011) приказани су у табели 14.



Слика 2. Карта експозиција рељефа Републике Србије
(Манојловић и сар. 2004)

Табела 14. Категорије експозиције терена (*Костић и сар.* 2014).

Експозиција терена	Азимут (°)	Погодност експозиције у пољопривреди
Северно орјентисан терен	0-22,5	Неповољан
Северно источно орјентисан терен	22,5-67,5	Неповољан
Источно орјентисан терен	67,5-112,5	Повољан
Југоисточно орјентисан терен	112,5-157,5	Најповољнији
Јужно орјентисан терен	157,5-202,5	Најповољнији
Југозападно орјентисан терен	202,5-247,5	Најповољнији
Западно орјентисан терен	247,5-292,5	Условно повољан
Севернозападно орјентисан терен	292,5-337,5	Неповољан
Северно орјентисан терен	337,5-360	Неповољан

Разноврсност у рељефу Републике Србије а последично и у осталим природним карактеристикама, становништву, структури насеља и привреде условило је поделу Србије на две макрорегије: Панонску и Планинско-котлинско-долинску макрорегију (*Павловић*, 2019а, 2019б), чије су најбитније одлике са аспекта теме проучавања, описане у даљем тексту.

Панонску макрорегију Србије чине Војводина која се простире у јужном делу дна Панонског басена и Перипанонска Србија у јужном делу обода. У рељефу Панонске макрорегије доминирају низије, док су острвске планине бројније на ободу, него на дну.

Војводина граничи Републику Србију на северу са Мађарском, на истоку са Румунијом, на западу са Републиком Хрватском и југозападу са Босном и Херцеговином. Чине је Срем, Банат и Бачка које су међусобно подељене рекама Тисом, Савом и Дунавом. Највећа је континуелна равница у Србији у чијем се рељефу издвајају две планине, две пешчаре и лесне заравни.

Срем чине равнице и планински део са највишим врхом Црвеним Чокотом на 539 m надморске висине на Фрушкој гори. Посматрајући геодиверзитет Срема могуће је издвојити четири основне морфолошке целине. То су: хорст Фрушке горе, лесна зараван, лесна тераса и алувијална раван Дунава и Саве (*Крајић*, 2013). Издвојени облици рељефа разликују се по надморској висини, геолошкој подлози, микрорељефу и различитој дубини подземне воде што је све условило образовање великог броја различитих типова земљишта која се могу сврстати у неколико редова (*Антоновић и сар.* 1976; *Танасијевић*, 1972). Тако се на релативно малој територији регије појављују чернозем и његови варијетети, гајњаче, ритске и ливадске црнице, алувијум, солончак и солоњец. Иако по површини најмања субрегија у Војводини карактеришу је значајна хидролошка обележја. Најзначајнији токови овог подручја су реке Дунав, Сава, Босут и Студва и напуштени меандар Саве - речно језеро Обедска бара. У хидролошком погледу значајне су и бројне вештачке акумулације – језера, на јужним падинама Фрушке горе, које служе за наводњавање, заустављање наноса, акумулацију вишка вода и др. намене. За одводњавање Фрушкогорских вода, великог броја бара и мочварног земљишта на овом терену и смањење високог нивоа подземних вода којом су угрожене знатне површине, ископани су многи канали од којих су познатији Римски, Галовица и Земун-Добановци. Срем је интензивно пољопривредно подручје са највећом површином под ораницама и баштама на којима се највише гаје жита и индустријско биље, затим под ливадама и пашњацима. Вишегодишњи засади винове лозе и воћа су заступљени на обронцима Фрушке горе чија је експанзија и ширење површина интензивно последњих година.

Банат је највећа је субрегија у Војводини, смештена у њеном источном делу. Доминантан низијски предео субрегије прекидају Вршачке планине као највиши део Војводине (Гудурички врх 641 m) и највећа пустиња Европе - Банатска или Делиблатска пешчара. Значајне рељефне целине које треба поменути су Павлишко-кикиндска раван, Белоцркванска котлина, Источнобанатска утолегица, Банатска и Тамишка лесна зараван. У плитким и

широким долинама Дунава, Тисе, Тамиша и Бегеја истичу се простране квартарне равни и терасе, са инундационим равнима. Територија Баната је хидролошки разноврсна и богата регија. Већи речни токови су Дунав, Тиса, Тамиш, Бегеј, Златица, Караш и Нера а мање реке и речице Галацка, Брзава, Моравица, Набела. У Банату се налази и већи број речних језера, бара и мочвара. Копово, Острово, Русанда и Окањ су типична ерозивно-флувијална језера позната под називом мртваје. Најпознатија вештачка језера су Белоцркванска језера, настала експлоатацијом шљунка и Вршачко језеро, експлоатацијом песка и глине за потребе грађевинарства. На територији Баната налази се и неколико језера – рибњака: Ечка, Вршачки ритови. Банат је у својој прошлости био синоним мочварних површина које су прокопавањем канала култивисане и претворене у данас продуктивне пољопривредне површине. На овом простору је позната Царска бара Специјални резерват природе коју чине три међусобно повезане баре. Педолошки покривач Баната је сличан педолошком покривачу осталих регија Воводине. У долини река су алувијална земљишта и ритске црнице. На вишим теренима је чернозем који доминантан тип земљишта, а слатине су око Тисе, Златице, Бегеја и других река. Смоница и гајњача има око Вршца и Беле Цркве.

Бачка је смештена у западном делу Војводине и представља највећу континуелну равницу у Србији. На основу морфометријских, геолошких и морфогенетских својстава територија Бачке се дели на лесне заравни, лесне терасе, алувијалне равни и пешчару. Суботичка (Бачка) пешчара се налази на крајњем северу Бачке, уз границу са Мађарском, на подручју Суботичко-хоргошке пешчаре (*Новаковић-Костић Радмила, 2015*). Површина Суботичке пешчаре је покривена песком, песковитим лесом и лесом. У Бачкој пешчари се смењују песковите и лесне оазе, чије су површине од некадашњег живог песка и пашњака, претворене у оранице под виноградима или шумама. У равној и падавинама оскудној Бачкој, ограниченој Дунавом и Тисом токови су кратки и ретки – Криваја, Јегричка и Мостонга, Кереш, Чик. У Војводини је 1977. године изграђен хидросистем "Дунав-Тиса-Дунав" са основном наменом спровођења

мелирационих мера, сакупљања сувишних унутрашњих вода и исушивање водоплавних површина (*Павић и сар.* 2012). Од укупне површине хидросистема на територији Бачке дужина канала износи 129,7 km. На територији Бачке, налазе се еолска, речна и вештачка језера. Еолска су Палићко, Лудашко, Келебијско, Крваво и Слано језеро. У групу речних језера на територији Бачке убрајају се Мртва Тиса, Провала, Тиквара и Бегечка јама. Сланастих језера и бара било је и раније, нарочито у западним деловима Бачке, између Телечке лесне заравни и српско-мађарске границе, чије су непродуктивне површине, замочварене и заслањене мрежом канала у одређеном степену мелиорисане. Чернозем је доминантан и најраспрострањенији тип земљишта наведеног подручја. Зависно од тога на каквој се подлози образовао издваја се чернозем карбонатних-лесних заравни. Он захвата највеће површине Бачке лесне заравни и Тителског брега.

Перипанонска Србија је смештена на делу јужног обода Панонског басена и чине је Западна и Средња Србија у којој су за разлику од северног дела макрорегије, изражене знатне висинске разлике у рељефу и сложенија геолошка и педолошка структура. На јужном ободу Панонског басена у Србији налазе се плодне низије у речним долинама (Мачва, Посавина, Колубара, Тамнава, Велико Поморавље, Стиг, Браничево).

Западну Србију чине Посавска Србија на северу и Подриње са Подгорином на југу Западне Србије. Граница између Посавске Србије (на северу) и Подриња са Подгорином почиње од мачванског одсека преко планине Цер, тако да северна подгорина ове планине припада Српској Посавини, док јужна подгорина Цера припада регији Подриње (*Живановић, 2014*).

Посавску Србију чине микрорегије Мачва, Шабачка Поцерина, Шабачка Посавина, Обреновачка Посавина, Доња Колубара и Тамнава. Посавска Србија је равничарки предео са побрђем, на простору јужно од доњег тока Саве. Најзначајније морфолошке целине су Мачва као најпростарнија низија овог дела Србије и највећа макроплавина у Србији, и острвске планине. Цер је највиши део регије (687 m н.в.), смештен са десне стране Дрине.

Влашић се налази између река Јадра и Тамнаве. Регија је богата површинским и подземним водама али и термоминералним изворима. Хидролошко обележје подручја чине граничне реке Сава, Дрина и Колубара са својим притокама. При наглом отапању снега и обилнијим пролећним падавинама, Сава и Колубара су у прошлости често плавиле, због чега су подизани одбрамбени насипи за заштиту земљишта од поплава. Река Сава и данас меандрира и помера своје корито. Чернозем у Посавини је крајња северна зона његовог распрострања у Перипанонској Србији и представља природни наставак черноземне зоне из Војводине. Јавља се у Мачви на неколико локалитета и подтипова. Псеудоглеј је најдоминантнији тип земљишта у Посавини и налази се у Мачви, на таласаном рељефу шабачке Посавине и Поцерине, Тамнаве и Доње Колубаре. Гајњаче највише има Мачви и местимично у већим или мањим површинама по целој регији. Површине под алувијом налазе се у долини Дрине, Саве, Колубаре, Уба и Тамнаве. Највеће моћности су у Мачви, док су у осталим деловима знатно плићи. У педолошкој структури подручја срећу се још смоница у Мачви и ритска црница у депресијама (*Танасијевић и сар.* 1966). Повољни агроколошки услови Посавску Србију сврставају у значајан пољопривредни рејон у чијој структури доминирају ратарска и повртаска производња. Воћарство заузима значајне површине на брежуљкастим теренима. Брдско-планински простор регије је под шумом, а природне ливаде и пашњаци на равничарским и брежуљкастим теренима. Ово је условило и развијену сточарску производњу подручја. У овом подручју се налазе највеће резерве лигнита у Доњој Колубари. За потребе експлоатације исељена су многа насеља и разоране пољопривредне земљишне површине.

Подриње са Подгорином чине Подрињска Србија са микрорегијама Лешница, Јадар, Рађевина и Азбуковица, и Подгорина са Ваљевским планинама и Ваљевском котлином. Ток реке Дрине на западној страни регије граничи Републику Србију са суседном Босном и Херцеговином (*Живановић,* 2014). Смештена је до Посавске Србије на северу и Западног Поморавља на југу. Читав крај Подриња са Подгорином испресецан је дубоко усеченим долинама

Дрине, Јадра, Лешнице, Ликодре, Горње Колубаре, њихових саставница и притока (*Новаковић-Костић*, 2015). Поред острвских планина на северу (Цр и Иверак) најкрупнији облици рељефа на западу су подрињске планине (Гучево, Борања, Јагодња и Соколске планине) и на југу ваљевске планине (Медведник, Јабланик, Повлен, Маљен и Сувобор) и истоимена котлина у Горњој Колубари.

Брдско планински рељеф, клима и геолошко порекло подручја утицали су на богатство речних токова и термоминералних извора. Најзначајнији су слив Дрине, део слива Колубаре и цео слив Јадра и Лешнице. Хидроенергетски потенцијали река регије су искоришћени за изградњу вештачких акумулација. Преграђивањем реке Дрине настало је Зворничко језеро, а Црног Радаља најмлађе, Радаљско језеро. На просторну диференцијацију педолошког покривача утицале су разлике у надморској висини, геолошком саставу, количини падавина у региону и других чинилаца. У долинским деловима регије заступљен је алувијум, и то су уједно највеће површине обрадивог земљишта на којој се гаје ратарски и повртарски усеви. У брдско-планинском делу Подриња и Подгорине налази се псеудоглеј. На највишим брдско-планинским пределима Подрињско-ваљевских планина заступљена су смеђа земљишта, формирана на различитим типовима стена (кречњаку, шкриљцима, граниту, дијабазу, пешчару, итд.). Рендзина је заступљена само на Гучеву и Рајцу, ранкери на Маљену и Сувобору. Местимично су заступљене гајњаче и смонице али су њихове површине занемариве у односу на претходне доминатније земљишне типове (*Танасијевић и сар.* 1966). Брежуљкасти предели погодни су за воћарство, док је сточарство традиционално развијено на ливадама и пашњацима брдско – планинских предела регије (*Живановић*, 2014).

Средњу Србију чине Шумадија (укључујући шумадијске делове београдске микрорегије), две долинске регије - Западно Поморавље и Велико Поморавље и у најисточнијем делу Стиг и Браничево.

Шумадија је смештена на јужном ободу Панонског басена у границама између Саве и Дунава на северу, Западне Мораве на југу, Колубаре, Љига и Дичине на западу и Велике Мораве на истоку

(*Новаковић-Костић*, 2015). Највиши рељефи су планина Рудник у средишњем делу Шумадије, затим у оквиру истог масива Островица, северно од њих Венчац, Букуља, Космај и Авала, а јужније Јухор, Гледићке планине, Котленик, Црни Врх, Јешевац и Вујан. Доминантна морфолошка обележја поред планина чине Београдска, Пиносавска, Рипањска, Качерска и Брезовичка површ и Крагујевачка, Гружанска, Левачка и Беличка котлина. Рудник је хидрографски чвор Шумадије, јер се од њега водени токови зракасто разилазе према Великој и Западној Морави и Колубари (*Новаковић-Костић*, 2015). Најзначајније реке су Раља, Јасеница, Рача, Лепеница, Осаница, Белица, Лугомир, Каленићка, Гружа, Чемерница, Љиг, Качер, Турија, Пештан, Топчидерска река и др. У Шумадији је изграђено више вештачких језера у циљу снабдевања водом градова и индустрије, регулисања токова, туризма. Поред Гружанског језера које је највећа вештачка акумулација у Шумадији, значајна су Грошничко, Шумарице и Бубањ језеро у сливу Лепенице, Језеро Гараши или Букуља и др. На овако великом подручју разноврсне геолошке подлоге, специфичне климе и хидрографије формиран је велики број различитих земљишних типова и подтипова који се често смењују на простору Шумадије. На нижим просторима Шумадије доминирају смонице и гајњаче. Гајњаче су развијене на брежуљкастим површинама, умереног нагиба и малих надморских висина, а смоница на прелазу од речних долина ка суседним планинама. На сличном терену заступљен је и псеудоглеј. Најнижи терен дуж река покрива алувијално земљиште, а местимично се среће и делувацијум. На брдско-планинском подручју Шумадије заступљена су смеђа земљишта, формирана на различитим типовима стена (кречњаку, шкриљцима, граниту, дијабазу, пешчару, итд.). На мањим површинама заступљен је чернозем (Београдска Посавина и Подунавље). Шумадија је пољопривредни регион са највећим површинама под ораницама, затим ливадама и пашњацима, воћњацима и на најмањој површини се налазе виногради. Шума има на око 20% територије. (*Гламочлија и сар*. 2015). Рудно богатство Шумадијских планина је разноврсно (олово, цинк, хрома, никла, гвожђа, магнезита и др.) али недовољно искоришћено.

Западно Поморавље се налази на контакту јужног обода Панонског басена и Планинско-котлинско-долинске макрорегије у најјужнијем делу Перипанонске Србије. Простире се долином Западне Мораве у којој се смењују котлине и клисуре. Идући од запада ка истоку њих чине: Пожешка котлина, Овчарско-кабларска клисура, Чачанско-краљевачка котлина, Марковачко сужење, Врњачка котлина, Трстеничка сутеска, Трстеничка котлина, Стопањско сужење, Крушевачка котлина и Мрзеничка сутеска. Планине Котленик, Гоч, Јелица, Столови, Овчар и Каблар налазе се на ободу регије. Највећи хидролошки извор регије почиње у Пожешкој котлини спајањем Голијске Моравице, Ђетиње и Скрапежа у Западну Мораву. Дужином њеног тока од 210 km до Сталаћа хидролошком потенцијалу регије доприносе Чемерница са Дичином и Груза као леве притоке, и Бјелица, Ибар, Пепељуша и Расина које притичу са десне стране реке. Водни потенцијал Западне Мораве искоришћен је за изградњу вештачких акумулација од којих су познате Овчарско-кабларско језеро и Међувршје, чији се капацитети користе као хидроелектране за добијање електричне енергије. Парменачко језеро је изграђено за потребе наводњавања пољопривредног земљишта у Чачанској котлини, али се његови капацитети нису у потпуности користили. На овим просторима налазе се разноврсни земљишни типови. Највеће површине под алувијалним земљиштем налазе се у долини Западне Мораве и њених већих притока, а незнатне у долинама мањих река. Смонице се јављају на брежуљкастим теренима већих котлина. Гајњача има у неколико мањих оаза и углавном су то деградирани типови гајњача. У Чачанској котлини се простиру изнад појаса смоница. Псеудоглеј је једно од доминатних типова земљишта у Западном Поморављу, а налази се и смеђе земљиште образовано на различитим стенама (на андезиту, шкриљцима, кречњаку) углавном на ободним планинама, на ободу Пожешке котлине, затим у Овчарско-кабларској клисури. Скелетоидна црница на серпентину јавља се на западним и југозападним падинама Гоча и Делувијум око Врњачке бања (Танасијевић и сар. 1965). Мање од половине пољопривредног земљишта је под ораничним површинама (Гламочлија и сар. 2015) и

углавном се на нижим деловима регије гаји поврће, на брежуљкастим жита и крмно биље, и на вишим су под травњацима и шумама.

Велико Поморавље зазима простор од Сталаћке клисуре на југу до Дунава на северу, долином Велике Мораве. Овај простор представља потонули део старе Родопске масе, ограђен Карпатско-балканским планинским луком на истоку и унутрашњим појасом Динарида са низом шумадијских острвских планина на западу (*Зеремски*, 1969). Доминантне целине у долини Велике Мораве су горња и доња котлина и клисура. Ужу и краћу Горњовеликоморавску котлину на југу, од дуже и шире Доњовеликоморавске котлине на северу регије, одваја Багрданска клисура. Најзначајнији ток регије је река Велика Морава са великим бројем притока. За цео ток, од Сталаћа до Дунава, најважније су Каленићка, Белица, Лугомир, Лепеница, Јасеница као леве притоке и Јовановачка река, Црница, Раваница и Ресава са десне стране. Дужина тока Велике Мораве је 185 km док површина слива све три Мораве износи око 43% Републике Србије (*Новаковић-Костић*, 2015). Због мале разлике у надморским висина од настанка до ушћа (око 65 m) и конфигурације терена, река доста меандрира и у периодима високог водостаја излива у небрањеним зонама обале. Регија је богата и подземним водама које су, иако на различитим дубинама, доступне за локалну примену у наводњавању. У подручју Великог Поморавља заступљени су по производним способностима различити типови земљишта. У њиховом распрострањању постоје извесне законитости и правила су орографског размештаја. Највеће површине под алувијалним земљиштем налазе се дуж Велике Мораве и њених притока, од Сталаћке клисуре до Дунава. Гајњаче и смонице са подтипovima и варијететима простиру се на побрђу уз леву и десну страну тока, док су на највишим теренима заступљена скелетоидна и скелетна земљишта (*Даквић*, 1969). Поред ових типова у педолошком покривачу регије местимично се среће чернозем на северу, и барско земљиште и делувивијум уз плавни алувијум (*Танасијевић и сар.* 1965). Велико Поморавље је једно од најинтезивнијих пољопривредних региона Србије. На преко 70% пољопривредног земљишта гаје се ратарски усеви, поврће, крмно и индустријско биље (*Гламочлија и*

сар. 2015). На осталим пољопривредним површинама налазе се воћни засади и виногради, и у истом односу и ливаде и пашњаци.

Стиг и Браничево су смештени на јужном ободу Панонског басена и припадају крајњем североисточном делу Перипанонске макрорегије. Налазе се између Великог Поморавља на западу, Дунава на северу и планинско-котлинско-долинске Источне Србије. Стиг обухвата равничарски и брежуљкасти предео у сливу доње Млаве, од Горњачке клисуре до ушћа у Дунав. Браничево представља брдско-брежуљкасти предео у сливу доњег Пека, од Каонске клисуре до ушћа у Дунав. У долини доњег тока Млаве издвајају се алувијална раван дуж Млаве, брежуљкасто-валовити терен у коме се налазе и улегнућа Стиг и Петровачко поље, и брдовити терен дуж леве и десне стране који у правцу југа и југоистока прелази у Хомољске планине и Бељаницу. На потезу између Рама и Голупца налази се комплекс Рамско-Голубачка пешчара коју чине Пожеженска, Градиштанска и Рамско-затоњска са израженим дугачким и високим динама (*Танасијевић и сар.* 1965). Промене у савременом изгледу рељефа Стига, на простору Ћириковца и Дрмна, од средине двадесетог века интензивирани су експлоатацијом лигнита у Костолачном угљоносном басену. Као последица антропогеног деловања експлоатациона поља постају огромне депресије дубоке стотинак метара, док се на другој страни формирају одлагалишта отквивке и јаловине висине и преко 60 m. (*Кузман и сар.* 2009; *Степановић*, 2011). Поред промене изгледа простора, експлоатација угља изазвала је и климатске, хидрографске, педолошке и биоеографске промене које ће наставити да се интензивирају у будућем периоду експлоатације (*Степановић*, 2011). Хидролошко обележје регије су реке Дунав, Млава и Пек. Због честих поплава, рукавац Дунава код Рама преграђен је на оба краја (*Новаковић-Костић*, 2015). Вештачки створено Сребрно језеро налази се на десној обали Дунава. Педолошки покривач чине чернозем у Стигу који представља крајњу јужну черноземну зону, алувијални нанос у долини Пека и Млаве, ливадско земљиште, а на вишим и удаљеним језерским терасама, смоница. Гајњача се налази на великом пространству и скоро континуелно покрива простор од Стига до иза Пека на исток. Мању распрострањеност у педолошком

покривачу подручја имају делувијум, ритска црница, минерално барско земљиште. Педолошки покривач на простору Рамско-Голубачке пешчаре чине песак, живи и слабовезани песак (*Танасијевић и сар.* 1965; *Антоновић и сар.* 1975; *Filipović*, 1959). У структури пољопривредног земљишта Стига и Браничева највише су заступљене оранице и баште а на осталом проценту су површине под ливадама и пашњацима, воћњацима и виновом лозом.

Планинско-котлинско-долинска макрорегија Србије је део Планинске макрорегије Балканског полуострва која се налази између сувог Панонског басена на северу и Јадранског басена на југозападу. Чине је Југозападна, Јужна и Источна Србија. У рељефу доминирају планине (веначне и громадне) које припадају Динаридима, Карпато-балканидима и Српско-македонској маси (Родопиди).

Југозападну Србију чине субрегије Косово и Метохија, Стари Влак и Рашка и Ибарско-копаонички крај. Косово и Метохија су котлинске регије, док су Старовлашко-рашки и Ибарско-копаонички делови регије планински и долински. Сходно томе, мезорегију карактеришу и највеће висинске разлике у Србији. Косово и Метохија су као котлинске регије у распону 350-600 m док се над котлинама са друге стране, дижу високе планине: Проклетије (Ђеравица 2.656 m), Шара (Љуботен 2.496 m) и Копаоник (Панчићев врх 2.017 m). Значајне планине Југозападне Србије су Златибор, Голија, Тара, Златар, Озрен, Јадовик, Гиљево, Мучањ, Голија, Радочело, Јавор, Троглав, Чемерно, Рогозна и Јелица. Педолошка структура Косова и Метохије је разнолика и сложена и у зависности је геолошке подлоге и рељефа кога чине равнице у речним долинама, побрђа и брдско-планински предели. Срећу се рендзине, смонице, кисело земљиште на шкриљцима, рудо земљиште на кречњаку, лесивирана земљишта, псеудоглеј и колувијум (*Ивовић и Мијовић*, 1969). У Ибарско-копаоничком крају су заступљена земљишта карактеристична за планински односно долински део. Срећу се ранкери, подзоли и подзоласта земљишта, смеђа кисела земљишта, алувијална земљишта, смонице, рендзина, ранкери, гајњаче и смеђе-силикатно земљиште. Брдско-планински крај Старог Влаха и Рашке пресецају речне долине и сјеничко-пештерска висораван, различитог геолошког

састава и вегетације које су имале значајну улогу у формирању земљишта због чега су она већином плитка, неразвијена и хидроморфна. У овој регији су заступљене смоница, рендзина, хумусно-силикатно земљиште, минерално барско и тресет на Пештеру, смеђа земљишта на различитим стенама (кречњак, лапорац, флишу и пешчару, шкриљцима, роњњацима, дијабазу), камењар, псеудоглеј, алувијум и коливијум (*Павичевић и сар.* 1968).

Пољопривредна производња и поред природних потенцијала није довољно искоришћена и добро организована. Углавном су површине под котлинама и долинама обрадиве а сточарство је развијено на ободу и већим надморским висинама под пашњацима и ливадама. Регија је изразито шумовита и позната по рудном богатству различитих минерала и више врста угља.

Јужна Србија је јужни део Централне Србије, која се на северу простире до Балканске Србије, на истоку се граничи са Бугарском, на југу са Северном Македонијом и на западу са Косовом и Метохијом. Централни положај Јужне Србије заузима регија Јужно Поморавље који чини слив истоимене реке, западни чине Топлица и Јабланица и источни Власина и Крајиште. Доминантни облици рељефа су речне долине и котлине најзначајнијих река, Јужне Мораве, Топлице, Јабланице, Власине и средње и високе планине Гољак, Скопска Црна Гора, Кукавица, Бабичка гора, Велики и Мали Јастребац, Пасјача, Видојевица, Радан, Соколовица, Мајдан, Бесна Кобила, Варденик, Чемерник, Громада, Руј планина и друге. Хидролошки је богата регија коју чине бројне реке, Власинско језеро и бројна мања и велик број термоминералних извора. Изражене разлике у рељефу, геолошкој грађи и клими утицали су на образовање знатног броја типова земљишта различитих производних способности. Најквалитетнија земљишта Јужне Србије налазе се у долинама и котлинама где је заступљено алувијално земљиште, смоница и гајњача и у брдско-планинском подручју псеудоглеј. На планинском подручју заступљени су ранкер, камбисол, сирозем, литосол и у ерозионим подручјима и колувијум у подножјима, које се најчешће користи као ливаде, пашњаци и шуме. Пољопривредно најразвијенији предели и обрадиво пољопривредно земљиште налазе

се у долинама и котлинама већих река, где су поред ратарских усева значајне и површине под поврћем. Најзначајнији воћарски регион је Топлица, а сточарству погодује велико учешће ливада и пашњака у структури коришћења пољопривредног земљишта на вишим пределима региона.

Источна Србија је смештена у источној зони веначних планина и чине је Карпатска Србија на северу и Балканска на југу. Граничи се са Румунијом и Бугарском на истоку и простире се од Ђердапа на северу до слива Власине и долинских развођа према Великој и Јужној Морави. Карактеристична је висинска рашчлањеност рељефа Источне Србије од најниже тачке код ушћа Тимока у Дунав (28 m н.в.) преко бројних долина и котлина, и ниских, средњих и високих планина (Шомрда, Хомољске, Бељаница, Кучајске, Црни врх, Велики и Мали Крш, Стол, Мироч, Велики Гребен, Дели Јован и Стара и Сува планина, Сврљишке планине, Озрен, Девица, Ртањ, Тресибаба, Белава итд). Највећа и најдужа Ђердапска клисура налази се у овом делу Србије, и на њеном изласку је, преграђивањем реке Дунав, изграђено највеће вештачко језеро у Србији. Поред Ђердапског, значајна су Борско, Грлишко језеро и друга мања и велики број термоминералних извора. Најзначајнији хидролошки потенцијал чине реке Млава, Пек, Велики, Црни и Бели Тимок, Ресава, Нишава, Сокобањска Моравица, Сврљишки и Трговачки Тимок. Педолошки покривач Источне Србије, у зависности од рељефа, геолошке подлоге, климе подручја и вегетације, чине бројне систематске јединице. У речним долинама и котлинама то су алувијална земљишта, ритска и ливадска црница, смонице и гајњаче. Псеудоглеј се јавља на терасама и у брдско-планинском подручју. Колувијума има у подножју терена под ерзионим процесима, и одређене површине излуженог чернозема на лесним наслагама дунавског Кључа. На брдско-планинском подручју распрострањени су ранкери, подзоли, рендзина, смеђа земљишта на различитим супстратима, камењар, литосол и већина њих се у зависности од производних способности користи у виду пашњака, ливада или је под шумским покривачем (*Антуновић и сар.* 1974, 1975, 2008). Већи привредни потенцијал подручја су налазишта бакра и

угља, док су природни потенцијали за пољопривредну производњу недовољно искоришћени и распоређени. Углавном се ратарска и повртарска производња спроводи на најплоднијем земљишту у долинама река, а на већим надморским висинама у зони ливада и пашњака, сточарство.

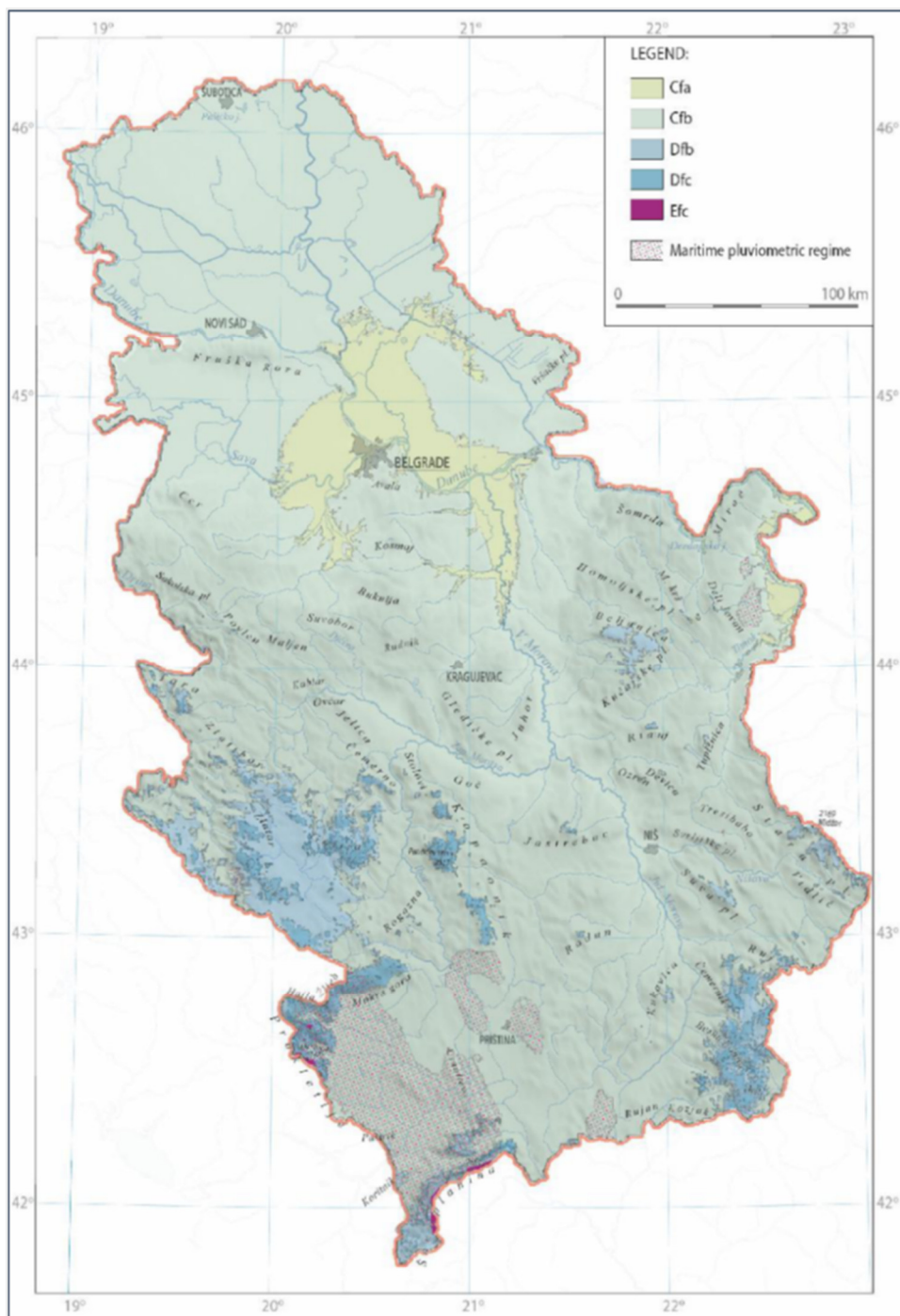
6.1. КЛИМАТСКИ УСЛОВИ СРБИЈЕ

Пољопривредна производња је по својој природи високо позиционирана делатност зависна од климатских услова региона у ком се изводи. Одвија се на отвореном пољу због тога се често назива „фабрика под небом“. Појединачан утицај климатских елемената на раст и развиће биљних врста немогуће је валоризовати а често ни одвојити, јер су они међусобно повезани и делују комплексно. Клима, земљиште и биљка су један систем који се међусобно условљава.

Република Србија се, као држава са релативно малом површином, одликује разноврсним климатским типовим и специфичностима. На то утичу у првом реду изложеност струјања ваздушних маса различитих особина као и модификовање њихових особина под утицајем рељефа (Миловановић и сар. 2017). Према положају Србија се налази у средини зоне северног умереног појаса, што је сврстава у поднебље умерено континенталног климата. Међутим, географске целине као што су Алпи, Средоземно море и Ђеновски залив, Панонска низија и долина Мораве, Карпати и Родопске планине као и брдско планински део са котлинама и висоравнима детерминишу битне синоптичке ситуације значајне за време и климу Србије (РХМЗ, 2016). Исто тако, на просторну расподелу климатских елемената, утичу и локални фактори, експозиција терена, хидролошки систем, вегетација и урбанизација. Рашчлањеност и разноврсност облика рељефа, од побрђа до високих планина, котлине и простране долине са великим бројем река и језера, чине климу Србије у појединим деловима веома различитом. Војводина, источна Србија, и Поморавље због отворености према

северу, су под утицајем континенталне климе северне и источне Европе, Метохија медитеранске, док су у западним и југоисточним деловима Србије услед рашчлањености рељефа заступљени специфични климатски услови (*Ракићевић*, 1982). Републички хидрометеоролошки завод Србије издваја умерено континенталну и планинску климу на територији Србије (*РХМЗ*, 2016).

Регионализацију климе Србије, према најпознатијој Кепеновој (Көррен) класификацији која се базира на временским приликама, на основу педесетогодишњег периода посматрања (1961-2010.) урадили су *Milovanović et al.*, (2017) и издвојили три типа климе са више подтипова (слика 3).



Слика 3. Климатска регионализација Србије према Кепеновој класификацији (Milovanović et al., 2017).

На највећем делу Србије заступљена је умерено топла и влажна клима са топлим летом (Cfb клима) и континенталним плувиометријским режимом. У оквиру ове климе издвајају се мањи региони са медитеранским и прелазним плувиометријским режимом (источно од планина Дели Јован и Мироч, Метохија, планина Црнолева, део северно и североисточно од Приштине, као и регион око изворишног дела реке Јужне Мораве). Умерено топла и влажна клима са жарким летом (Cfa клима) и континенталним плувиометријским режимом заступљена је у Централној Србији и Војводини на подручју Великог Поморавља, Шумадије, средњег и јужног Баната, Срема, Кључа и Неготинске Крајине (на теренима до 120–140 m н.в.). Умерено хладна и влажна клима, са топлим летом и континенталним плувиометријским режимом (Dfb клима) заступљена је на низијским теренима Централне Србије. На југозападу, југу и југоистоку Србије, на планинским пределима изнад 1.200 m н.в. заступљена је умерено хладна и влажна клима, али са прохладним летом и континенталним плувиометријским режимом (Dfb клима). Виши делови Шар планине и Проклетија (до приближно 2.250 m н.в.) имају маритимну варијанту овог типа климе. Хладна и влажна клима са прохладним летом (Efb клима) заступљена је на најмањој површини Србије, на Проклетијама и Шари на теренима преко 2.250 m н.в. (Milovanović et al., 2022; Milovanović et al., 2017). Основни климатски елементи који одређују могућност развића, продуктивност и квалитет производа гајених биљних врста су температура, светлост, падавине, влажност и ветар.

Температура

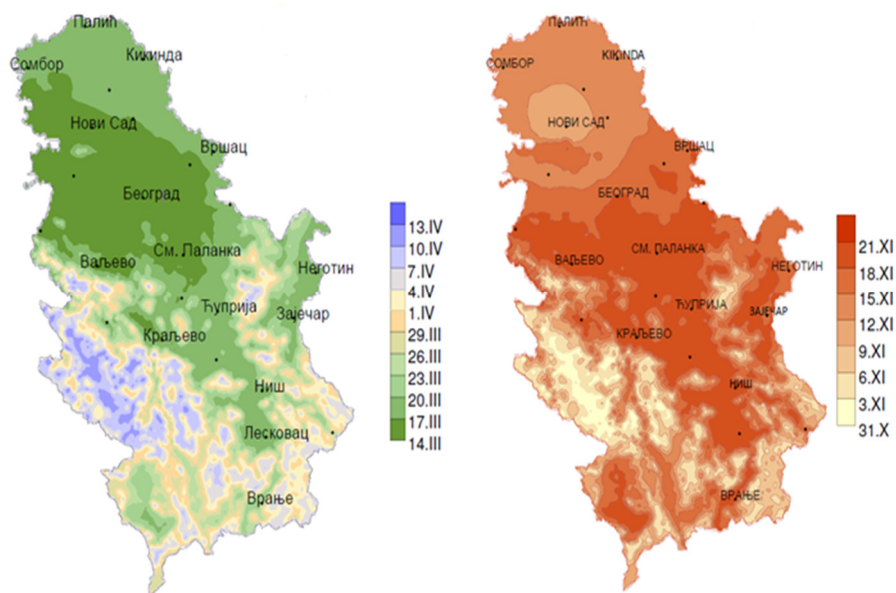
Највећи део територије, северни равничарски, обод Панонске низије, нижи делови уз речне долине и брдовити терени западне, централне и источне Србије и котлине на југу Србије, имају просечне годишње температуре ваздуха између 10 и 12°C. Изуетак је Београд, са преко 12°C услед великог утицаја урбанизације. Просечну годишњу температуру ваздуха од 2 до 4°C имају највиши југоисточни планински делови, и испод 2°C југозападне и јужне Србије (Milovanović et al., 2018).

У Србији су изражена сва четири годишња доба, са најтоплијим летњим месецом јулом и најхладнијем зимском, јануаром. Просечне годишње температуре ваздуха током лета у Војводини и Поморављу износе око 21°C, а у региону Београда, неготинског подручја на крајњем истоку Србије и око Призрена достиже и до 22°C. На планинском подручју од 1.000 m нв до 1.250 m нв налазе се у распону од 14,3 до 16,3°C, на око 1.500 ниже су од 12°C, и 10°C на надморској висини од око 2.000 метара (Миловановић *et al.*, 2017). Просечне јануарске температуре око 0°C заступљене су у већем делу Србије. На највишим планинским подручјима бележе се најниже просечне јануарске температуре ваздуха испод -4°C.

Потребе биљака за топлотом нису једнаке за све биљне врсте. Познавање трајања, почетка и завршетка периода са средњом температуром ваздуха изнад 5°C и 10°C има практичан значај у пољопривредној производњи. Суме активних и ефективних температура ваздуха изнад 5°C и 10°C користе се у пољопривреди као основни термички показатељ могућности гајења одређене биљне врсте у неком подручју и одређивања граница за њену рентабилну производњу.

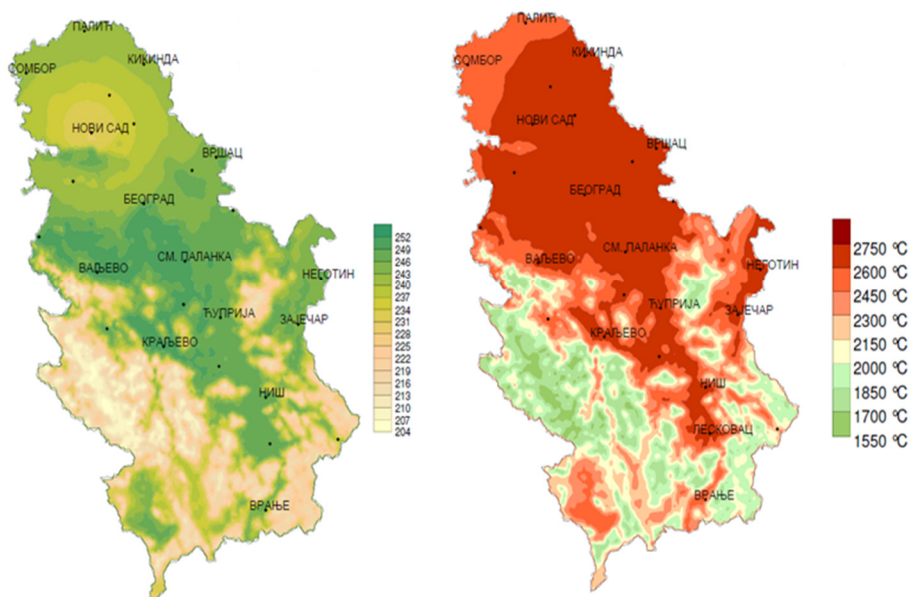
Агрометеоролошком анализом просторне расподеле температура у Србији одређени су вегетациони периоди погодни за биљне врсте температура ваздуха изнад 5°C и 10°C којој припадају већина ратарских усева који се гаје у Србији.

Према агрометеоролошкој анализи просторне расподеле температура на основу вишегодишњег просека у Србији, почетак вегетационе сезоне биљних врста температура ваздуха изнад 5°C почиње средином марта у Војводини, Посавини, Подунављу, Поморављу и делу источне Србије у долини Тимока, затим крајем марта и до средине априла у нижим деловима Јужне Србије (долина Дрима и Врањска котлина) и највишим пределима Планинско-котлинско-долинске Србије. Крај вегетације почиње од краја октобра на вишим пределима Планинско-котлинско-долинске Србије, средином новембра у Војводини и на крају у централним деловима Србије (слика 4).



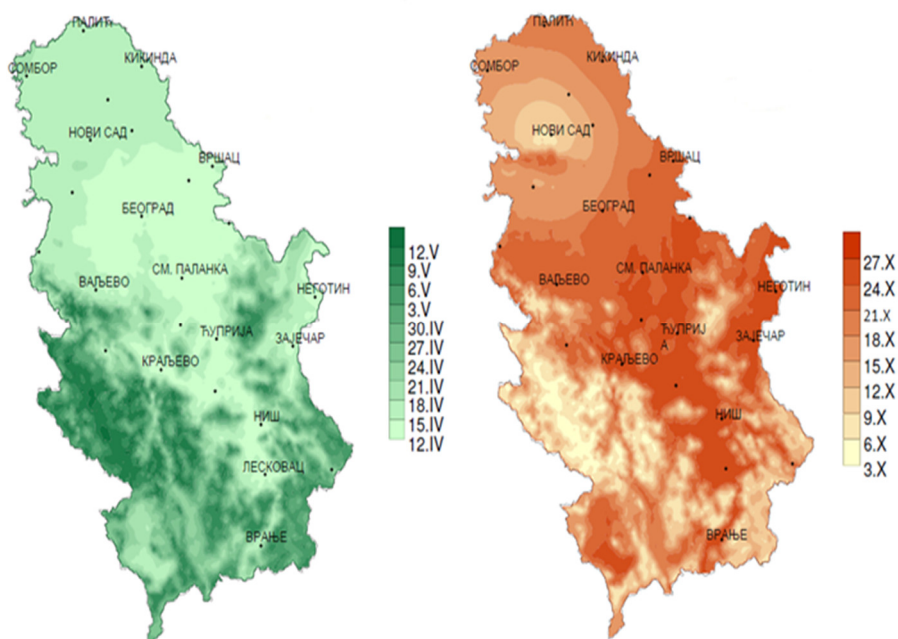
Слика 4. Почетак (лево) и крај (десно) вегетације за температурни праг од 5° С за период од 1949. до 2005. у Србији (Радичевић, 2013)

Најмање трајање вегетације на основу вишегодишњег просека за температурни праг од 5°С, на територији Републике Србије износи 204 дана а најдуже 252 дана у години. Сума ефективних температура за дуг вегетациони период креће се од 1.550°С до 2.750°С.



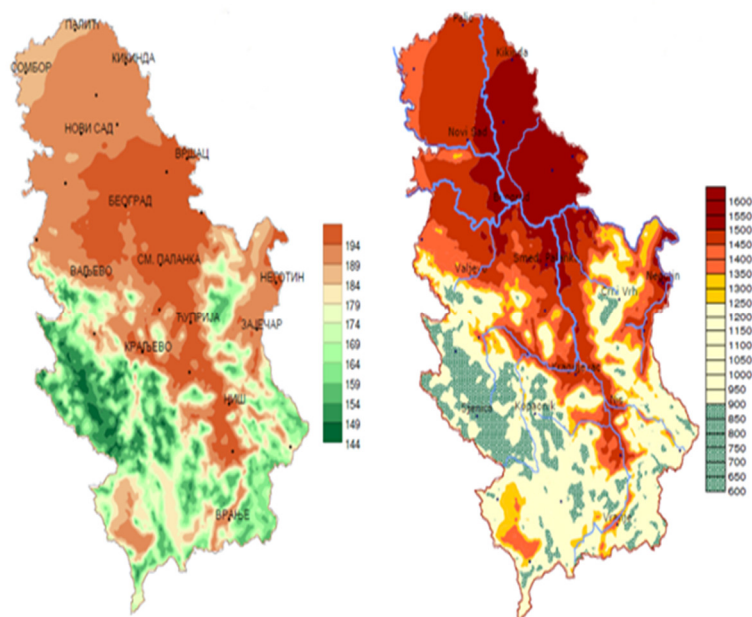
Слика 5. Дужина вегетације (лево) и ефективне температурне суме (десно) за температурни праг од 5°C за период од 1949. до 2005. у Србији (Радичевић, 2013)

Почетак вегетационе сезоне биљних врста температура ваздуха изнад 10°C почиње средином априла на нижим теренима у већем делу Србије, најраније у Подунављу и Посавини, до средине маја на највишим деловима Планинско-котлинско-долинске Србије. Крај вегетације почиње у првој недељи октобра на вишим пределима Планинско-котлинско-долинске Србије, средином месеца у Војводини и на крају у централним деловима Србије. Период се најкасније завршава у подручјима где прво почиње (слика 6).



Слика 6. Почетак (лево) и крај (десно) вегетације за температурни праг од 10°C за период од 1949. до 2005. у Србији (Радичевић, 2013)

Најмање трајање вегетације на основу вишегодишњег просека за температурни праг од 10°C, на територији Републике Србије износи 144 дана а најдуже 194 дана у години. Сума ефективних температура за вегетациони период креће се од 600°C до 1.600°C (слика 7).



Слика 7. Дужина вегетације (лево) и ефективне температурне суме (десно) за температурни праг од 10°C за период од 1949. до 2005. у Србији (Радичевић, 2013)

За термичку погодност неког подручја битни су и подаци о екстремним температурама, вероватноћи појаве зимских, позних пролећних и раних јесењих мразева и топлотних таласа. Без обзира у којој се фенолошкој фази јављују, високе температуре ремете водни биланс и нормално снабдевање биљке водом. Оне се обично у Србији јављају у најважнијим генеративним фазама и нарушавају процес опрашивања и оплодње, наливања и сазревања, а као последица јављају се штура зрна, пуцање плодова или исушивање.

Највиша температура ваздуха у Србији од 44,9°C, забележена је у јулу 2007. у Смедеревској Паланци. Посматрајући временске прилике последњег петогодишњег периода (2017-2021.), високе температуре забележене су у августу 2017. у Ђуприји (41,6°C), и у јуну 2021. у Смедеревској Паланци (40,7°C).

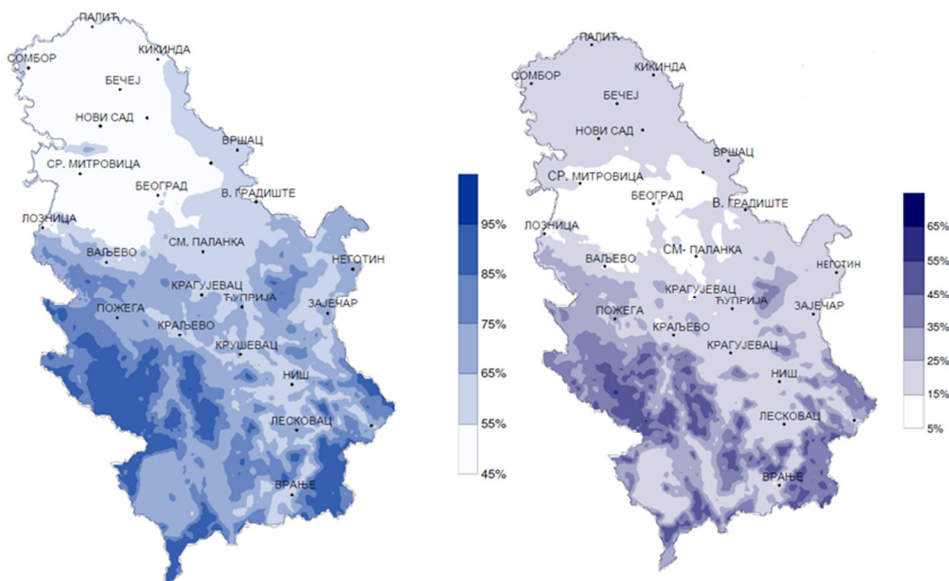
Летњих дана у вишегодишњем периоду (1981-2010.) у нижим пределима Србије има у просеку од 90 до 111, док у вишим пределима тај број не прелази 40.

Просечан број тропских дана у вишегодишњем периоду (1981-2010.) у већем делу нижих предела Србије иде од 31 до преко 50, док се у вишим пределима ретко бележе и не прелазе 5. У последњем петогодишњем периоду (2017-2021.) редовна је појава већег броја тропских дана од вишегодишњег просека, са највећим одступањем од 32 дана више у 2021. години.

Ниске температуре такође наносе штете пољопривредној производњи. Појава мрза у хладном делу године је нормална појава у Србији и то је једна од ограничавајућих околности о којој треба водити рачуна приликом планирања биљне производње на неком подручју. Многе биљне врсте су адаптиране уз специфичне механизме да подносе ниске температуре које уз правовремену и адекватну агротехнику проводе у мировању и успешно презимљавају. Ипак штете наносе јаки мразеви када усеви нису заштићени снегом. У Србији је појава мразева од -15°C на пољопривредном подручју честа појава, а редовна на већим надморским висинама. Према расположивим подацима РХМЗ појава јачих мразева од -21°C се јавља једном до два пута у десет година а чешће само на највишим планинским пределима југозападне и југоисточне Србије (слика 8).

Просечан број ледених дана током године у вишегодишњем периоду (1981-2010.) на највећем делу Србије је око 40, а изузетно преко 80 у планинским подручјима. У последњем петогодишњем периоду (2017-2021.) број ледених дана креће се око просечних вредности.

Много неповољнију појаву представљају позни пролећни мразеви који се у Србији јављају на почетку вегетације и они су утолико штетнији уколико се касније појављују. Позни пролећни мразеви се најчешће појављују у првој половини априла а екстремно у првој декади маја. Рани јесењи мразеви не наносе веће штете у Србији, јер је у периоду њихове појаве за већину једногодишњих врста завршена производна година а озими ратарски усеви, вишегодишње траве и воће се припремају за зимско мировање. Они се на већем делу Србије појављују у другој половини октобра и почетком новембра а у екстремним случајевима крајем септембра.



Слика 8. Вероватноћа појаве зимских мразева нижих од -15°C (лево) и нижих од -25°C (десно) у периоду од 1949. до 2005. у Србији (Радичевић, 2013)

Светлост- дужина трајања сунчевог сјаја

Сунчева светлост се трансформише у топлоту којом директно греје ваздух и земљиште а посредно утиче и на падавине, ветрове и друге временске прилике које су у вези са температуром. Под сунчевом светлошћу одвија се процес фотосинтезе.

Биљке користе сунчеву светлост, директно или посредно за одвијање физиолошких и биохемијских процеса током целог живота, од клијања семена до образовање биљне масе и плодова. Исто тако, дужина трајања сунчевог сјаја утиче на хоризонталну и вертикалну распрострањеност биљних врста на Земљи.

Просечно се трајање сијања сунца у вишегодишњем периоду креће од 1.508 часова годишње и најкраће је у Пожеги, до 2.188 часова и најдуже је у Палићу. У највећем делу територије Србија је добро осунчана.

Падавине

Познавање режима падавима и хидролошког циклуса од великог је научног и практичног значаја у пољопривреди. Падавине које се излуче на земљу у облику кише и снега су природни прилив воде у земљишту, и извор за биљку. Највећи значај имају у вегетационом периоду, док падавине у зимском периоду године доносе и резерве влаге за вегетациону сезону.

Усвајање, задржавање, и расположивост водом у току вегетационог периода, условљено је типом земљишта и његовим физичко-хемијским особинама. Поред тога, на степен инфилтрације воде у земљиште утиче нагиб терена, вегетациони покривач и интезитет падавина. Са становишта пољопривредне производње најповољнија је појава тихе кише слабог интезитета коју земљиште може максимално да усвоји. Кише јаког интезитета у виду пљускова, у мањем проценту се инфилтрирају у земљиште и често у зависности од осталих фактора изазивају забаривање и ерозију, а ношене ветром доводе и до полагања усева. Повећање интезитета јаким падавина карактеристична је појава у Србији у последње две деценије. У периоду од 2008. до 2017. број дана са веома јаким падавинама у просеку је повећан за 1-2 пута, а екстремно јаким и до 5 пута у односу на тридесетогодишњи период (1961-1990.) (*Ђурђевић и сар.* 2018).

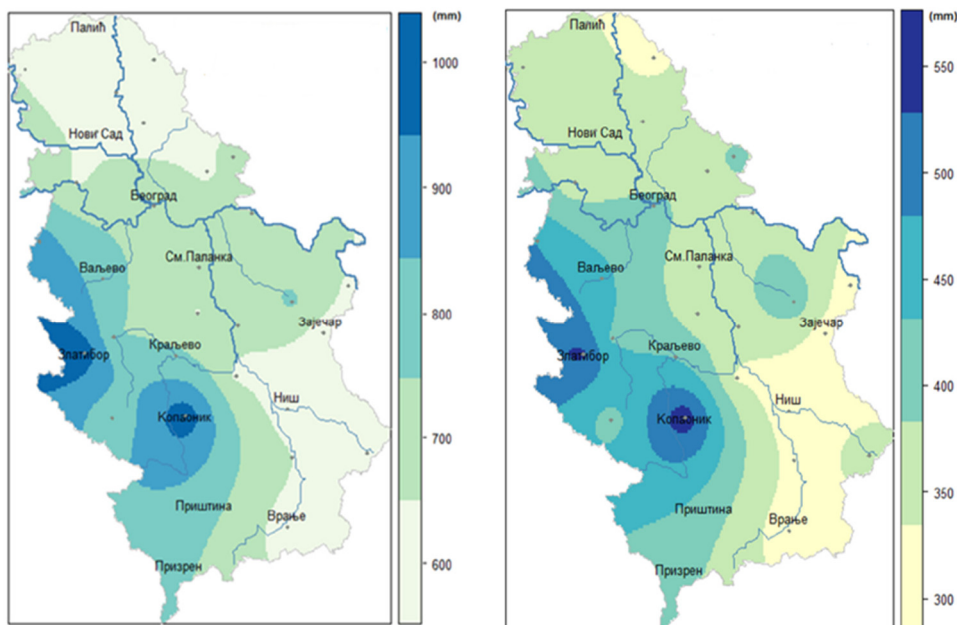
Годишње суме падавина у просеку расту са надморском висином, а опадају од запада ка истоку. Најмању годишњу количину падавина од 550–600 mm имају североисточни и источни део Србије и мањи предели у долинама Велике и Јужне Мораве. На планинама у источној и јужној Србији годишња количина падавина је од 800 до 900 mm, а у најзападнијим и најјужнијим од 1.000–1.100 mm (*Milovanović et al., 2022*).

Распоред годишњих сума падавина по месецима неког подручја представљен је плувиометријским режимом. У Србији су на основу годишње расподеле падавина заступљена три различита плувиометријска режима (*Milovanović et al., 2022*). Дунавска варијанта континенталног режима падавина, који је заступљен на највећем делу Србије, одликују веће количине падавина у топлијој половини године, крајем пролећа и почетком лета и секундарно

крајем јесени и почетком зиме, а минимум крајем лета и почетком јесени, а секундарно у неком од зимских месеци. На крајњем југозападу Србије и на југу (у региону Метохије) заступљен је медитерански pluviometriјски режим са максималном количином падавина крајем јесени односно зимски максимум падавина. У источној Србији и на подручју Косова заступљен је прелазни pluviometriјски режим, између континенталног и медитеранског (са приближно једнаким примарним и секундарним максимумом падавина).

За биљну производњу највећи значај имају падавине у току вегетационог периода. У зависности од врсте усева разликују се потребе у количини воде и критичним периодима вегетације. У вегетационом периоду пролећних усева на већем делу пољопривредног подручја Србије јавља се дефицит воде који би се требало надокнадити наводњавањем.

У вишегодишњем анализираном периоду (слика 9), најмање воде у вегетационом периоду добијају крајњи југоисточни и североисточни делови Србије, а највише виши делови западне Србије.



Слика 9. Просторна расподела падавина годишњих просечних сума (лево) и просечних сума у вегетационом периоду (десно) у Србији у периоду од 1981. до 2010.године (Радичевић, 2013).

Снежне падавине

Снег служи као термички изолатор биљкама у хладнијем периоду године и извор воде у почетним фазама вегетације. Његова појава у рану јесен или у пролеће може нанети штете термофилним врстама, а изузетно мокар снег може нанети и механичка оштећења и отпорнијим врстама.

У Србији су снежне падавине карактеристичне за период од новембра до марта, а понекад се јавља у октобру и априлу. На већим надморским висинама може га бити и у осталим месецима. Средњи број дана са снежним покривачем у вишегодишњем периоду (1981-2010.) креће се од 32 до 58 дана и преко 100 на планинама.

Ваздушна струјања

Ваздушна струјања утичу на формирање временских прилика мењањем температуре, доносећи кишу, изазивајући сушу. У зависности од његовог инзитета, трајања и времена појављивања она

делују на многе физиолошке процесе али и штете на биљкама. Појава олујних ветрова може ограничити раст, оштетити, поломити или полегнути стабла оптерећена родом, па чак спречити нормалну оплодњу у фази цветања или омлатити плодове у време бербе. Ветар на голим земљишним површинама лакшег механичког састава изазива еолску ерозију, која доводи до великих штета кроз губитке најплоднијег површинског дела земљишта. Ширење проузроковача болести и штеточина, и семена корова врши се путем ветра. Ово изазива велике штете у пољопривредној производњи поготово ако се узме у обзир да не постоје адекватне мере контроле.

Најдоминантнији ветрови који дувају у Србији су Кошава и етезијски ветрови (горњак). Дување кошаве је карактеристично за хладнији део године, током јесени и зиме. Његово дејство је најизраженије у источном делу Србије али се осећа и у већем делу Војводине, Поморављу и Шумадији. Знатно расхлађује ваздух и изазива сушу. Етезија је карактеристичан ветар у летњем делу године. Доноси суво, топло и ведро време са северозапада, које се осећа на скоро целој територији Србије. Правац и брзина осталих локалних ветрова у Србији, за разлику од кошаве и етезијског ветра, зависе од рељефа. Дању се струјања претежно крећу из правца долина и котлина ка планинама а ноћу обрнуто (*Дуцић и Радовановић, 2005*). Важно је истаћи појаву јужних ветрова лети који праћени високом температуром ваздуха утичу на исушивање површинског слоја земљишта (*Гламочлија и сар. 2012*).

Промене климе у Србији

Анализом најважнијих климатских елемената за 60-годишњи климатски период (1951-2010.), утврђена је промена у просторној дистрибуцији и варијацији температуре ваздуха и сума падавина у Србији (*Михајловић, 2018*).

Тренд раста температуре ваздуха за цео испитивани период (1951-2010.) износи 0,12°C по декади. На основу анализираних података примећен је пораст температуре од 1981. године који се наставља и даље. Ако се цео низ посматра као покретне пентадне вредности, уочава се да је најхладнија пентада била 1981-1985. са

просечном температуром од $9,98^{\circ}\text{C}$, а најтоплија последња 2006-2010. са вредностима температуре ваздуха од $11,37^{\circ}\text{C}$.

Тренд раста средњих годишњих сума падавина за цео испитивани период износи $5,4\text{ mm}$ по декади. Пентада са најмањом количином падавина била је 1986-1990. (просечно $610,9\text{ mm}$ падавина) а највлажнија пентада у целом низу је последња 2006-2010. (просечно $804,9\text{ mm}$ падавина).

Варијације климатских елемената резултат су комбинације физичко-географских фактора са општим синоптичким шемама изнад Србије у вишегодишњем периоду, као главних фактора у обликовању просторне дистрибуције и варијације температуре ваздуха и сума падавина.

Агрометеоролошке прилике у Србији

На основу анализе метеоролошких података последњег пентадног периода од 2016. до 2021. у Србији уочавају се одступања у односу на просечне климатске карактеристике за наше подручје у производној години и током вегетационог периода (*Радичевић и сар.* 2017; 2018; 2019; 2020; 2021).

Тренд позитивног одступања средњих дневних температура бележи се у задњих пет производних година на скоро целој територији Србије. Најмање повећање температуре од $0,4^{\circ}\text{C}$ било је у Војводини (сезона 2016-2017.), а највише у Посавинско Тамнавском подручју од $2,3^{\circ}\text{C}$ (сезона 2017-2018.) и $2,4^{\circ}\text{C}$ (сезона 2019-2020.).

Тренд позитивног одступања средњих дневних температура у вегетационом периоду има најмање повећање у Тимочкој крајини од $0,5^{\circ}\text{C}$ (сезона 2020.) а највише у Војводини и Посавинско Тамнавском подручју од $2,6^{\circ}\text{C}$ (сезона 2018.).

Прилив падавина у производној 2016-2017. био је мањи од просека на већем делу Србије, а у Банату и до 50%. У производној 2017-2018. на највећем делу територије прилив падавина је био од 50% до 100% (југоисток) виши у односу на просек, сем на подручју Баната, Срема и Посавотамнаве на којима су забележени нормални услови влажности. Остале године су имале прилив падавина у складу са вишегодишњим просеком за климатско подручје Србије.

У вегетационом периоду пентадног анализираног периода једино се на подручју Баната бележи 50% мање падавина од вишегодишњег просека и то током 2017., 2020. и 2021. године. Око 50% више падавина у односу на просек било је у 2018. око Смедеревске Паланке и планинском подручју Југозападне Србије, 2019. у северозападном делу Бачке, околини Сомбора и 2020. у југоисточним и југозападним деловима Србије.

На основу напред изнетог прегледа карактеристика климатских прилика Републике Србије и њиховог колебања протеклих пет година у односу на вишегодишње просеке, како у производној години тако и вегетационом периоду, уочљиво је да долази до постепеног отопљавања. Ове промене се огледају како на годишњем а нарочито током вегетационог периода, што се одражава кроз повећање сума температура. Повећање сума температура нису праћене адекватним количинама падавина у летњем периоду услед чега су уочљиве честе појаве суша, што изискује и потребу за наводњавањем осетљивих усева у критичним периодима.

6.2. ЗЕМЉИШНИ УСЛОВИ

Улога и значај земљишта

Земљиште је танак површински слој земљине коре, настао распадањем стена и дејством педогенетских фактора. Као природно-историјско тело, оно је функција физичко-географских услова, односно климе, вегетације и фауне, матичног супстрата и рељефа (*Антић и сар.* 1982). Условно је ограничен и необновљив природни ресурс, бар на нивоу једне људске генерације, и на првом месту представља станиште и извор опстанка за човека, животиње, биљке и микроорганизме. Будући да је земљиште основа готово скоро свих функција екосистема, за које нам је познато да нема адекватну замену или бар не у довољној мери да надомести све његове намене, оправдано се посматра као немерљиво добро целог човечанства, које

смо наследили да користимо и сачувамо будућим генерацијама (*Grujić et al.*, 2021a).

Поред основне улоге којом пружа станиште за све облике живота, његова екосистемска улога је од немерљивог значаја за човека. Земљиште је поред сунчеве енергије и воде, основа сваке пољопривредне производње. Производњом биомасе добијају се храна за људе и животиње, биоенергија, влакна и друге супстанце које се користе у фармацеутској, хемијској, козметичкој и другим индустријама. Природно је станиште и резервоар гена и диверзитета врста биљака, животиња и микроорганизама. Резервоар је из кога се експлоатишу минералне сировине, песак, глина и шљунак. Апсорбује, филтрира, трансформише и контролише кретање хранљивих материја, супстанци и воде. У овом циклусу обезбеђује храну за биљке, а штити од загађења воду и животну средину. Током ових биогеохемијских процеса, елементи се могу трансформисати у облике који су лако доступни биљкама, везани у неорганским и органским једињењима и/или адсорбовани на површини земљишних колоида, или чак испуштени у воду или ваздух. Тако се у атмосферу могу емитовати угљен диоксид, метан и азот субоксид што повећава количину гасова са ефектом стаклене баште и доприноси глобалном загревању. Адекватним управљањем пољопривредним и шумским земљиштем, с друге стране, велике количине ових гасова се могу задржати у земљишту чиме би се избегао њихов негативан утицај у атмосфери.

Такође, земљиште је незаобилазни чинилац шумске производње, водопривреде, туризма, и многих других грана индустрије, физичка основа и потпора за градска и сеоска насеља, саобраћај, спорт, рекреацију, лов и риболов. Није случајно што су се прве цивилизације и већа насеља основала на квалитетном и плодном земљишту у долинама великих река. Исто тако је природно и историјско наслеђе, али и чувар културног наслеђа ранијих цивилизација. На крају, његова улога у здрављу људи и животиња је веома битна. Поред садржаја хранљивих материја, у ланац исхране из земљишта се могу унети опасне и штетне материје (*Stanojković-Sebić et al.*, 2015; *Stanojković-Sebić et al.*, 2017a; *Stanojković-Sebić et al.*,

2017б; *Stanojković-Sebić et al.*, 2020; *Pivić et al.*, 2013; *Pivić et al.*, 2020б; *Pivić et al.*, 2017а). Земљиште је битан фактор у добијању здравствено безбедне хране, а о здрављу земљишта треба водити рачуна подједнако као о свом здрављу.

Познато је да од укупне површине планете земље око 71% заузимају водене и тек 29% копнене површине. На повећање површина под копном човек не може утицати у тој мери да задовољи све терестичне функције. Насупрот томе, на директно или индиректно смањење површина, људска активност има велики утицај. Резултати многих студија у области климатских промена и последица од истих предвиђају да би у будућности, порастом нивоа мора, верује се услед климатских промена, многе копнене површине могле бити поплављене односно смањење у укупној површини. Поред тога, копнене површине планете земље подложне су променама, пренаменом коришћења директно дејством човека. Евидентно је да због своје природе, значаја и улоге овај ресурс трпи притиске у погледу његовог коришћења и очувања. Процесима педогенезе његово образовање текло је споро али се деградацијом и променом начина коришћења, најчешће антропогеним утицајем оштећује и уништава брзо, односно у неким случајевима и губи трајно.

Највећи притисак је потражња за земљиштем за производњу хране, влакана, биоенергије и физичке подршке за инфраструктуру (тј. услуге снабдевања), при чему се ова потражња брзо повећава са убрзаним растом људске популације, променом начина живота и развојем индустрије (*Kopittke et al.*, 2019).

Поред демографског раста и задовољења основних потреба за све већи број становништва, миграција становништа из села у градове, из неразвијених и економски нестабилних земаља у развијене, такође повећава потребу за ширењем урбаних подручја која трпе додатне притиске насупрот недовољно искоришћених или напуштених места. Повећање урбаних подручја у великој мери доводи до губитка често веома плодног земљишта, услед заптивања и његовог трајног искључивања из фонда пољопривредних површина. Урбанизацијом и повећањем животног стандарда

повећава се производња отпада а његовим одлагањем и површине под депонијама које контаминирају земљиште, ваздух, површинске и подземне воде неорганским и органским загађивачима, патогеним микроорганизмима, полимерима и продуктима њихове разградње.

Претварања необрадивог у обрадиво земљиште ради повећања пољопривредних површина најчешћа је пракса која подразумева крчење шума и разоравања ливада и пашњака да би се добила већа количина хране, влакана и биоенергије. У данашње време обезбеђење довољних количина хране и биоенергије и осталих производа обезбеђује се и повећањем приноса гајених биљака по јединици површине односно интезивирањем пољопривредне производње. На овај начин наступа деградација земљишта кроз смањење органске материје, ослобађање гасова стаклене баште, прекомерне примене минералних ђубрива и пестицида, ерозију, контаминацију, ацидификацију, заслањивање и губитак биодиверзитета.

Земљиште је често и под притиском деловања разних природних појава и непогода. Оне не морају нужно бити узроковане климатским променама али су прогнозе такве да ће их у будућности неминовно бити све више.

Дакле, поред производних функција које земљиште треба да поседује и о којима треба водити рачуна ради дугорочне максималне искористивости, можда и битније је одрживо управљање земљиштем и рационално коришћење земљишних ресурса. О овом последњем води се рачуна преко националних стратегија, просторних планова и законских регулатива на националном нивоу и на крају преко развијене еколошке свести и етичких норми корисника социјалних, економских и еколошких услуга земљишта.

Оно има бројне функције које се морају узети у обзир при планирању развоја једне државе како би се омогућила ефикасна и рационална расподела земљишних ресурса. Да би земљиште као природни ресурс и капитал могло да производи, испостави и створи капитал, будући да је оно ресурс у пољопривредној производњи за добијање готових производа, мора да поседује одређену производну способност. Пре свега је потребно познавање основних чиниоца земљишта, особина које га чине продуктивним за коришћење у

биљној производњи и процеса који га могу деградирати и на крају, типове и расположиве површине пољопривредног земљишта који ће у даљем тексту бити укратко презентоване.

Састав земљишта

Земљиште је динамичан систем, кога чине међусобно повезане чврста, течна и гасовита фаза. Апроксимативно, половину од укупне запремине земљишта чини чврста фаза. Између чврсте фазе, налазе се поре, различитог облика и величина и различити облици воде (везана и невезана) који чине другу половину запремине земљишта.

У већини земљишта више од 95% чврсте фазе чине минералне материје. Ова фаза земљишта чини чврсту подлогу у којој се биљке укоренењују и у којој се складиште вода и резерве хранљивих материја, а потиче од распаднутог матичног супстрата односно примарних и секундарних минерала.

Минерални део земљишта настао је распадањем површина три врсте стена различитог петролошког састава и особина. Магматске су настале хлађењем, кристализацијом и очвршћавањем магме. Метаморфне које су настале изменом магматских или седиментних стена, које су по хемијском саставу сличне врсти стене чијом метаморфозом су настале а по структури више подсећају на седименте. Преко 95% земљине коре чине ове две врсте стена. Оне имају мањи значај у образовању земљишта и као матични супстрати се јављају на свега око 25% површине Земље. Земљиште се на њима углавном образовало у планинском пределу (*Дугалић и Гајић, 2012*). Седиментне стене чине мање од 5% земљине коре али покривају више од 75% земљине површине и имају највећу улогу у стварању земљишта. Образују се таложењем продуката распадања раније насталих стена или остатака различитих биљних и животињских организама.

На подручју Србије велика је разноврсност матичних супстрата на ком су образована земљишта. У зависности од подлоге и преовлађујућих педогенетских процеса формирана су земљишта различитих производних потенцијала.

У брдско-планинском подручју Србије образована су земљишта плитког солума и мале плодности, са великим уделом скелета што их чини непогодним за гајење већине њивских усева. Она су формирана на тврдим кречњацима, пешчарима, магматским и метаморфним стенама. Насупрот њима, највећи део најплоднијих пољопривредних земљишта у нижим пољопривредним подручјима образовано је на лесним седиментима, алувијалним наносима и терцијерним језерским седиментима (*Ђорђевић и Радмановић, 2016*).

Органска материја је у односу на минерални део знатно мање заступљена у чврстој фази земљишта, али веома битна компонента по којој се земљиште разликује од матичног супстрата. Истиче се као најенергичнији чинилац у образовању земљишта и одвијања педогенетских процеса у њему. Органска материја земљишта обухвата све мртве биљне и животињске остатке и производе њихове органске трансформације који се налазе на и у минералном земљишту. После минерализације представља значајан извор храњивих материја за биљке и микроорганизме. Има централну улогу у глобалном циклусу угљеника. Будући да га у минералном саставу стена нема, она је једини извор азота у земљишту. Неопходан је фактор у формирању стабилне структуре земљишта, водно-ваздушног и топлотног режима.

Течну фазу земљишта чини вода пореклом од падавина и подземних извора и чини приближно једну четвртину од укупне запремине земљишта. Вода је главни покретач свих процеса у земљишту и у исто време растварач и транспортер храњивих материја. Често се у литератури назива и земљишним раствором. Садржи растворена органска и минерална једињења и гасове који су промењивог састава и односа под сталном интеракцијом са чврстом и гасовитом фазом и у зависности од типа земљишта, хоризонта профила и многих других физичких и хемијских особина земљишта. Неопходан је чинилац у минерализацији органске материје, животу биљака и микроорганизама.

Природа земљишта је таква да не трпи празнину, те се у порама у земљишту увек налази ваздух уколико их не попуњава вода и обрнуто, и он представља његову гасовиту фазу. У састав смеше

земљишног ваздуха поред атмосферског долазе и гасови настали у земљишту као продукт разних биогеохемијских процеса и дисања живих земљишних организама. Неоходан је у процесу оксидације, минерализације органске материје, нитрификације и дисања корена биљака, и значајан је чинилац плодности земљишта. Састав и квалитет ваздуха различит је у зависности од типа и варијетета земљишта али се и у истом земљишту мења у кратком временском периоду. Ово је у зависности од стања порозности, влажности земљишта, дубине профила, примењених агротехничких мера и др.

Производна способност земљишта у биљној производњи

Да би земљиште могло да одговори на захтеве одређене биљне производње, као супстрат у ком ће биљке да се укоренењују и путем корена снабдевају водом и неопходним хранљивим материјама, оно мора да поседује одређену производну способност. Производна способност земљишта се одликује кроз низ физичких, хемијских и биолошких особина земљишта које у синергији обезбеђују оптимално одвијање свих процеса у њему.

Физичке особине

Педогенетским процесима земљиште је добило карактеристичне физичке особине по којима се разликује од матичног супстрата. Чврста фаза земљишта постаје растресита и полидисперзна и њу чине честице примарних и секундарних минерала (механички елементи – фракције) различитих величина и удела које су међусобно повезане са органском материјом у структурне агрегате. Физичке особине земљишта су врло важан допринос плодности земљишта, јер већина од њих утиче на скоро све друге особине и процесе који се у земљишту одвијају, не могу се лако и брзо поправити а интензивним и неадекватним агротехничким мерама врло брзо се погоршавају, као што је збијање земљишта, погоршање структуре, стварање непропусног хоризонта и др.

Механички састав земљишта на основу кога је одређена текстурна класа, најзначајнија је физичка карактеристика земљишта али и битан фактор у диференцирању многих других својстава

земљишта. Од овог параметра зависи водни, ваздушни и топлотни режим земљишта, а од ових режима зависе многа хемијска и биолошка својства земљишта. Од механичког састава зависи начин коришћења земљишта односно избор биљне производње и примењене агротехнике. Величина честица зависи од својстава матичног супрата на ком су формирана и степена уситњености. Земљишта у којима је заступљено велико учешће фракција камења и шљунка су слабо развијена и неповољна за раст већине биљних врста и обично је појава оваквих земљишта везана за шумска земљишта. Скелетна и песковита земљишта, као растресита сува, топла, добро аерисана, пропустљива за воду, могу се користити за пашњаке, гајење шума, винове лозе и мањег броја воћних врста (*Дугалић и Гајић, 2012*).

Већина њивских земљишта Србије су са малим садржајем или без скелета и у њима доминирају фракције ситне земље (мање од 2 mm) коју чине песак, прах и глина. Фракција песка заступљена је у одређеном проценту у свим земљиштима, с тим што се песковита земљишта одликују повољним ваздушним и топлотним режимом, али она не задржавају воду што је неповољно и са становишта снабдевености хранљивих материја за биљку. Уз мелиоративне мере наводњавања, ђубрења органским и минералним ђубривима и изузетно уношењем земљишног материјала богатим глином, била би врло повољна за заснивање и подизање травњака за различите намене коришћења.

Земљишта у којима преовлађује фракција праха су такође неповољног структурног и механичког састава односно лошијих водно ваздушних особина. Склона су расплињавању, превлаживању и сабијању. Честице глине, за разлику од песка и праха захваљујући високом степену дисперзности поседују велику укупну површину са којом су повезана најбитнија својства земљишта. Садржај глине утиче на способност и степен адсорпције, задржавање воде, везивање гасова и др. Садржај фракције глине је један од параметра помоћу којег се одређују граничне и ремедијационе вредности загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту дефинисаних законском регулативом Републике Србије (*Сл. гласник РС. 2019а.; Pivić et al.,*

2020а) и за предикцију биорасположивих количина елемената у траговима у земљишту (*Dinić et al., 2019; Maksimović et al., 2021*). Међутим, ни земљишта са великим уделом фракције глине (нпр. смонице-вертисоли) нису повољног механичког састава односно, слабо су пропусна за воду, лошег ваздушног режима и биолошке активности. За мелиорације оваквих земљишта пожељно је извршити опескивање, што би омогућило нормално развиће биљака и у влажном и сушном периоду године.

Текстура земљишта одређује се на основу процентуалног учешћа механичких фракција различитих величина у чврстој фази земљишта. За пољопривредну производњу најповољнија су земљишта са приближно истим уделом фракције песка, праха и глине. При планирању биљне производње, неопходно је имати податке о текстури испитиваног земљишта по дубини земљишног профила а пре свега за евентуалну потребу спровођења мелиоративних мера уколико се по дубини профила утврди потреба за њиховом применом (на пример појава непропусног хоризонта).

Структура земљишта представља повезивање механичких елемената земљишта песка, праха и глине под утицајем цементних материја у структурне агрегате различитих величина и облика. Способност земљишта да се при механичком деловању, обради, распада на структурне агрегате зове се структурност земљишта. Већина земљишта има одређену структуру, која је карактеристична за тип земљишта и начин његово коришћења. Код песковитих земљишта механички елементи – фракција песка нису међусобно повезани у структурне агрегате и то је типичан пример беструктурног земљишта. Од повољне структуре земљишта зависе многе физичке особине и укупна плодност земљишта. За пољопривредну производњу, добра структура се сматра када земљиште у ораничном слоју има водоотпорну, високопорозну структуру пречника агрегата од 0,25 до 1 mm. Уколико доминирају агрегати мањих или већих пречника таква земљишта су распрашена односно грудваста (*Дугалић и Гајић, 2012*). Дуготрајним неправилним коришћењем пољопривредног земљишта структура се нарушава. У интензивном пољопривредној производњи треба избегавати употребу тешке

механизације, често дрљање и култивирање и обраду превлаженог земљишта али и ћешће применити органска ђубрива у већим дозама. Наводњавање, генерално, нарушава структуру и ова појава се примећује у скоро свим наводњаваним земљиштима без обзира којем типу припадају. Одређивање и познавање стабилности структурних агрегата земљишта важна је одредница за проналажење најбољег решења одржавања земљишта у најповољнијем стању и његово коришћење у биљној производњи (*Pivić et al., 2017b*). У зависности од стања физичко-хемијских особина земљишта треба прилагодити методу наводњавања ради очувања структуре и стабилности агрегата.

Гајење вишегодишњих трава и легуминоза добра је пракса којом ће се земљиште одморити од честе обраде. Моћним кореновим системом ових биљних врста директно се утиче на агрегацију земљишта, а органски материјал жетвених остатака повећаће рад микроорганизама и образовање хумусних материја које учествују у грађењу структуре. Поред осталих мера за поправку структуре, калцизација и гипсовање су такође мелиоративне мере које ће применом на киселим, односно алкалним земљиштима позитивно утицати како на агрегацију земљишне масе тако и на стабилизацију структуре земљишта (*Pivić i sar., 2020b*).

Дубина земљишта је незаобилазан фактор при одлучивању начина коришћења земљишта и има велики утицај на успевање гајених биљака и висину приноса. За укорењивање биљака, усвајање воде и хранљивих материја, земљиште мора имати довољну дубину солума. Свака биљна врста има одређене захтеве у погледу потребне дубине земљишта у ком ће корен неометано да расте и ово је са становишта висине приноса и начина коришћења земљишта означена као ефективна дубина земљишта. Дубина солума варира и на малим растојањима и креће се од неколико центиметара до неколико метара (*Дугалић и Гајић, 2012*). Највише је у вези са матичним супстратом из ког је земљиште настало и рељефа подручја образовања. Највећу дубину имају земљишта формирана на лесу, алувијалним, делувијалним и језерским седиментима а најмању на тврдим стенама. На равним и благо нагнутим теренима образују се земљишта уједначених дубина, насупрот стрмим падинама на којима су она

знатно плића услед изражених процеса одношења денудацијом у подножље и удубљења, где су најдубља. У ситуацијама кад земљиште има физиолишки малу дубину услед непропусног хоризонта на малој дубини или услед високог нивоа подземних вода, неопходна је примена мелиоративних мера (ригловање, подривање и дренажа) (Пивић, 2013) чиме се повећава дубина земљишта у којима ће биљке имати повољне услове за развој кореновог система. На земљиштима плитког солума готово је немогуће гајити поједине ратарске и воћне врсте, и такве површине се могу користити као ливаде и пашњаци.

Густина чврсте фазе земљишта - специфична маса земљишта, односно вредности овог параметра зависе од садржаја минералног и органског састава земљишта. Смањују се са повећањем органске материје, односно њене вредности расту од површинског хоризонта по дубини земљишта. У органогеним земљиштима њена вредност је често мања од 2 g cm^{-3} (1,5-1,8). Код већине минералних земљишта њена вредност се креће од 2,5 до 2,7 и незнатно мање кад су земљишта богата хумусом (2,3-2,4). Вредности ове особине земљишта дају представу о међусобном односу минералног и органског дела земљишта, користе се за одређивање многих других параметара, пре свега укупне порозности земљишта.

Густина сувог земљишта - запреминска маса је важан показатељ плодности земљишта будући да је у вези са порозности и водно-ваздушним и топлотим режимом земљишта. Варира у разним земљиштима, различитим хоризонтима истог земљишта, од механичког састава и структуре агрегата, присуства педофауне, влажности земљишта, а промењива је и у времену и простору, поготово у орничном хоризонту који је под сталним утицајем обрађивања. Запреминска маса се повећава са дубином земљишта и опадања садржаја хумуса односно сталних површинских притисака. У већини минералних земљишта креће се од 1,30 до 1,50 g cm^{-3} , испод 1,3 у хумусом богатим хоризонтима, и ниже у органоминаралним земљиштима. Веће вредности ($1,8 \text{ g cm}^{-3}$) јављају се у збијеним иливијалним хоризонтима. Високе вредности запреминске масе погоршавају водни и ваздушни и топлотни режим, развој кореновог система и биолошке особине земљишта. С друге стране растреситост

земљишта у површинском слоју поготово после сетве ситног семена захтева додатну меру ваљања земљишта, ради успостављања контакта између семена и честица земљишта и омогућило клијање и ницање биљака.

Порозност земљишта

Поре представљају празнине између механичких елемената и структурних агрегата у чврстој фази земљишта и оне су испуњене водом и ваздухом. Укупна порозност земљишта, њихов облик, величина и међусобни однос су различити и зависе од типа земљишта, хоризонта профила, структуре земљишта, садржаја органске материје, моћности кореновог система и присуства педофауне. Земљишта добре структуре, већег садржаја неразложене органске материје и оранични хоризонт након обраде имају већу порозност. Земљишта са преовлађајућим уделом фракције песка имају мању укупну порозност са већим односом у корист некапиларних пора. У таквим земљиштима вода се слабо задржава, брже отиче под утицајем сила гравитације а поре су испуњене земљишним ваздухом. Глиновита земљишта имају већи број пора али у корист ситнијих, капиларних у којима се вода задржава капиларним силама и представља главну резерву биљкама. Најповољнији водни и ваздушни услови у земљишту су при подједнаком учешћу капиларних и некапиларних пора. За биљну производњу, оптимално је да земљиште садржи 45% минерала, 5% органске материје, и 50% шупљина испуњених по пола ваздухом и водом. Од порозности зависе многе особине земљишта, водни, ваздушни, топлотни и хранидбени режим земљишта, а посредно и на биолошку активност и степен минерализације. У укупној функцији утиче на плодност земљишта и стим у вези треба адекватним и правовременим агротехничким мерама одржавати повољно стање порозности или предузимати мере поправке.

Водне особине земљишта

Вода се у земљишту налази у све три фазе. Основна је компонента земљишног раствора односно течне фазе, у гасовитој

фази се налази у облику водене паре, док се у чврстој фази налази у хемијским везама као саставни део минерала и нема већег значаја за биљке. Вода је један од основних чиниоца образовања и плодности земљишта и без воде у земљишту не би било услова за живот биљака и микророганизама. Поред позитивног утицаја на све особине земљишта и процесе који се у присуству воде одвијају, у зависности од квалитета и количине воде и типа земљишта, може имати и негативан утицај. Честе су ситуације да се под утицајем воде активирају ерозиони процеси који односе површински најплоднији слој земљишта смањујући на тај начин његову дубину. Поплавне воде могу донети материјал различитог порекла и тако смањити претходну плодност земљишта и могућност коришћења без претходног предузимања мера. Уколико се поплавне воде дуже задржавају зељиште се може забарити или замочварити при чему се стварају анаеробни услови. Воде са повећаном количином растворљивих соли могу засолити земљиште. Са агрономског становишта могуће је предузимање одговарајућих агротехничких и мелиоративних мера у циљу оптималног коришћења расположивих вода у земљишту од стране биљака за шта је неопходно познавање водних особина које варирају у зависности од типа земљишта.

Земљиште има способност да силама различитих јачина задржава одређену количину воде у себи. Водни капацитети земљишта представљају количину воде које је земљиште у могућности да задржи поред утицаја сила гравитације и у зависности од јачина сила које држе одређене категорије воде, оне могу бити биљкама доступне и некорисне.

У природним условима нема апсолутно сувих земљишта, а као најмања количина воде које се у таквим условима задржава у земљишту означава се као хигроскопна вода (*Антић и сар.* 1982). Највећа количина воде коју земљиште може да садржи када су му све поре попуњене водом, што се врло ретко дешава и кратко траје у природним условима, сем у току јаких киша, наглог топљења снега, приликом поплава или високог нивоа подземних вода, означава се као максимални водни капацитет земљишта. Биљке већи део ових вода не искористе, а појава оваквог стања влажности земљишта штетно

делује и на земљиште и на биљке, јер се у таквим условима одвијају анаеробни услови. Дуже трајање сатурисаности земљишта водом, што је карактеристика за површине изнад непрспусног хоризонта за воду, услед недостатка кисеоника за дисање биљака, може доћи до угинућа.

Пољски водни капацитет или кишни капацитет је водни капацитет који се у природним условима јавља после дужег кишног периода и представља максималну количину капиларно висеће воде коју земљиште у пољским условима задржава по отицању гравитационе воде. У условима пољског водног капацитета земљиште садржи максималну количину воде доступне биљкама односно горњу границу приступачне воде. Вредности пољског водног капацитета дају оцену о плодности земљишта и служе за прорачун норми наводњавања.

Влажност трајног увенућа биљака је доња граница приступачне воде за биљке, и представља ону количину воде у земљишту при којој биљке не могу да обезбеде своје потребе услед чега долази до трајног већења. Ове вредности се разликују у зависности од особина земљишта, можда и највише од механичког састава. Недостатак приступачне воде ће се прво јавити код глиновитих земљишта и земљишта са великом количином неразложене органске материје у односу иловаста и песковита земљишта.

Лентокапиларна влажност представља стање влажности земљишта при којој се покретљивост приступачне воде јако смањује, моменат при коме се услед мањег садржаја воде успорава раст биљака и уједно моменат када треба применити наводњавање како би се обезбедила адекватна продуктивност датих усева. Рачуна се да је ово доња граница оптималне влажности земљишта.

Капацитет продуктивне влаге се зове другачије и корисни водни капацитет, јер обухвата сву биљкама приступачну воду. Представља разлику воде при пољском водном капацитету и воде при условима влажности трајног увенућа. Више је у вези са механичким саставом него вредностима пољског водног капацитета, будући да глиновито земљиште које има највеће вредности пољског водног

капацитета нема и највећи корисни капацитет. Са гледишта водног биланса најповољнија су земљишта иловастог механичког састава (табела 15).

Табела 15. Водни биланс према текстурном саставу земљишта
(Антић и сар. 1982)

Текстура земљишта	Пољски водни капацитет (%)	Влажност трајног увенућа (%)	Капацитет продуктивне влаге (%)
Песак	10	3	7
Иловасти песак	20	8	12
Песковита иловача	30	12	18
Иловача	35	15	20
Глиновита иловача	40	22	18
Глина	45	30	15

Део воде која доспе на површину земљишта путем падавина или наводњавањем земљиште ће упити и пропустити кроз себе што представља инфилтрациону способност земљишта. Брзина и коефицијент инфилтрације зависе од механичког састава земљишта, структуре, укупне порозности и величине пора, пукотина, ходника педофауне. Земљишта добре и стабилне структуре имају већу брзину почетне инфилтрације, што је карактеристично за земљишта под травњацима. Код обрадивих површина, поготово под окопавина где се често примењују допунске мере неге усева, структура је нестабилна и расплнута што доводи до зачепљења пора и споре инфилтрације. Познавање инфилтрације земљишта има велики значај за оцену погодности земљишта за наводњавање и одабир техника наводњавања. По престанку инфилтрације а повећаном приливу воде забарује се површина земљишта која уколико се ради о падинама повећава ризик од ерозије земљишта (Blume et al., 2016). Део апсорбоване воде се задржи – веже у земљишту а део се се процеди – филтрира кроз земљиште. Способност земљишта да у оптималним

границама пропушта воду кроз своју масу по дубини профила је веома корисна особина. Филтрација односно хидраулични кондуктивитет земљишта зависи од укупне порозности земљишта и њеног односа и посредно од механичког састава. Песковита земљишта са већим садржајем крупних пора имају већу водопропусност од иловаче, праха и глине.

Непропустљивост земљишта за воду или велика пропустљивост нису пожељне карактеристике земљишта за извођење биљне производње. Код земљишта са незадовољавајућом филтрационом способности морају се применити одговарајуће мелиоративне мере у циљу поправке пропусности земљишта за воду, као што је дубока обрада, подривање, растресање непропусних хоризоната, опескавање код глиновитих или додавање већих количина органских ђубрива код песковитих, што све посредно има утицај и на поправку структуре и порозности земљишта.

Топлотне особине заједно са топлотним режимом имају велику улогу у физичким, хемијским и биолошким режимима земљишта и битан су фактор при избору биљне производње на одређеном земљишту. Земљиште се греје под утицајем сунчеве светлости и у зависности од експозиције терена, надморске висине, типа земљишта, вегетације, воде у земљишту, годишњег доба и др. оно ће имати одређену температуру и способност да је задржи или изгуби зрачењем. Потребне за одређеном температуром нису исте за све биљне врсте и при свим фазама развића. У зависности од годишњег доба и потреба биљних врста понекад је потребно предузимати мере за загревање земљишта или спречавање претераног загревања.

Хемијске особине

Хемијске карактеристике земљишта се могу јако разликовати у зависности од типа али и међу хоризонтима једног истог земљишта. Исто тако одређене хемијске карактеристике могу бити пожељне или непожељне за гајену биљку у зависности од њихових вредности у широком опсегу датог параметра.

Реакција земљишта се мери и исказује као рН вредност и једна је од најважнијих карактеристика која одређује плодност

земљишта и одабир биљне производње, будући да утиче на висину и квалитет приноса гајених усева. Одређује интезитет и правац хемијских, биохемијских, физичко-хемијских и микробиолошких процеса у земљишту, мобилизацију и имобилизацију макро и микроелемената и њихово усвајање од стране биљака, минерализацију органске материје, разлагање земљишних минерала и ефекат унетих минералних и органских ђубрива. Утиче на биодоступност елемената у траговима (*Lončarić et al.*, 2012) и заједно са органском материјом и садржајем фракције глине служи за предикцију биодоступности елемената у траговима у земљишту (*Dinić et al.*, 2019; *Maksimović et al.*, 2020). У земљишном раствору се налазе растворене киселине и њихове соли које дају H^+ (водоникове) јоне, и разне базе и њихове соли које дају OH^- (хидроксилне) јоне. Подједнака заступљеност ових јона даје неутралну реакцију земљишта, већа заступљеност водоникових јона киселу реакцију и обрнуто, већа заступљеност хидроксилних јона алкалну. У земљиштима образованим у подручјима са већом количином падавина испране алкалне и земноалкалне метале у адсорптивном комплексу заменили су водоникови јони и та земљишта су кисела, са активним јонима алуминијума и гвожђа адсорбованим на глиненим минералима. Земљишта у подручјима са мањом количином падавина су изгубила мању количину базних јона и у њима доминирају калцијум и магнезијум и то су алкална земљишта. У зависности да ли је алкалност изазвана калцијум карбонатом или натријум карбонатом она могу бити карбонатна у првом случају односно слана алкана земљишта у другом (*Џамић и Стевановић*, 2000).

Разликују се активна и потенцијална киселост у односу на стање водоникових јона у земљишту. Вредност активне киселости земљишта често се зове актуелна или права киселост, јер се односи на присусуво слободних водоникових јона у земљишном раствору односно количине дисоцираних у датом тренутку и делује директно на динамику храњивих материја и њихово усвајање од стране кореновог система. Може варирати у истом земљишту и током године. Повећава се након примене физиолошки киселих ђубрива као и током вегетације у периоду интезивног раста биљака, када за своју

исхрану узимају базне катјоне а враћају органске киселине и угљен диоксид путем корена. Познавање захтева гајених биљака према рН вредности земљишта је основни предуслов за успешну биљну производњу и постизање високих приноса. Поједине врсте су врло осетљиве и одговара им узан опсег вредности параметра док друге могу толерисати широке опсеге параметра односно успевати при различитим реакцијама земљишта. Као оптимум за већину биљака је слабо кисела до слабо алкална средина. У киселим земљиштима неприступачна је биљкама већина количина главних макроелемената, док су мобилне форме елемената, које могу токсично деловати на биљке, гвожђа, алуминијума и мангана знатне. Већина врста трава може неометано да расте у широком опсегу овог параметра за разлику од осталих ратарских и повртарских врста. Њима је најповољнија слабо кисела реакција земљишта, јер су тада хранљиви састојци у земљишту лакше доступни биљкама. Тек при јако киселој или екстремно алкалној реакцији почињу сметње у расту и развоју трава, односно уколико се оне гаје ради крме на травњаку се губе „слатке” (добре) траве а развијају се лоше „киселе” траве, зељасте биљке и корови (*Erić i sar.* 2016). У зависности од реакције земљишта мења се и диверзитет микробиолошких врста. У киселој средини у микробиолошком диверзитету доминирају гљивице, док је бројност и активност већине бактерија смањена.

Потенцијална је киселост чврсте фазе земљишта а односи се на присуство јона водоника и алуминијума у адсорптивном комплексу и у зависности од јачине којом се они држе раликују се супституциона и хидролитичка киселост. Супституциона или измењива киселост пружа непосредан увид у адсорптивни комплекс земљишта и индиректно на друге услове који одређују хранидбени режим земљишта, те је потреба за познавањем вредности овог параметра веома битна. Повећана супституциона киселост неповољно делује на гајене биљке поготово при дугогодишњој употреби физиолошки киселих минералних ђубрива. Тада може доћи до повећања киселости земљишта, садржаја мобилног алуминијума који има токсичан ефекат и у малим концентрацијама на гајене биљке и нарушава и отежава усвајање фосфора од стране биљака.

Супституциона киселост показује колико ће се повећати активна при употреби минералних ђубрива у облику неутралних соли и значајан је параметар при употреби минералних ђубрива.

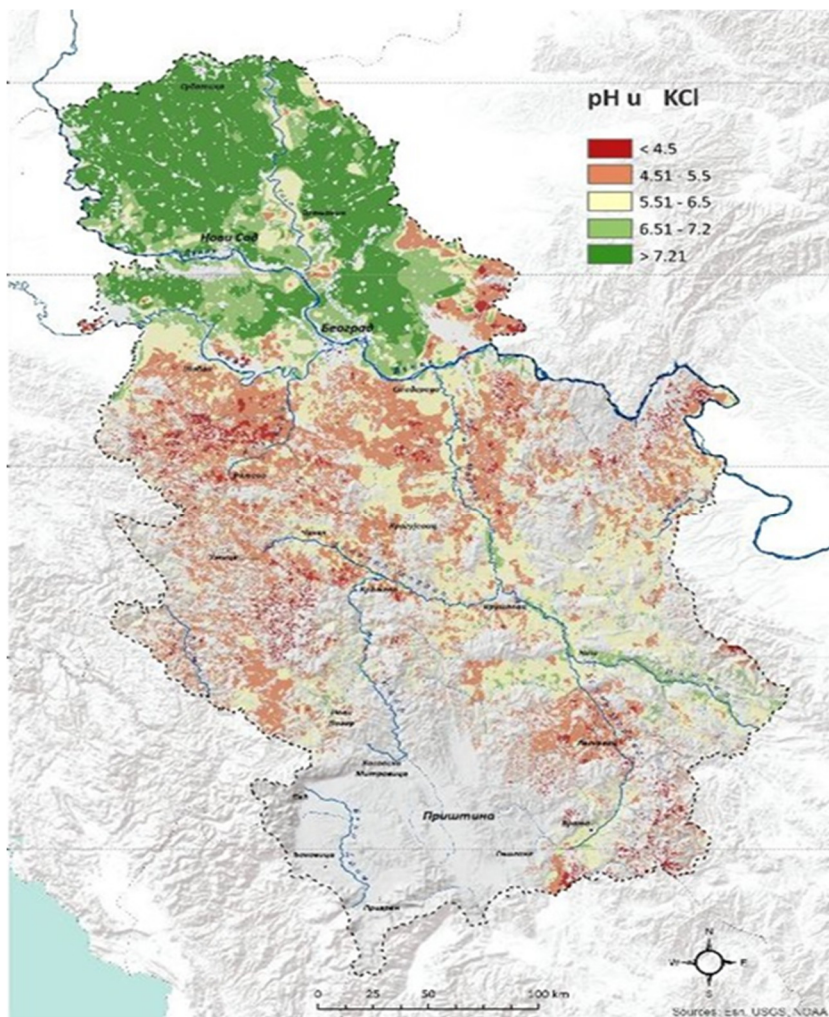
Хидролитичка киселост се користи за дефинисање потреба за извођењем мелиоративне мере калцизације, и у зависности од њене вредности одређивања адекватних количина кречног материјала. Може се посматрати и као укупна потенцијална киселост земљишта. Чине је чвршће везани водоникови и јони алуминијума у адсорптивном комплексу односно слабо мобилни, и према *Дугалићу и Гајићу*, (2012) у већини случаја нема значајно негативно дејство на биљке. Поправке киселих и алкалних земљишта спроводе се калцизацијом односно гипсовањем.

Закишељавање или ацидификација земљишта може бити последица природних педогенетских процеса и у зависности од геолошке подлоге и вегетације поготово у влажнијим климатским условима настају природно кисела земљишта. С друге стране, човек својим деловањем, применом неадекватних агротехничких мера, интензивне дугогодишње примене искључиво минералних ђубрива, неадекватним индустријским производним процесима којима долази до појаве киселих киша, доприноси закишељавању земљишта. Кисела земљишта не утичу само на губитак приноса већ и на избор биљне производње на таквим земљиштима (*Stanojković-Sebić et al.*, 2022).

Широм света кисела земљишта покривају 3.950 милиона ха, или око 30% обрадивог земљишта, са тенденцијом даљег раста (*Von Uexküll and Mutert*, 1995). У Србији су распрострањена земљишта од киселе до алкалне реакције. Изузев Војводине, дела Мачве, Поморавља и Стига, јужно од реке Саве кисела земљишта доминирају у свим производним подручјима Централне Србије и највећем делу брдско–планинског подручја (*Јелић и сар.* 2015; *Stanojković-Sebić et al.*, 2022). *Стевановић и сар.* (1995) наводе да је преко 60% обрадивог земљишта Централне Србије и Косова и Метохије киселе реакције, од чега је око 30% екстремно кисело. Земљишта киселе реакције у поменутом подручју су углавном равничарски или падински типови псеудоглеја или његове излужене варијанте, лесивирани вертисоли,

еутрични камбисоли, колувијум, ранкери, смеђа или излужена смеђа земљишта планинских предела (*Ђаловић и сар.*, 2010).

Систематском контролом плодности пољопривредног земљишта Србије утврђено је стање потенцијалне киселости најзаступљенијих начина коришћења земљишта (слика 10). Земљиште Централне Србије у чијој структури највише доминирају оранице и баште (око 72%), затим воћњаци и виногради (око 16%) и ливаде и пашњаци (око 12%) је киселе реакције (рН у КС1-у 4,5-5,5) и слабо киселе реакције (рН у КС1-у 5,5-6,5). Испитивана земљишта Војводине у којем 98% узорака припада ораницама и баштама а остало су воћњаци и виногради, имају слабо алкалну реакцију (рН у КС1-у 7,2-8,2), и киселу (рН у КС1-у 4,5-5,5) под виноградима (*Видојевић и сар.* 2015).



Слика 10. Потенцијална киселост земљишта у Србији
(Видојевић и сар. 2015).

Садржај органске материје

Органска материја има незамењиву улогу у педогенетским процесима настанка земљишта, а преко других битних особина земљишта које у великој мери модификује и на њих позитивно утиче, формира и одржава плодност земљишта. Важна је компонента земљишта због свог утицаја на структуру и стабилност земљишта, задржавање воде, капацитет катјонске измене, разноврсност и

активност земљишних организама и као извор есенцијалних биљних хранљивих материја (*Huber et al.*, 2008). Органска материја кроз свој утицај на стабилност агрегата, утиче и на ерозију земљишта. Земљишта са већим садржајем органске материје имају стабилније структурне агрегате, аерацију, инфилтрацију воде и отпорност на ерозију и стварање покорице (*Guerra*, 1994; *Bot and Benites*, 2005). Садржај органске материје у површинском делу земљишта одређује његову боју и тиме утиче на топлотни биланс земљишта.

Органска материја има и велику еколошку улогу у добијању здравствено безбедних производа за исхрану људи и животиња и заштити животне средине. У комбинацији са другим земљишним факторима органска материја утиче на понашање елемената у траговима. Акумулира и ослобађа елементе у траговима (*Mieczek et al.*, 2018), делујући на тај начин на њихову мобилизацију и имобилизацију у земљишту (*Carrillo-Gonzalez et al.*, 2006; *Martine et al.*, 2020; *Kabata-Pendias*, 2010). Висок садржај органске материје има комплексан утицај на понашање елемената у траговима у земљишту (*Kabata-Pendias*, 2010) и иде у два правца у зависности од састава органске материје. Садржај чврсте органске материје повећава асорпцију катјона на хумусној материји која смањује биорасположивост (*Adriano*, 2001), док висок садржај растворљиве органске материје може повећати количину елемената у траговима у раствору земљишта формирањем растворљивих органо металних комплекса (*Naidu and Harter*, 1998). Слично понашање поседују органска једињења велике молекулске масе која формирају нерастворљиве комплексе са елементима у траговима и уклањају их из раствора као слабопокретне, а везивањем за једињења мале молекулске масе, на пример за фулвокиселине, они могу остати у раствору, што повећава њихову покретљивост (*Carrillo-Gonzalez et al.*, 2006). Двострука улога органске материје на растворљивост елемената у траговима зависи и од рН вредности земљишта. У веома киселим условима земљишта, органска материја гради нерастворљиве комплексе са елементима у траговима, чинећи их непокретним док у слабо киселим до алкалним условима гради растворљиве комплексе у којима су они покретни (*Brümmer*, 1986).

Њен утицај на елементе у траговима у зависности је од количине органске материје у земљишту, и према томе *Han*, (2007) сматра да је у минералним земљиштима са ниским садржајем органске материје биодоступност елемената у траговима повећавана, док органска земљишта са високим садржајем органске материје смањују биодоступност.

Смањење количине органске материје у минералним земљиштима може додатно погоршати деградацију земљишта и пореметити њен пуферски капацитет да задржи потенцијално токсичне елементе, чиме се повећава ризик од њиховог излагања у животној средини (*Ondrasek and Rengel*, 2011). Према ауторима последње процене су да се око 20% пољопривредног земљишта широм света може се сматрати хемијски деградираним углавном као последица смањене органске материје, док је око 90% земљишта у Европи са ниским до средњим садржајем органске материје. Хемијски деградиране површине земљишта са опадајућим садржајем органске материје у комбинацији са подручјима контаминираним неорганским загађивачима идентификоване су међу најважнијим опасностима за природне екосистеме, производњу хране, здравље људи и привреду европских земаља. У контексту предвиђања биодоступности елемената у траговима у земљишту садржај органске материје је један од најважнијих параметара који има утицај што су бројна истраживања и показала (*Dinić et al.*, 2019; *Maksimović et al.*, 2021; *Mondaca et al.*, 2015; *Mahmoudabadi et al.*, 2015; *Sungur et al.*, 2014).

Јасно је да земљиште као природно станиште за већину биљних врста за разлику од уситњеног материјала геолошке подлоге на ком су образована, одликује присуство органске материје. На основу садржаја органске материје земљишта се карактеришу као минерална или органска. Минерална земљишта чине већину обрадивих површина на глобалном нивоу у којима се количина органске материје креће од садржаја у траговима до 30% (*Bot and Benites*, 2005), али се у површинском делу већине пољопривредних земљишта она креће од 1 до 6% (*Magdoff and Van Es.*, 2021). Органска земљишта (нпр. тресетишта) су природно богата високим садржајем

органске материје већим од 30%, захваљујући климатским условима у којима су настала и углавном се као таква не користе за биљну производњу. Заузимају мање од 5% површина (*Benton, 2012*), и садрже једну трећину глобалних залиха органске материје у земљишту (*Huber et al., 2008*).

На садржај органске материје утичу многи климатски, едафски фактори и људске активности. У хладнијим климатским условима и са већом количином падавина садржај органске материје у земљишту је обично већи услед споријег степена разлагања, за разлику од сувљих и топлијих предела где је разградња убрзана. Садржај органске материје у позитивној је корелацији са садржајем глине. Везе између површине честица глине и органске материје успоравају процес разградње, а земљишта са већим садржајем глине повећавају потенцијал за формирање стабилних агрегата који физички штите молекуле органске материје од даље минерализације микроорганизмима (*Rice, 2002*). На садржај органске материје утиче и топографија, па тако положаји на дну падине, где је влажније, и на северним странама падине где је хладније, имају већи садржај органске материје (*Quideau, 2002*). На сланим, јако киселим или алканим земљиштима, смањена је производња биомасе, самим тим се и мања количина враћа у земљиште. Ово резултира мањом доступном храном за микроорганизме чија је бројност и диверзитет врста оскудан у таквом земљишту (*Bot and Benites, 2005*). Аутори истичу да брзина акумулације органске материје у земљишту зависи од количине и квалитета унесене органске материје. Уношење зеленишног ђубрива или покровних усева махунарки чији је биљни материјал лако разградив са ниским C/N односом, погодује разградњи и краткорочном повећању лабилног азота током вегетације. С друге стране, примена биљних материјала са великим C/N односом и са садржајем лигнина, као што су слама житарица и трава фаворизује имобилизацију хранљивих материја, акумулацију органске материје и формирање хумуса, са повећаним потенцијалом за бољи развој структуре земљишта. Утицај супституције природне букове шуме Лосоновим пачемпресом, на својства земљишта која утичу на фактор еродибилности (садржај органске материје у

површинском слоју од 10 cm, структура и тесктура земљишта и пропустљивост) испитиван је на планини Велики Јастребац у Југоисточној Србији (*Miletić et al.*, 2020). Истраживања су обављена у вештачки формираној састојини Лавсоновог пачемпреса старости 40 година и у природним буковим шумама на дистричном камбисолу. Под састојином Лавсоновог пачемпреса и његових органских остатака, садржај укупне органске материје у површинском делу земљишта је смањен у поређењу са оним у природној буковој шуми, што је резултирало, смањењем стабилности микроструктурних агрегата земљишта и повећањем фактора еродибилности земљишта.

Различите људске активности и пољопривредне праксе утичу на опадње садржаја органске материје и биолошке активност у земљишту. Деловање се огледа кроз смањење производње биомасе, смањење снабдевања органском материјом и повећаном стопом разлагања (*Bot and Benites*, 2005) и обухвата претварање природних травњака, шума и необрадивог земљишта у обрадиво, дубока и интензивна обрада ораница, примена високих доза поготово азотних ђубрива који убрзавају минерализацију, дренажа, калцизација, обрада тресетног земљишта и његово укључивање у обрадиве површине, монокултура, плодореди са смањеним уделом трава, ерозија земљишта, пожари и спаљивање жетвених остатака. Органска материја која постоји на површини земљишта у облику биљних остатака штити земљиште од јаких падавина, ветра и сунца а њено уклањање или спаљивање остатака излаже земљиште негативним климатским утицајима и лишава микроорганизме извора хране.

Обрада земљишта убрзава процесе минерализације органске материје, али се она редовним заоравањем жетвених остатака након обраде стално обнавља и обогађује новим количинама макро и микро елемената потребним биљкама. Иако технички захтевније, орање велике количине жетвених остатака, поготово богатих лигнином и целулозом, често одвраћа пољопривредне произвођаче од једине исправане праксе са становишта одрживог коришћења земљишта. Тако је брзина разградње органске материје и смањење садржаја хумуса у земљишту рапидна, што је данас често и случај на нашим њивама у интезивном коришћењу. Убрзавање процеса разградње

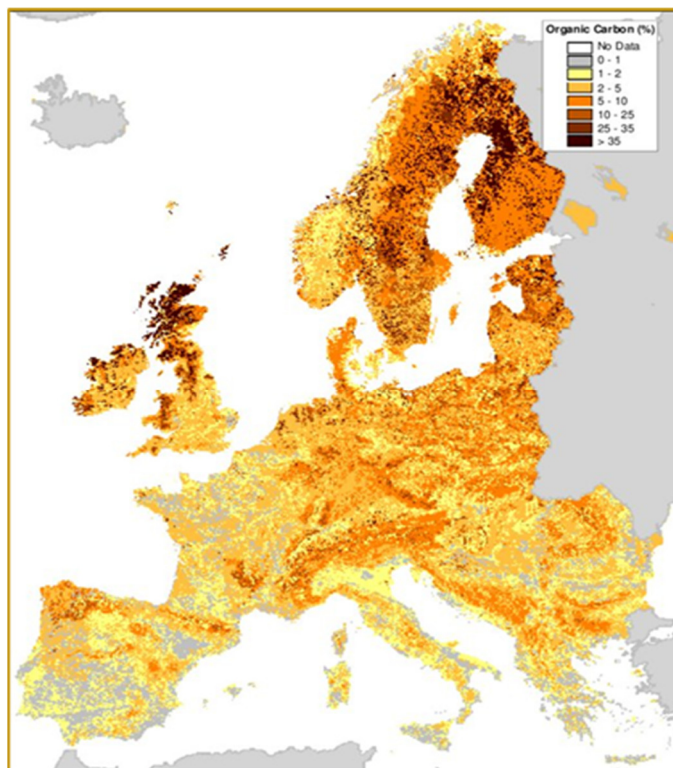
жетвених остатака богатих лигнином и целулозом, могуће је извести применом микробиолошких препарата са специјализованим сојевима за ову намену, што се може извести директно на њиви, пред обраду. Органска материја је главни извор хране и великом броју и диверзитету микроорганизама које наново минерализује додатне количине органске материје и обнавља резерве храњивих елемената биљкама, што је само један од разлога јединог исправног научног приступа за подстицање рециклирања жетвених остатака. Повећање садржаја органске материје је релативно спор процес који траје неколико деценија, док се његов значајан део може минерализовати за само неколико година интензивног коришћења земљишта (*Ondrasek and Rengel, 2011*).

Упоредо са минерализацијом, у земљишту се одвија и процес хумификације што резултира образовањем стабилне форме и крајњег продукта, хумуса. На синтезу и састав хумуса утичу и физичко хемијске особине земљишта, топлотни, водни и ваздушни режим земљишта, рН вредност, клима подручја и вегетација. Најповољније услове имају у добро аерисаним, умерено влажним иловастим и глиновитим земљиштима. Стабилна органска фракција (хумус) адсорбује и држи хранљиве материје у биљци доступном облику (*Bot and Benites, 2005*). Примарни градивни састојак органске материје је органски угљеник у земљишту који чини одприлике половину њене количине. Често се за лабораторијско одређивање садржаја органске материје у земљишту или обрнуто, за добијање садржаја органског угљеника из органске материје користи фактор 1,724. Коришћење овог фактора заснива се на предпоставци да органска материја земљишта садржи 58% органског угљеника (*Nelson i Sommers, 1982; USDA i sar. 1996*). У литератури научних истраживања која су проистекла из ставова некадашњег Југословенског друштва за проучавање земљишта, за садржај органске материје у земљишту у примени је термин садржај хумуса. Овај термин не сме се поистоветити са фраксијом органске материје – хумусом.

Органска материја земљишта има значајну улогу у бројним глобалним циклусима, и кључну са становишта климатских промена, у циклусу угљеника. Највећи резервоар угљеника је органска

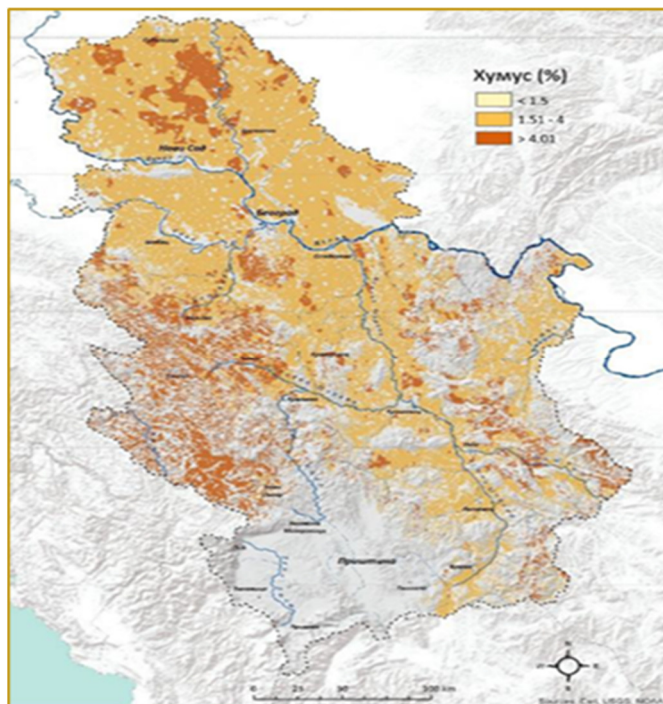
материја земљишта и процењује се да га садржи четири пута више од биљака, а угљеник ускладиштен у свим светским земљиштима два до три пута је већи од количине у атмосфери. Како се органска материја земљишта исцрпљује или губи на неки од горе описаних начина, она постаје извор угљен-диоксида за атмосферу. Ако се органска материја смањи са 3% на 2%, количина угљен-диоксида у атмосфери би се могла удвостручити (*Magdoff and Van Es, 2021*).

Као што је већ напоменуто губитак органске материје у земљишту је проблем са којим се суочавају све земље у свету. Земљишта у Европи такође имају проблем са губитком органске материје у пољопривредном земљишту. Око 45% минералног земљишта у Европи има низак или веома низак садржај органског угљеника (0–2%) а 45% средњи садржај (2–6%). Најмањи садржај органског угљеника налази се на југу континента где је у око 74% земљишта садржај органског угљеника мањи од 2%. Међутим, низак садржај органског угљеника имају и поједина земљишта на северу, у Француској, Уједињеном Краљевству, Немачкој, Норвешкој и Белгији као што се може видети из прилога на слици 11 (*Jones et al., 2004*).



Слика 11. Садржај органског угљеника (%) у земљишту Европе

У погледу садржаја органске материје, систематском контролом плодности пољопривредног земљишта Србије утврђен је просечан садржај од 3,73% у Централној Србији и 3,09% у Војводини (*Видојевић и сар.* 2015). У Централној Србији хумозна земљишта (3-5% органске материје) су под воћњацима, ливадама и пашњацима, док су оранице и виногради слабо хумозна земљишта (1-3%). У Војводини су земљишта узета са ораница и башта у највећој мери у класи хумозних земљишта, док земљишта воћњака и винограда припадају слабо хумозним земљиштима (слика 12).



Слика 12. Садржај органске материје - хумуса (%) у земљишту Србије (Видојевић и сар. 2015).

Садржај растворених соли

Физиолошке активности биљака и микроорганизама су директно повезане са усвајањем и одавањем воде, хранива и продуката метаболизма. Садржај соли у земљишном раствору је ограничавајући фактор који утиче на ове процесе на нивоу: земљиште – биљка и земљиште – микроорганизми. Са повећањем садржаја соли повећава се осмотски притисак и процеси усвајања и одавања су значајно отежани и потребно је уложити много више енергије за процесе транспорта воде и минералних материја (Сарић и сар. 1987). У таквим условима услед осмотског стреса и токсичних јона биљке заостају у порасту смањује се микробна активност, биомаса и мења се структура микробне заједнице (Yan et al., 2015). Биљке су највише осетљиве на садржај соли у зони кореновог система и он има главни утицај на успех биљне производње и опстанак вегетације (Shaw, 1999).

Земљишни раствор најчешће садржи воднорастворне соли састављене од катјона: натријума (Na^+), калијума (K^+), калцијума (Ca^{2+}), магнезијума (Mg^{2+}), и ањона: хлорид (Cl^-), сулфат (SO_4^{2-}), бикарбонат (HCO_3^-), карбонат (CO_3^{2-}) и нитрат (NO_3^-) (*Hazelton and Murphy, 2016*). Остали састојци који доприносе салинитету у висококонцентрованим растворима укључују бор (B), селен (Se), стронцијум (Sr), литијум (Li), силицијум (Si), рубидијум (Rb), флуор (F), молибден (Mo), манган (Mn), баријум (Ba) и алуминијум (Al) (*Tanji and Wallender, 2012*).

Салинитет земљишта је мера концентрације свих растворљивих соли у земљишном раствору и обично се изражава као концентрација укупно растворених соли (TDS) (mg L^{-1} или ppm). Садржај укупних водорастворљивих соли у земљишном раствору одређују се на основу електропроводљивости сатурисане земљишне пасте или воденог раствора (1:5=земљиште:вода). Вредности добијене из сатурационог раствора могу се користити за директну процену утицаја на раст биљака (*Richards, 1954*), док се електропроводљивост добијена из воденог раствора мора претходно претворити одговарајућим фактором у зависности од текстуре земљишта (*Hazelton and Murphy, 2016*). Земљиште са вредностима ЕС већим од 4 dS m^{-1} сатурационог раствора карактерише се као заслањено земљиште (*Richards, 1954*), а при вредностима већим од 8 dS m^{-1} само толерантне биљке могу успешно да се развијају. Заслањена земљишта утичу и на микробиолошку активност што је нарочито изражено кроз смањење респирације микроорганизама за 50% при вредности ЕС 1:5 $\geq 5.0 \text{ dSm}^{-1}$ (*Yan et al., 2015*).

Садржај водорастворљивих соли је промењив у зависности од годишњег доба у одређеним земљиштима. У сувом и топлом периоду, водорастворљиве соли се премештају и акумулирају близу површине или у саму површину земљишта док се након кишног периода или наводњавања, испирају десцедентим токовима у дубље слојеве, а поновно испаравање током сушних месеци се могу опет подићи ка површини.

Висок природни садржај соли у земљишту имају халоморфна земљишта позната као слатине које су код нас заступљене на малим

површинама и то претежно у Војводини. На солончаку и солоњцу без претходно изведених физичких и хемијских мелиоративних мера није могуће изводити интензивну пољопривредну производњу и остваривати високе приносе осетљивих биљних врста на садржај соли, већ се по правилу на таквом земљишту гаје толерантне врсте а природно се јавља само халофитна вегетација. Препорука за претварање у обрадиве површине или поправку слатина на подручју Општине Сурчин, након испитивања њихових физичких и хемијских особина ради интензивног коришћења у биљној производњи дали су *Pivić et al.*, (2021). Испитивана земљишта су већином неповољног водно-ваздушног режима и примена мелиоративних мера мора бити заснована на специфичностима подручја у зависности од климатских услова и типа земљишта. Радови обухватају растресање збијеног B_{Na} хоризонта, постављање дренажне и отворене каналске мреже ради снижавања нивоа подземних вода и могућности трајног испирања штетних соли, наводњавање и испирање штетних соли, хемијске мелиоративне мере, мелиоративно ђубрење органским и минералним ђубривима.

Применом неадекватних агротехничких и мелиоративних мера земљиште се може привремено или трајно деградирати а један од првих параметара који се лако нарушава је садржај растворених соли у воденом раствору земљишта. Употреба многих минералних ђубрива у повећаној количини које биљке не могу искористити, може повећати салинитет земљишта. Високе концентрације соли се могу јавити и на пролеће у ораничном хоризонту, ако су се примењивала минерална ђубрива са високим садржајем лако растворљивих соли (хлориди, нитрати) у подручју са малом количином падавина у јесењем и зимском периоду (*Blume et al.*, 2016).

Директни извор соли у земљишту су површинске и подземне воде. Све ове воде садрже растворене соли, чија концентрација зависи од садржаја соли у земљишту и геолошких материјала са којима је вода била у контакту. У природним условима, вода може допринети заслањивању земљишта приликом поплава или подизањем нивоа подземних вода близу површине земљишта (*Richards*, 1954). Наводњавање земљишта је такође пракса која уколико се не изводи

на адекватан начин и водом задовољавајућег квалитета може повећати садржај соли у земљишту. Наводњавање водом са већим садржајем хлорида, сулфата, карбоната и бикарбоната директно утиче на заслањивање земљишта а посредан утицај има избор техника наводњавања који уколико примењује веће количине воде за наводњавање може подићи ниво подземне минерализоване воде и уз капиларно кретање донети растворене соли ка површини. Заслањивање и алкализација је могућа и код најплоднијих земљишта уколико се не контролише квалитет вода за наводњавање. Институт за земљиште је спровео обимно истраживање у делу централне Србије (Браничевска, Подунавска, Поморавска, Моравичка, Мачванска и Топличка област) са циљем испитивања квалитета расположиве воде за наводњавање, најчешће коришћених метода наводњавања и њихова примена у односу на начин коришћења земљишта (*Пивић и сар.*, 2021). На основу прикупљених података на терену, резултата лабораторијских анализа и обрадом података, закључено је да су највеће наводњаване површине под ораницама и баштама и то у Подунавској и Моравичкој области, а на знатно мањим површинама у Мачванској, Помороваској, Браничевској и Топличкој области. У свим испитиваним областима доминанто је гравитационо наводњавање и то коришћењем подземних извора вода, сем у Мачванској где се највише наводњава системом „кап по кап“. Испитивани узорци вода за наводњавање се према параметрима рН, ЕС, TDS, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , K^+ , Na^+ , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} и SAR на основу традиционалних и савремених класификација оцењују задовољавајућег квалитета за коришћење без значајнијих ограничења. У биљној производњи са применом наводњавања неопходна је периодична контрола квалитета вода за наводњавање и земљишта у циљу спречавања погоршања хемијских особина земљишта и физичких на које квалитет вода утиче, као што су кварање структуре земљишта и стварање покорице.

Широм света, приоритет се даје различитим класификацијама у зависности од практичног искуства и научних закључака. Многи фактори утичу на степен ризика од заслањивања земљишта које је подложно промени у условима климатских промена. Имајући у виду

значај и распрострањеност заслањивања земљишта, *Grujić et al.*, (2021б) оцењују да је пракса коришћења низа класификација и њихова ревизија током времена позитиван пример и корисно средство у превенцији и борби против заслањивања земљишта којег према последњим подацима има на око 833 милиона ha што представља 8,7% укупне земљине површине.

Посебно се истиче ризик од антропогеног заслањивања земљишта у урбаним пределима или поред путева у која, одређена количина соли (најчешће NaCl) која се користи за одмрзавање друмских путева, доспева током зимског периода (*Blume et al.*, 2016). Додатак NaCl у земљишту изазива размену углавном Ca и Mg јона са Na јонима, тако да засићеност земљишта поред пута натријумом често достиже вредности од 10–20%. То доводи до алкализације земљишта и пораста рН вредности у алкални опсег и формирају се слана алкална земљишта.

Реакција биљака на салинитет и различите конститутивне јоне у земљишном раствору и водама за наводњавање варира међу биљним врстама, варијететима и сортама. Исто тако код истих биљних врста реакција биљака на стрес изазван високим садржајем соли мења се од клијања до сазревања. Земљиште, вода и климатски фактори утичу на способност биљке да толерише растворљиве соли у зони кореновог система. Подаци о толеранцији на соли могу се користити за одабир усева са највећим потенцијалом за биљну производњу на заслањеном земљишту или за наводњавање са сланим водама (*Maas*, 1993). У табели 16 дат је преглед биљних врста сврстаних у групе према толеранцији на соли и прага толеранције при којем нема смањења приноса на основу вредности електричне проводљивости сатурисане земљишне пасте у зони кореновог система, заснован на Maas-Hoffman-вом принципу (1977).

Табела 16. Толеранција биљних врста на соли на основу ЕС сатурационе пасте изражена у $dS\ m^{-1}$ (Shaw, 1999; Hazelton and Murphy, 2016).

Биљна врста	Научни назив	Праг толеранције на ЕС вредности	Толеранција биљних врста на соли
Репа	<i>Brassica rapu</i>	0,9	Осетљиве ЕС 0–1.9
Јабука	<i>Malus sylvestris</i>	1,0	
Крушка	<i>Pyrus spp.</i>	1,0	
Малина	<i>Rubus ideaeus</i>	1,0	
Јагода	<i>Fragaria</i>	1,0	
Пасуљ	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1,0	
Бела детелина	<i>Trifolium repens</i>	1,0	
Мрква	<i>Daucus carota</i>	1,0	
Патлиџан	<i>Solanum melongena</i>	1,1	
Црни лук	<i>Allium cepa</i>	1,2	
Салата	<i>Latuca sativa</i>	1,3	
Вигна	<i>Vigna unguiculata</i>	1,3	
Шљива	<i>Prunus domestica</i>	1,5	
Грожђе	<i>Vitis spp.</i>	1,5	
Боровница	<i>Rubus spp.</i>	1,5	
Батат	<i>Ipomoea batatas</i>	1,5	
Паприка	<i>Capsicum annum</i>	1,5	
Лисичји реп	<i>Alopecurus pratensis</i>	1,5	
Јежевица	<i>Dactylis glomerata</i>	1,5	
Кајсија	<i>Prunus armeniaca</i>	1,6	
Боб	<i>Vicia faba</i>	1,6	
Кромпир	<i>Solanum tuberosum</i>	1,7	
Лан	<i>Vinum usitatissimum</i>	1,7	
Шећерна трска	<i>Saccharum officinarum</i>	1,7	
Купус	<i>Brassica oleracea (var. Capitata)</i>	1,8	
Целер	<i>Apium graveolens</i>	1,8	
Кукуруз	<i>Zea mays</i>	1,8	

Спанаћ	<i>Spinacia oleracea</i>	2,0	Умерено толерантне ЕС 2–3,9
Луцерка	<i>Medicago sativa</i>	2,0	
Диња	<i>Cucumis melo</i>	2,2	
Парадајз	<i>Lycopersicon esculentum</i>	2,3	
Краставац	<i>Cucumis sativus</i>	2,5	
Карфиол	<i>Brassica oleracea</i>	2,5	
Грашак	<i>Pisum sativum L.</i>	2,5	
Броколи	<i>Brassica oleracea</i>	2,8	
Суданска трава	<i>Sorghum sudanense</i>	2,8	
Рижа	<i>Oryza sativa</i>	3,0	
Бресква	<i>Prunus persica</i>	3,2	
Бундева	<i>Cucurbita pepo</i>	3,2	
Цвекла	<i>Beta vulgaris</i>	4,0	
Жути звездан	<i>Lotus corniculatus</i>	5,0	
Овас	<i>Avena sativa</i>	5,0	
Соја	<i>Glycine max</i>	5,0	
Сунцокрет	<i>Helianthus annual spp.</i>	5,5	
Љуљ	<i>Lolium perenne</i>	5,6	
Тврда пшеница	<i>Triticum turgidum</i>	5,7	
Обична пшеница	<i>Triticum aestivum</i>	6,0	
Кељ	<i>Brassica campestris</i>	6,5	
Сирак	<i>Sorghum bicolor</i>	6,8	
Зубача	<i>Cynodon dactylon</i>	6,9	
Шећерна репа	<i>Beta vulgaris</i>	7,0	
Памук	<i>Gossypium hirsutum</i>	7,7	

Садржај биодоступних хранива

Биљка живи, расте и развија се у две сфере, својим надземним делом у атмосфери и у земљишту својим подземним деловима. За процес примарне органске продукције у којима биљке, неорганску материју уз помоћ сунчевог зрачења претварају у органску, неопходно је да поред најзначајнијих конституционих елемената (С, О, Н и N) којима се највише снабдевају из ваздуха и воде, има довољно минералних елемената које биљке углавном узимају из

земљишта. Поред ова четири елемента која учествују у сувој материји са око 95% за раст и развиће биљака потребни су P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo, Co, Cl, Na и Ni. У погледу захтева биљака и значаја појединих елемената за исхрану многи аутори њих деле на макро и микроелементе односно на биогене (неопходне), корисне, и штетне у зависности колико их има у земљишту, у биљкама и да ли без њих могу да расту и продукују, односно негативно на њих да делују. Они који су потребни у великим количинама класификовани су као макроелементи (C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Na, Si) а они потребни у малим количинама као микроелементи (B, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl, Co, Ni) (*Vukadinović i Vukadinović, 2011*). Микроелементи се такође називају и елементима у траговима, што указује да су њихове концентрације у биљним ткивима мале или у траговима у односу на прве (*Mortvedt, 2000*). Неки елементи (Cu, Zn, Mn, Fe, Mo, B, Ni, Co) у веома ниским концентрацијама су од суштинског значаја за раст биљака и називају се и микронутријентима, док други (Cd, Pb, Cr, As, Hg) нису есенцијални и токсични су чак и у малим количинама (*He et al., 2005; Rascio and Navari-Izzo, 2011; Raffa et al., 2021; González Henao and Ghneim-Herrera, 2021; FAO and UNEP, 2021*). Сви елементи у траговима у повећаним концентрацијама постају потенцијално токсични елементи за жива бића и животну средину.

И подела на неопходне, корисне и штетне нема униформну функцију за све биљне врсте и при истим концентрацијама и многи аутори их другачије класификују. Ове поделе треба прагматично схватити, будући да су за живот биљака потребни сви наведени елементи и сваки има специфичан значај и улогу без обзира на количину која се налази у биљкама или земљишту.

Извор биљних хранива у земљишту су минерални и органски део у коме се поједина хранива налазе у различитим неорганским и органским једињењима. Да би биљке могле да их усвајају хранива морају да буду у биодоступним формама.

Како је земљиште врло активна и динамична средина у којем се редовно одвијају физички, хемијски и биолошки процеси тако се превођење биљних хранива из сложених, недоступних за биљку једињења, у доступна односно приступачна за биљку, стално мења.

Динамика промене приступачних елемената у времену и простору је јако изражена, и зависи од низа физичких и хемијских особина које утичу на њихову мобилизацију и имобилизацију, односно од типа земљишта.

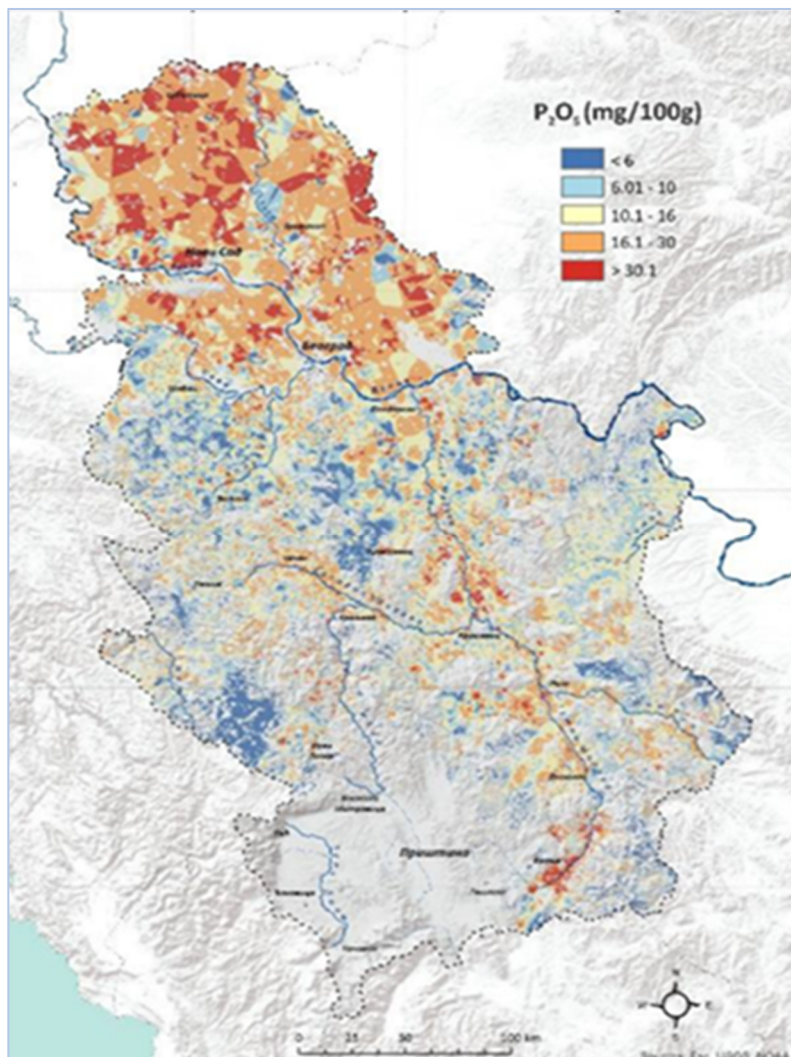
Азот је елемент који највише утиче на приносе гајених биљака. У земљишту га највише има у органском облику који након минерализације постаје приступачан биљкама. Његове резерве у органским једињењима објашњава чињеницу да га управо највише и има у земљиштима богатим органском материјом. Биљке га најчешће усвајају у амонијачном и нитратном облику. Будући да су многи облици азота у земљишту врло непостојани и губе се из земљишта испирањем, волатизацијом, декомпозицијом и денитрификацијом, у зависности од типа земљишта, климатских услова и вегетације, његова динамика је врло изражена и одређивање количина овог елемената зависи од момента његовог утврђивања. Одржавање резерви и оптималних количина азота у земљишту спроводи се уношењем органских ђубрива, док се у минералном облику уносе непосредно пред период највећих потреба гајених биљака за овим елементом уз увид у потребе и расположиве количине будући да у сувишку може имати негативне последице на гајене биљке, квалитет и исправност хране и елементе животне средине.

Фосфор се такође налази у органском и неорганском облику у земљишту који постаје доступан биљкама након минерализације или мобилизације а биљке га усвајају у облику анјона H_2PO_4^- и HPO_4^- из земљишног раствора. Минерализација органског фосфора зависи од односа угљеника и фосфора у земљишту. Уколико је овај однос већи од 300:1 долази до његове имобилизације, док се на односу 200:1 врши мобилизација фосфора (Вукадиновић и Вукадиновић, 2011). И поред солидног садржаја укупних форми фосфора који обично представља његову резерву, низак садржај лакоприступачног облика последица је његове мале растворивости односно мале количине у земљишном раствору, што је случај у многим земљиштима због чега се као и азот, уноси путем ђубрива.

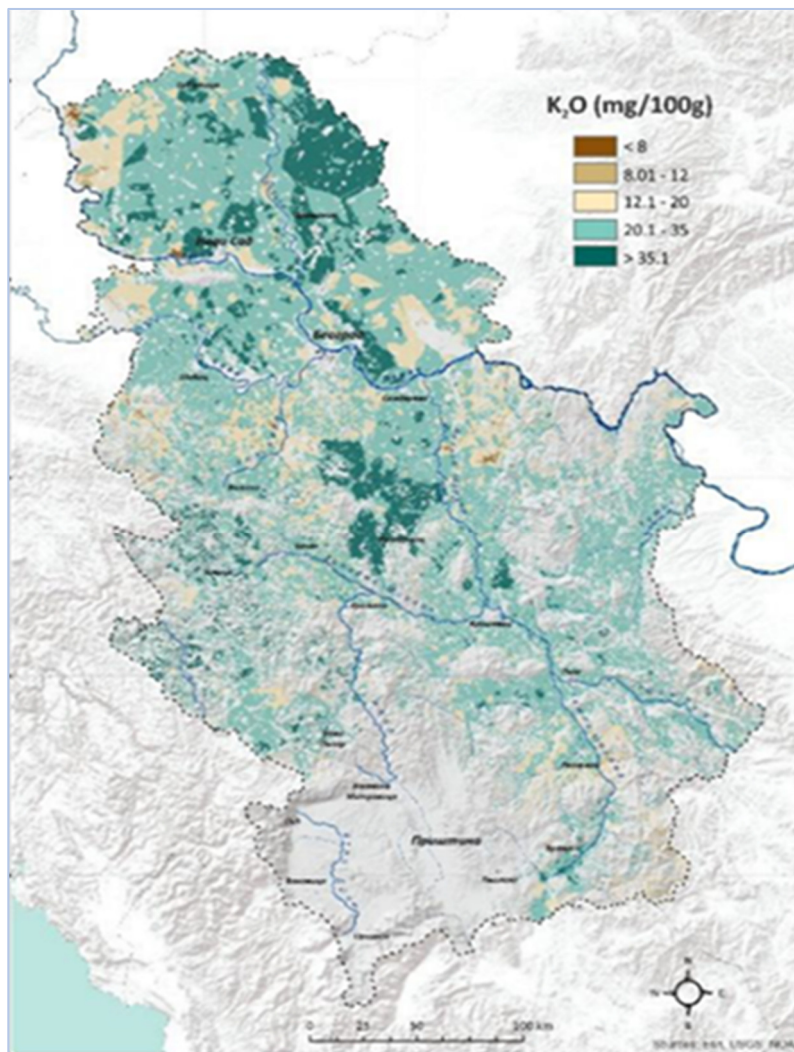
Калијум је поред азота и фосфора један од најважнијих елемената неопходних за норалан раст и развој биљака. Поред улоге

у многим физиолошким процесима, учествује у регулацији садржаја воде у биљкама и на њихову отпорност на неповољне услове стреса изазваног сушом, мразом, салинитетом али и на деловање патогених организама. Потиче од примарних минерала а налази се као фиксиран, адсорбован, у кристалној решетки минерала и земљишном раствору. Најчешће се његов недостатак јавља на песковитим земљиштима услед испирања или на глиновитим у којима долази до фиксирања јона калијума, или на земљиштима са вишком калцијума и магнезијума (*Букадиновић и Букадиновић, 2011*). Као и претходни елементи, његов губитак из земљишта испирањем, ерозијом или одношењем кроз биомасу биљака неопходно је надокнадити ђубривима.

Систематском контролом плодности у циљу обезбеђивања правилне употребе минералних и органских ђубрива, испитивано је стање нивоа хранива у пољопривредном земљишту Србије (*Видојевић и сар. 2015*), што се може видети из слика 13 и 14. На подручју Централне Србије утврђен је дефицит лакоприступачног фосфора без обзира на начин коришћења земљишта (просек $14,52 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), док је на територији Војводине он у распону од врло ниског садржаја у засадима винове лозе, оптималним на ораницама и баштама и висок у воћњацима (просек $22,60 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). Висок садржај лакоприступачног калијума имају већина земљишта Централне Србије и Војводине (приближно исти просек око $28,64 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$).



Слика 13. Садржај лакоприступачног фосфора у земљишту Републике Србије



Слика 14. Садржај лакоприступачног калијума у земљишту Републике Србије

Садржај опасних и штетних материја у земљишту

Опасне и штетне материје у земљишту могу се поделити на неорганска и органска једињења а садржај и количине које су препознате од стране законске регулативе Републике Србије дефинисане су у Правилнику о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање (Сл. гласник РС, 1994) и Уредби о граничним вредностима загађујућих, штетних

и опасних материја у земљишту (Сл. гласник РС. 2019а). Правилником су дефинисане максимално дозвољене укупне количине у пољопривредном земљишту а Уредбом граничне максималне и ремедијационе вредности које се модификују на основу садржаја фракције глине и органске материје за одређена неорганска једињења, односно у зависности од садржаја органске материје за органска једињења. Земљиште је незагађено уколико су вредности испод граничних а вредности једињења преко ремедијационих указује на небезбедно земљиште за коришћење и потребу за његовом ремедијацијом. Одредбе Уредбе се примењују на свом земљишту без дефинисаних начина коришћења (Грујић и сар. 2021а). Познавањем и испитивањем понашања и утицаја оксидационог стања појединих елемената у одређеним земљишним условима и као таквим на здравље земљишта, људи и животне средине, могуће је издвојити штетне облике и дефинисати њихове граничне количине одређеним правилницима (нпр. Cr^{3+} и Cr^{6+}). Располагање овим подацима и одржавањем земљишта повољних оксидо-редукционих услова за елементе спречила би се појава штетних оксидационих стања појединих елемената што би могла бити добра превентивна мера. Правилником су дефинисане само граничне вредности остатака симазина и атразина а Уредбом је обухваћен већи број опасних и штетних органских једињења (Ароматична органска једињења, Полициклични ароматични угљоводоници, Хлоровани угљоводоници, Пестициди, Укупни нафтни угљоводоници - фракције C_6 – C_{40} и Циклохексанон и Фталати).

Са развојем аналитичких метода и доступних нових сазнања, научна истраживања редовно преиспитују утицај до сада препознатих опасних и штетних материја и уводе у испитивања нове материје које су у истраживањима препознате као опасне и штетне по човека и животну средину. Последњих година повећано је интересовање утицаја активних компоненти лекова и пестицида, микропластике и вештачких наночестица на човека и животну средину. Истраживања су такође усмерена ка предвиђању понашања опасних и штетних материја у земљишту у зависности од његових физичких, хемијских и биолошких особина будући да су се тренутне

законске регулативе засноване на укупном садржају штетних и опасних материја показале као недовољно прецизне и непрактичне. Формирани високо предиктивни математички модели са обухваћеним утицајем свих фактора, кроз машинско учење и вештачку интелигенцију могу се користити за процену ризика коришћења контаминираниог земљишта као и у процени вишка или дефицита есенцијалних елемената што је одличан алат за примену у доброј пољопривредној пракси и заштити животне средине. На тај начин би се могао предвиђати транспорт, судбина, потенцијални утицај опасних и штетних материја у земљишту, њихову транслокацију у биљку, и на крају у животну средину (*Maksimović et al.*, 2021).

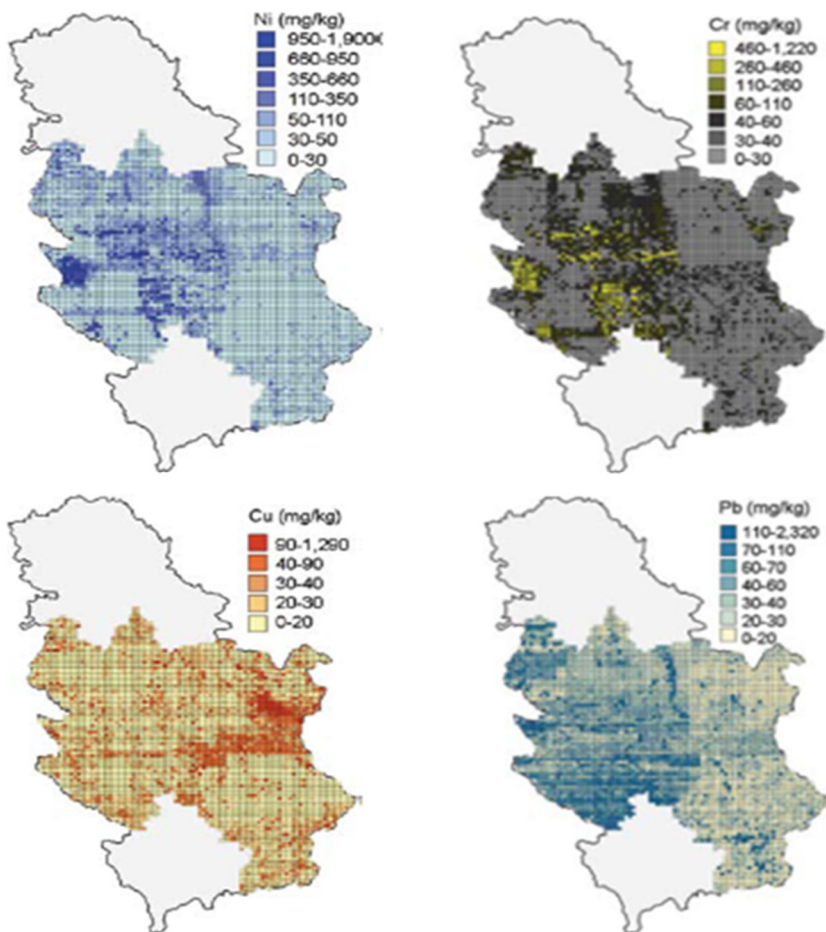
Матични супстрат на ком су земљишта формирана је природни извор елемената у траговима у земљишту и у зависности од геолошких карактеристика разликоваће се и концентрације природног фона у њему. У изградњи земљине коре 98,59% отпада на осам елемената, а свега 1,41% на све остале који се називају елементи у траговима (*Мрвић и сар.* 2009). Концентрације елемената у земљишту ће варирати у зависности од његових геолошких карактеристика и услова средине који су довели до формирања земљишта и на њих човек не може директно да утиче. Посредно, деградацијом земљишта и нарушавањем његових физичких, хемијских и биолошких особина односно процеса у земљишту може се ослободити и повећати њихова концентрација у земљишном раствору. Елементи у траговима се дакле природно јављају у одређеним количинама у земљишту али у савременом друштву загађење земљишта постаје све израженије услед интензивирања индустрије и пољопривреде (*Динић и сар.* 2019). Антропогени извори опасних и штетних материја у земљишту су многобројне људске делатности и активности. Одређене пољопривредне праксе као што су примена минералних и органских ђубрива, коришћење средстава за заштиту биља укључујући фунгициде, инсектициде и хербициде, наводњавање водама неадекватног квалитета, чини пољопривредну производњу значајним извором дифузног загађења. Извор елемената у траговима у земљишту су сагоревање фосилних извора енергије за

добивање струје, за саобраћај, индустрију, неправилан третман комуналног и индустријског отпада и ширење површина под дивљим депонијама.

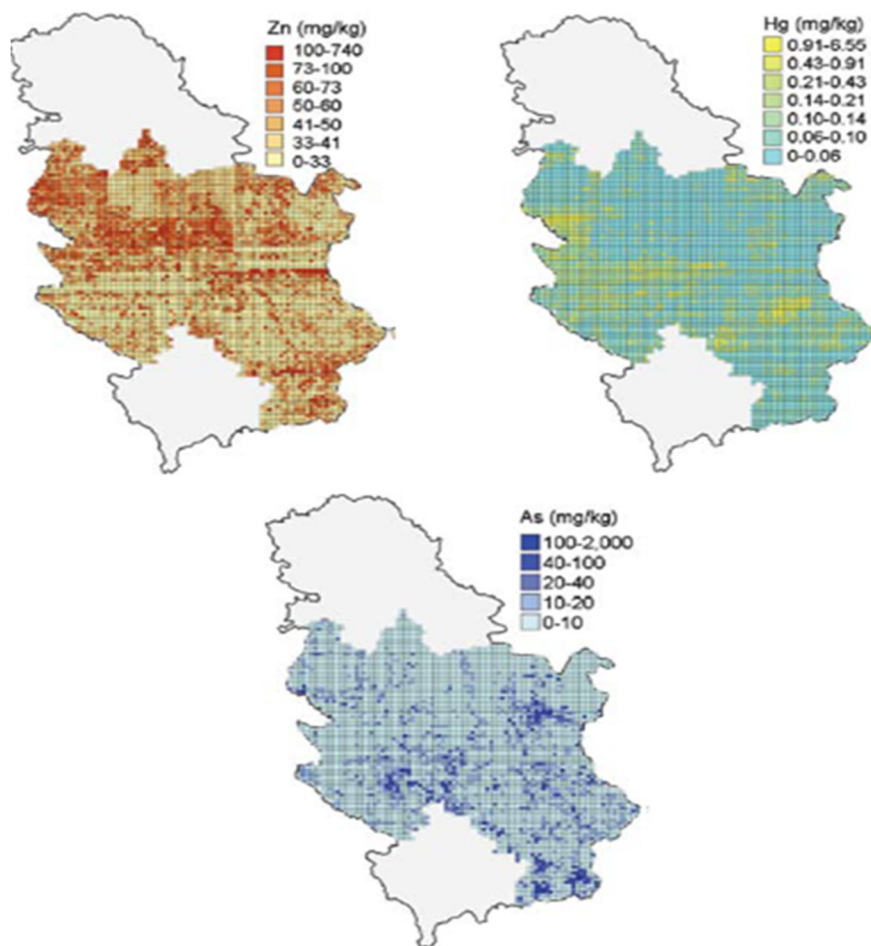
Загађење земљишта елементима у траговима проблем је са којим се суочавају све земље света у одређеном обиму будући да се они природно налазе у животној средини али и уносе у екосистеме природним процесима и људским активностима. Процењује се да на глобалном нивоу има преко пет милиона локација које обухватају површину око 20 милиона ha земљишта загађеног различитим тешким металима (*Liu et al.*, 2018; *He et al.* 2005).

Контролу плодности и утврђивање садржаја опасних и штетних материја у земљиштима Републике Србије кроз обимна истраживања и неколико фаза проучавало је неколико релевантних Институција, свако у свом домену и подручју рада (Институт за земљиште, Институт за ратарство и повртарство из Новог Сада, Пољопривредни факултет у Земуну, и др.).

Степен загађености земљишта елементима у траговима варира од локалитета и испитиваног елемента (слика 15 и 16). Највећи број земљишта Централне Србије није загађен испитиваним елементима и око 80% површина има нижу концентрацију од максимално дозвољене законском регулативом (*Мрвић и сар.* 2009). Углавном се садржај преко максимално дозвољених количина дефинисаних Правилником налазе у подручјима са природно високим садржајем из геолошких извора (планинско подручје и долине река) на ком су земљишта образована и у подручјима највећих антропогених извора (рударско-металуршки комплекси, подручја интезивне пољопривредне производње, поред друмских путева). Анализом земљишта на присуство остатака пестицида и/или њихових метаболита утврђен је низак садржај испитиваних параметара што упућује на закључак да земљишта Централне Србије нису загађена овим једињењима (*Мојашевић и Виторовић,* 2009).



Слика 15. Садржај укупних количина никла (Ni), хрома (Cr), бакра (Cu) и олова (Pb) (Видојевић, 2009).



Слика 16. Садржај укупних количина цинка (Zn), живе (Hg), арсена (As) (Видојевић, 2009).

Стање земљишта на подручју Републике Србије је у досадашњем периоду пратило неколико институција у циљу сагледавања стања и одређивање програма за његову заштиту. Усвајањем одговарајуће законске регулативе остварен је правни основ за доношење правних аката ради успостављања планског, континуираног и систематског праћења стања и промена квалитета земљишта-мониторинга земљишта. Тако су регулисане обавезе мониторинга земљишта на државном нивоу, локалном нивоу и нивоу

правних субјеката, што ће омогућити адекватније праћење стања и промена земљишта у Републици Србији. Ради ревидирања граничних максималних и ремедијационих вредности опасних и штетних материја категорије неорганских једињења, Министарство заштите животне средине уз помоћ Научних Института покренуло је пројекат одређивања природног фона ових материја у земљишту. Резултати овог пројекта ће послужити за ревизију постојеће регулативе и дефинисања нових граничних максималних и ремедијационих вредности загађивача у земљишту а у складу са одговарајућим агроеколошким условима Републике Србије.

Биолошке особине

Плодно земљиште не подразумева само повољне физичке и хемијске особине већ и одређене биолошке карактеристике. Оно је динамичан и жив систем у коме се континуирано одвијају физички хемијски и биолошки процеси, који су често међусобно условљени. Тако на диверзитет и активност врста утичу водно-ваздушни и толотни режим, реакција земљишта, примењене агротехничке мере, примена органских и минералних ђубрива, средстава за заштиту биља. Земљиште поред одређених храњивих елемената садржи и велики број различитих микроорганизама. Њихова пионирска улога у освајању матичног супстрата и почетним фазама формирања земљишта процесима педогенезе је незамењива. У тим истим процесима у земљишту са повећавањем диверзитета и бројности врста и њихова улога је још већа. Поједини аутори сматрају да би без микроорганизама у пољопривредном земљишту, оно било „мртво“ и предмет геологије (*Цамић и Стевановић, 2000; Поповић, 1989*). У формираном земљишту њихов главни задатак је да врше минерализацију органске материје, преводе неприступачне облике храњива у облике из којих их биљке могу да их усвајају и учествују у синтези специфичних органских једињења од којих настаје хумус.

Најзначајнији представници микроорганизама у земљишту су бактерије, гљиве и актиномицете. Као и код физичких и хемијски особина, биолошке особине се разликују у зависности од типа земљишта и по дубини профила. Диверзитет микроорганизама се

може најједноставније представити чињеницом да се у земљишту, количине у величини једне кашичице, под ливадом може пронаћи више од милијарду микроорганизама са до 10.000 појединачних врста (Camarsa et al., 2014). С друге стране, у површинском слоју земљишта се налази 5-7 t ha⁻¹ микробне биомасе који се захваљујући брзом умножавању током целе године учествују у разлагању органске материје и исхрани биљака (Џамић и Стевановић, 2000), што све укупно указује на значај њиховог присуства на квалитет земљишта. Бројност микророганизама је највећа у површинском хоризонту земљишта односно у највећој зони простирања корена биљака. Биљни коренови својим хемијским продуктима подстичу или спречавају развој појединих микроорганизама и зато је диверзитет микрофлоре одлика која се разликује и међу биљкама. Опадање приноса код вишегодишњег гајења усева у монокултури често је резултат преморености земљишта услед излучивања токсичних материја микроорганизама.

Микроорганизми имају позитиван утицај на живот и исхрану биљака. Својим животним продуктима излучују у зону корена биљака витамине, ауксине, аминокиселине и као биокатализатори активирају биолошке процесе у биљкама. Утицај микроорганизама у одређеним случајевима може бити и негативан ако је реч о патогеним врстама које изазивају обољења биљака. У случају када је однос угљеника и азота у органским ђубривима већи од 25, микроорганизми се такмиче са биљкама за поједине елементе у земљишту, што отежава исхрану биљака.

За карактеризацију земљишта односно одређивање биолошких особина поред укупног броја микроорганизама, група, и састава представника родова и врста често се анализира одређује и број појединих физиолошких група микроорганизама који су важни са аспекта процеса у пољопривредном земљишту, као што су амонификатори, нитрификатори, денитрификатори, целулизатори и др. и њихове активности.

Одређене групе и врсте микроорганизама могу послужити као индикатори еколошких услова и биогености у датом земљишту који су специфични за одговарајуће еколошке нише. У последње време

они се све више користе као индикатори загађења земљишта. Разлике у присуству група и врста микроорганизама у неком земљишту може представљати индикаторе еколошких услова, плодности и загађења датог земљишта. Одређени микроби из ризосфере подстичу толеранцију биљака на тешке метале и стимулишу њихов раст у контаминираним земљишту (*Mishra et al.*, 2017; *Dary et al.*, 2010).

Константна употреба великих количина синтетичких ђубрива доводи до загађења ваздуха, вода и земљишта што је са гледишта одрживе пољопривредне производње, здраве животне средине, људи и животиња и добијања здравствено безбедних производа у данашње време, неприхвативо. Ово је подстакло истраживања потенцијала коришћења микроорганизама који у асоцијацији са биљкама промовишу њихов раст различитим механизмима који укључују биолошку фиксацију азота, солубилизација фосфора и калијума производња фитохормона, сидерофора и др.

Раст загађења ваздуха, површинских и подземних вода и земљишта подстакли су развој научних истраживања и проналажења нових еколошки прихватљивих технологија широке примене микробиолошке фиксације атмосферских азота у циљу смањења потрошње минералних ђубрива. Познато је да је атмосфера главни извор резерви азота, али се у том облику усваја једино од стране микроорганизама. Неки од њих живе у земљишту као слободни; други живе у мање-више блиској симбиози са биљкама, и трећи фиксирају азот из ваздуха заједно са другим микроорганизмима.

Одавно је познато да ризобијалне бактерије у симбиози са легуминозама фиксирају атмосферски азот у земљишту и многа микробиолошка ђубрива са специфичним сојевима за различите врсте из фамилије *Fabaceae* су одавно у комерцијалној употреби (Азотофиксин Института за земљиште). У кореновим нодулама бројних легуминоза, поред ризобијалних ендوفита, пронађене су и разне не-нодулирајуће (неризобијалне) ендофитне бактерије, најчешће из родова *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*, *Actinomyces* и *Serratia* (*Lodewyckx et al.*, 2002). Највећи значај неризобијалних ендوفита у пољопривредној производњи огледа се у њиховој способности да стимулишу раст биљака, индукују толеранцију на

салинитет, контролишу биљне патогене и индукују отпорност биљака на стрес, како истичу аутори.

Због тога, биопрепарати на бази микробних инокуланата (укључујући бактерије и гљиве) могу бити алтернатива или додатак минералним хранивима у производњи гајених усева. Њиховом применом може се смањити употреба скупих азотних ђубрива и олакшати усвајање фосфора и калијума али и многих других макро и микроелемената биљкама.

Студија која је спроведена на огледном пољу Института за земљиште у Младеновцу (*Latkovic et al., 2020*) имала је за циљ испитивање утицаја различитих доза NPK минералних и микробиолошких ђубрива на биолошку продуктивност гајњаче (еутрични камбисол) под двопољем кукуруза и пшенице. Испитивано земљиште је услед дугогодишње примене минералних ђубрива у оваквом систему гајења имало јако киселу реакцију, средњу обезбеђеност хумусом и азотом, средњу до високу обезбеђеност лакоприступачним фосфором и високу обезбеђеност лакоприступачним калијумом. Применом високих доза минералних ђубрива ($120 \text{ kg N, P, K ha}^{-1}$) повећан је принос и садржај протеина пшенице и кукуруза али се значајно смањила микробна биомаса, дехидрогеназа и протеиназне активности у земљишту. За разлику од високе дозе, примена нижих доза (60 kg N, P и 40 kg K ha^{-1}) у комбинацији са инокулацијом *Klebsiella planticola* и сојевима рода *Enterobacter* повећала је целокупну испитивану бројност микроорганизама и ензимску активност са нешто нижим испитиваним параметрима кватитета и квалитета биљака. Са становишта приноса и садржаја протеина оправдана би била употреба високих доза ђубрива, али за физичко-хемијске и биолошке карактеристике земљишта и величине остварених приноса кукуруза и пшенице, комбинована примена микробиолошких и нижих доза минералних NPK ђубрива би била најоправданија за гајење кукуруза и пшенице на испитиваном типу земљишта будући да утиче на повећање активности ензима у земљишту.

Као ефикасни за промовисање раста на киселом земљишту показали су се и одређени сојеви рода *Mesorhizobium* који су

симбиози са жутим звезданом (*Lotus corniculatus* L.), повећали фиксирање азота, обезбедили задовољавајући принос и минерални састав са повећаном концетрацијом макро (P, K, Ca и Mg) и микронутријената (Cu, Fe, Mn, Ni, Zn и B) (*Knežević et al.*, 2022), и *Bacillus megaterium* DZK1BH у сличним киселим условима средине који поспешује раст и принос поред звездана и жежевице (*Dactylis glomerata* L.) (*Knežević et al.*, 2021a). Нов сој *Bacillus pseudomycooides* BM1 који су изоловали *Knežević et al.*, (2021b) може бити добар избор у биоремедијацији загађеног земљишта, добар активни агенс у биођубривима или биофунгициду *B. mojavensis* L3 (*Knežević et al.*, 2021a).

Микроорганизми су показали добре резултате у биоремедијацији загађене животне средине што се у широкој примени највише користи код загађења земљишта и вода органским загађивачима (*FRTR*, 2012). Уз недостатке које овај вид ремедијације има као што је одабир најповољнијих врста и сојева микроорганизама, захтевање одређених услова средине погодни за раст микроорганизама и у дужем трајању од конвенционалних физичких и хемијских техника (*Raffa et al.*, 2021), овај начин ремедијације један од економски најисплативљивијих, еколошки прихватљив, без секундарног отпада, уз очување структуре и битних функција земљишта (*Ђукић и сар.* 2013).

Биоремедијација загађеног земљишта тешким металима односи се на уклањање загађивача подстицањем раста и развоја специфичних микроорганизама процесима биостимулације или биоаугментацијом. У случајевима када је биостимулација природних микроба неефикасна примењује се биоаугментација која подразумева уношење егзогеног биолошког материјала у земљиште са специјално одабраним и селекционисаним микроорганизмима (*Ђукић и сар.* 2013). Механизам деловања је такав да тешки метали/металоиди могу бити оксидовани до мање штетних валентних облика, редуковани, имобилизовани и метаболисани од стране микроорганизама. За разлику од органских загађивача, неоргански се не разграђују од стране микроорганизама, већ се једноставно акумулирају и адсорбују у структуру ћелије микроорганизма (*Raffa et al.*, 2021). Развојем науке

и технологије побољшање техника биоремедијације врши се генетичким инжењерингом путем примене „CRISPR – Cas9“ технологије (Sarma et al., 2021).

На биолошку бројност и активност утиче и земљишна фауна, разни представници инсеката, кишне глисте и глодари, који активно учествују у процесима педогенезе земљишта. Њихова најзначајнија улога је у разлагању органске материје и мешању масе земљишта, често и између хоризоната што позитивно утиче са становишта порозности и структуре, односно укупне плодности земљишта. Насупрот позитивним утицајем на плодност земљишта, поједине врсте земљишне фауне могу имати веома штетан утицај на биљну производњу. Земљишни инсекти поред тога што могу бити преносиоци биљних болести, хране се семеном, кореном, подземним органима, луковицама и клицама биљака. Исто тако кртице подривањем земљишта оштећују коренов систем биљака. Хране се глистама између осталог а смањујући њихову бројност, умањују бројне повољне делатности које може се рећи најзначајнија педофауна, има на физичке, хемијске и биолошке особине и плодност земљишта. Њихово присуство се проучава кроз посебну научну дисциплину Заштите биља и са овог становишта строго контролише и у већини случаја посматра непожељно.

Познавање и разумевање основних карактеристика земљишта и динамичких процеса који се у њему одвијају основни су услов за одрживо управљање земљиштем и животном средином. Правилан избор усева и у склопу њега сорте или хибрида са толеранцијом или могућности прилагођавања према неповољним хемијским, физичким и биолошким особинама земљишта, може помоћи при отклањању фактора који ограничавају висину приноса (продуктивност усева).

Категорије земљишног покривача у Републици Србији

У структури земљишног покривача на територији Србије, учествује пољопривредно земљиште са око 48,5% (43.113 km²), шуме и необрасло шумско земљиште на око 43% (38.240 km²), влажна земљишта и водене површине на око 2,6% (2.377 km²) и вештачке површине и голети на око 5,4% површине (4.757 km²) (*Просторни*

план Републике Србије од 2021. до 2035. године. Нацрт, 2021). Највеће површине пољопривредног земљишта налазе се у северном делу а шумског у западном, источном и јужном делу државе (слика 17). Питања уређења, коришћења, и очувања датих категорија земљишта уређена су у одговарајућим законима Републике Србије, у којима су им између осталог у складу са њихових функцијама и улогама додељене одговарајуће дефиниције за сваку категорију земљишта.

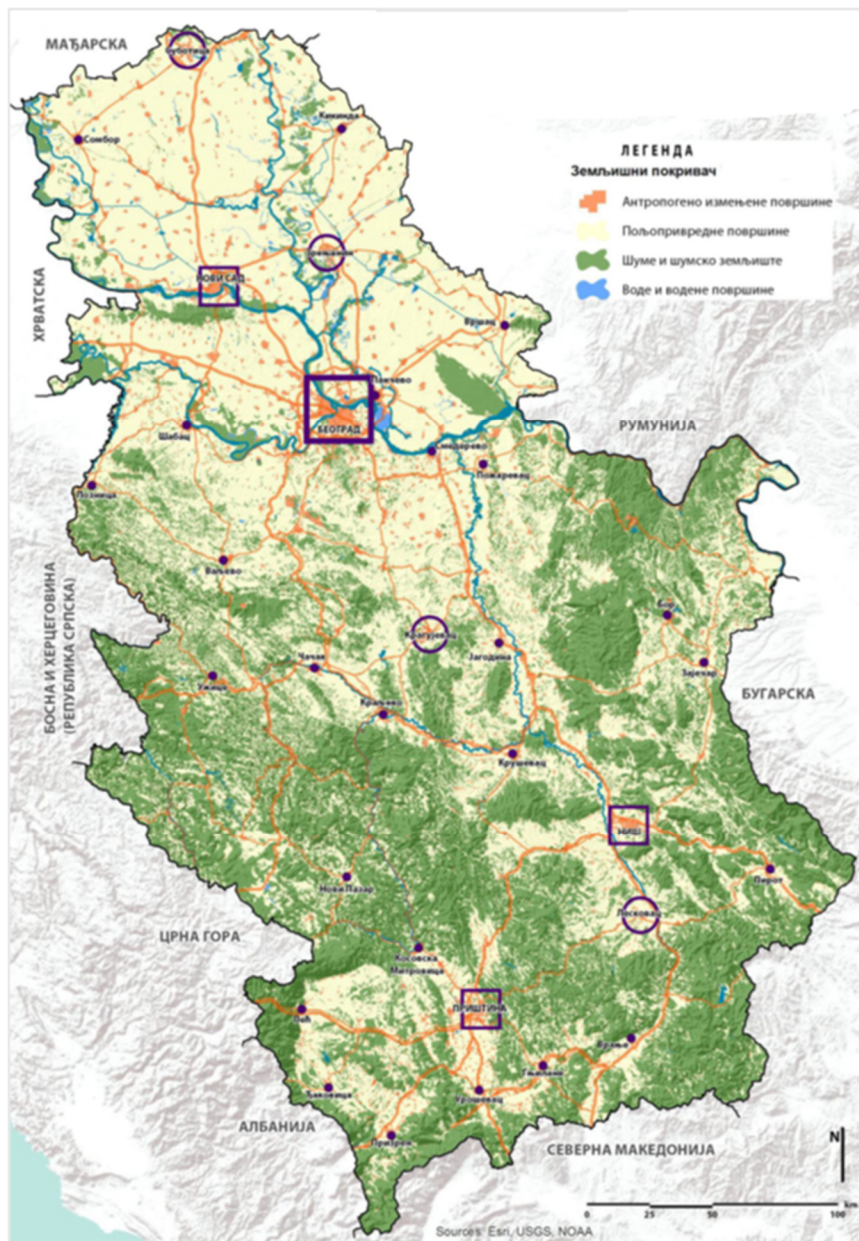
Према Закону пољопривредно земљиште представља земљиште које се користи за пољопривредну производњу (њиве, вртови, воћњаци, виногради, ливаде, пашњаци, рибњаци, трстици и мочваре) и земљиште које се може привести намени за пољопривредну производњу (*Сл. гласник Р. Србије, 2018а*). Под обрадивим пољопривредним земљиштем подразумевају се њиве, вртови, воћњаци, виногради и ливаде. Законом је прописано да је пољопривредно земљиште добро од општег интереса за Републику Србију које се користи за пољопривредну производњу и не може се користити у друге сврхе осим у случајевима и под условима утврђеним овим законом.

Шумско земљиште јесте земљиште на коме се гаји шума, земљиште на коме је због његових природних особина рационалније гајити шуме, као и земљиште на коме се налазе објекти намењени газдовању шумама, дивљачи и остваривању општекорисних функција шума и које не може да се користи у друге сврхе, осим у случајевима и под условима утврђеним законом (*Сл. гласник Р. Србије, 2018б*).

Водно земљиште, јесте земљиште на коме стално или повремено има воде, због чега се формирају посебни хидролошки, геоморфолошки и биолошки односи који се одражавају на акватични и приобални екосистем. Водно земљиште текуће воде, јесте корито за велику воду и приобално земљиште. Водно земљиште стајаће воде јесте корито и појас земљишта уз корито стајаће воде, до највишег забележеног водостаја. Водно земљиште обухвата и напуштено корито и пешчани и шљунчани спруд који вода повремено плави и земљиште које вода плави услед радова у простору (преграђивања

текућих вода, експлоатације минералних сировина и слично) (*Сл. гласник Р. Србије*, 2018в).

Грађевинско земљиште јесте земљиште на коме су изграђени објекти и земљиште које служи редовном коришћењу тих објеката, као и земљиште које је, у складу са законом, намењено за изградњу и коришћење објеката (*Сл. гласник Р. Србије*, 2001).



Слика 17. Заступљеност категоријама земљишног покривача Републике Србије (Просторни план Републике Србије од 2021. до 2035. године. Нацрт, 2021).

Структура коришћења земљишта у Републици Србији

Према студији „Структура пољопривредних газдинстава и коришћење расположивог земљишта у Републици Србији“ (Тривић, 2019) и последњим ажурираним подацима Републичког завода за статистику у Републици Србији постоји око 564.542 пољопривредних газдинстава (породичних пољопривредних газдинстава, пољопривредних газдинстава правних лица и пољопривредна газдинства предузетника) које располажу земљиштем површине од 5.178.692 ha (табела 17). Од укупне површине расположивог земљишта 38,3% припада Региону Војводине, 32,8% Региону Шумадије и Западне Србије, 23,8% Региону Јужне и Источне Србије, и око 5% Београдском региону. У складу са геоморфолошким и педолошким карактеристикама појединих подручја Србије удео коришћеног пољопривредног земљишта опада од севера ка југу и истоку земље а површине некоришћеног пољопривредног земљишта се повећава у источним и јужним регионима Србије. Највеће површине коришћеног земљишта су у пољопривредно најзначајнијем Региону Војводине (45,3%) у чијој структури доминирају оранице и баште под житом и индустријским биљем (табела 18). Према подацима Републичког завода за статистику заступљеност површина под ливадама и пашњацима и вишегодишњим засадама највећа је у Региону Шумадије и Западне Србије и Региону Јужне и Источне Србије, односно у брдско-планинском подручју земље.

Табела 17. Површине и начини коришћења земљишта
(Тривић, 2019)

	Коришћено пољопривредно земљиште		Некоришћено пољопривредно земљиште		Површина под шумом		Остало земљиште		Укупно расположиво земљиште	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Република Србија	3 475 894	67,12	289 953	5,60	972 283	18,77	440 562	8,51	5 178 692	100
Србија Север	1 719 899	75,56	76 982	3,43	158 199	7,04	291 414	12,97	2 246 494	100
Београдски регион	145 533	55,26	12 340	4,69	30 648	11,64	74 820	28,41	263 340	100
Регион Војводине	1 574 366	79,39	64 643	3,26	127 551	6,43	216 594	10,92	1 983 154	100
Западнобачка област	178 314	65,37	9 720	3,56	14 806	5,43	69 922	25,63	272 763	100
Јужнобанатска област	314 579	71,40	24 358	5,53	48 374	10,98	53 277	12,09	440 587	100
Јужнобачка област	273 729	81,52	9 420	2,81	19 974	5,95	32 669	9,73	335 793	100
Севернобанатска област	176 701	85,94	7 878	3,83	150	0,07	20 887	10,16	205 615	100
Севернобачка област	139 289	89,94	4 439	2,87	1 386	0,90	9 753	6,30	154 867	100
Средњобанатска област	262 483	91,89	5 461	1,91	369	0,13	17 345	6,07	285 658	100

Ђ. Гламочлија * Н. Ђурић * Ј. Максимовић

Сремска област	229 270	79,64	3 368	1,17	42 492	14,76	12 741	4,43	287 871	100
Србија југ	1 755 995	59,89	212 971	7,26	814 084	27,76	149 148	5,09	2 932 198	100
Регион Шумадије и Западне Србије	1 035 998	60,93	76 055	4,47	519 487	30,55	68 708	4,04	1 700 248	100
Златиборска област	202 051	51,40	22 549	5,74	155 590	39,58	12 874	3,28	393 064	100
Колубарска област	132 101	62,70	6 030	3,09	47 408	24,30	9 591	4,92	195 130	100
Мачванска област	167 858	68,80	3 238	1,33	59 911	24,56	12 975	5,32	243 982	100
Моравичка област	109 360	54,74	11 271	5,64	72 000	36,04	7 167	3,59	199 798	100
Поморавска област	102 981	66,52	10 319	6,67	33 725	21,78	7 796	5,04	154 820	100
Расинска област	95 924	62,02	6 934	4,48	45 546	29,45	6 264	4,05	154 667	100
Рашка област	104 384	55,18	10 503	5,55	67 099	35,47	7 171	3,79	189 157	100
Шумадијска област	121 339	71,53	5 211	3,07	38 209	22,53	4 869	2,87	169 628	100
Регион Јужне и Источне Србије	719 997	58,44	136 916	11,11	294 597	23,91	80 440	6,53	1 231 950	100
Борска област	78 611	57,78	12 517	9,20	42 523	31,25	2 402	1,77	136 052	100
Браничевска област	150 190	64,20	14 114	6,03	55 014	23,51	14 641	6,26	233 958	100
Зајечарска област	90 195	51,01	24 899	14,08	54 615	30,89	7 110	4,02	176 819	100
Јабланичка област	64 913	53,27	15 002	12,31	37 927	31,12	4 016	3,30	121 858	100
Нишавска област	83 396	61,17	13 643	10,01	25 935	19,02	13 355	9,80	136 329	100
Пиротска област	46 595	43,90	24 172	22,78	18 483	17,41	16 883	15,91	106 133	100
Подунавска област	84 114	77,48	3 601	3,32	8 116	7,48	12 725	11,72	108 557	100
Пчињска област	67 498	51,76	20 691	15,87	35 148	26,95	7 063	5,42	130 400	100
Топличка област	54 484	66,57	8 277	10,11	16 837	20,57	2 246	2,74	81 844	100
Регион Косово и Метохија	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Табела 18. Структура коришћења пољопривредног земљишта

Начин коришћења пољопривредног земљишта	Република Србија ha	Београдски регион ha	Регион Војводине ha	Регион Шумадије и Западне Србије ha	Регион Јужне и Источне Србије ha
Жита	1 702 829	79 588	879 312	409 651	334 278
Махунарке	7 834	135	2 636	2 332	2 733
Индустријско биље	566 169	15 012	473 750	42 335	35 071
Поврће, бостан и јагоде	50 107	2 164	20 665	15 379	11 898
Крмно биље	230 323	15 111	50 171	94 052	70 989
Цвеће и украсно биље	440	43	196	145	56
Семенски и садни материјал, остали усеви	4 733	137	4 312	142	143
Угари	9 145	598	2 088	1 580	4 879
Површина ораница и башта	2 571 580	112 787	1 433 130	565 616	460 046
Окућница	22 126	1 977	3 497	11 127	5 525
Ливаде и пашњаци	676 724	15 484	112 742	352 661	195 838
Вишегодишњи засади	205 464	15 173	24 995	106 708	58 588
Коришћено пољопривредно земљиште	3 475 894	145 533	1 574 366	1 035 998	719 997

Класификација земљишта Србије

Да би се бројне земљишне творевине у природи које се разликују по настанку, саставу, особинама и погодностима за различите начине коришћења, могле лакше проучавати и успешније користити изведене су бројне класификације земљишта (*Дугалић и Гајић*, 2012). Могућност употребе класификације у производном диференцирању земљишта свакако је један од њеног посебног значаја у пољопривредној и шумској производњи. Разлике у приступу по којим принципима ће се класификовати и разумно услед немогућности инвентаризације неуједначеног земљишног покривача у целом свету резултат је постојање бројних класификација. Између многобројних најзначајније које су између осталог послужиле као основа за даље класификације на националним нивоима су руска, америчка и западно-европска класификација. Рационална употреба и заштита земљишта на глобалном нивоу немогућа је без постојања универзалне класификације која би обухватила сва земљишта. За лакшу међународну комуникацију израђена је Светска референтна база за земљиште WRB (World reference base for soil resources) чији је основни циљ да омогући интернационалну комуникацију, не да замени националне класификације. Од њеног првог издања 1998. године па до данас објављена су неколико издања са ажурирањем измена уочених током периода коришћења (*IUSS Working Group WRB*, 2015).

Зачетник класификације земљишта код нас, у тадашњој Краљевини Југославији био је професор Александар Стебут 1927. године, који је прву генетску класификацију извео на основу педогенетских процеса образовања одређених типова земљишта. Од тада су класификације пролазиле кроз неколико фаза развоја и допуна у складу са новим научним сазнањима (*Грачанин*, 1951; *Нејгебауер и сар.* 1963) што је послужило као основа за формирање класификације земљишта коју су Шкорић и сарадници објавили 1985. године (*Шкорић и сар.* 1985). Ова последња класификација се и данас званично користи у Србији, има морфо-генетички карактер и заснива се на особинама земљишта које морају бити препознатљиве и лако мериве. Класификација земљишта Југославије још се увек користи и

у суседним земљама уз неке измене и допуне (*Mrvić et al.*, 2012). Како аутори истичу једино је у Македонији усвојена нова класификација заснована на WRB класификацији, а у Србији су још 2011. године, Антоновић и сарадници дали предлог класификације земљишта према Светској референтној бази (WRB класификацији).

Са циљем усклађивања националног класификационог система Србије са Светском референтном базом за земљиште WRB (World reference base for soil resources) Шумарски факултет у Београду спровео је пројекат (*Кнежевић и сар.* 2011) са предлогом ревизије тренутне класификације односно израде нове. Аутори су детаљно приказали картографске јединице према WRB класификационом систему и према класификационом систему који се примењује у Србији како би корисници педолошке карте могли да у будућој комуникацији користе савремену терминологију педосистематских јединица. Да би се усклађивање извело на најпрецизнијој основи што би могло бити усвојено од стране науке и регулаторних тела требало би урадити ревизију наше националне класификације, са усклађивањем метода хемијских анализа и параметара испитивања за дијагностификовање одређених референтних група земљишта, што је закључак реализатора пројекта. По званичној класификацији у Србији, земљишта су груписана по хијерархији у четири реда на основу особина влажења и хемијског састава вода којима се земљиште влажи, које су даље подељене на класе према распореду хоризоната у земљишту и на типове као основне јединице класификације. Ниже систематске јединице су подтипови, варијетети и форме као најниже.

Ради упознавања са најзаступљенијим типовима земљишта у Србији по класификацији *Шкорић и сар.* (1985), распрострањеност и производна способност са гледишта у пољопривредној производњи, ограничењима и мерама поправке детаљно су представљени у даљем тексту.

Литературни извори о земљиштима у Србији (*Дугалић и Гајић*, 2012; *Антоновић и сар.* 1974; *Антоновић и сар.* 1975; *Антоновић и сар.* 1976; *Танасијевић и сар.* 1965, 1966; *Tanasijević*, 1972; *Ивовић и*

Мијовић, 1969; Павичевић и сар, 1968; Антоновић и сар. 2008; Антић и сар. 1982; Ђорђевић и Радмановић, 2016; Максимовић и сар. 2009).

Реду аутоморфних земљишта сврставају се земљишта за које је карактеристично влажење атмосферским падавинама, без допунског влажења и дужег задржавања воде на непропусном хоризонту површини и по профилу земљишта.

Класа неразвијених земљишта чине неразвијена или слабо развијена земљишта са иницијалним формирањем хумусног хоризонта.

Камењар - литосол су земљишта настала механичким распадом скелета на којима педогенетски процеси нису интезивни због јаке ерозије и неповољних климатских услова. Услед велике количина камена који преовлађује у земљишту, мале дубине и неповољних физичких особина ова земљиштима је могуће користити једино као пашњаке и за неке отпорније шумске врсте. Појављује се свуда у Србији посебно у планинским пределима. Према WRB класификационом систему носи назив *Litihc Leptosol*.

Сирозем - регосол су неразвијена или слабо развијена земљишта на растреситом или лако трошном супстрату. Најчешће се формира на стрмим површинама подложним ерозији на лесу, лапору, лапоровој глини, доломиту и магматским стенама што условљава различите водно-физичке и хемијске особине међу подтипovima. Веће је еколошке вредности од литосола, и у зависности од матичне подлоге на ком су образована, нагиба терена и начина коришћења различитих су производних карактеристика а могу се користити за воћарско-виноградску производњу, пашњаке и травњаке и за толерантне шумске врсте. Распрострањени су на многим брдско планинским теренима Србије, највише у Фрушкој Гори, Шумадији а има га и у другим деловима Војводине, Источне Србије, Поморавља. Према WRB класификационом систему носи назив *Regosol*.

Еолски живи песак - ареносол су песковита земљишта настала под утицајем ветра код којих је услед сталног покретања песка онемогућено формирање генетских развијених земљишта. Његове производне особине условљава садржај глине и у зависности од тога се могу користити као пашњаци, за пошумљавање, а уз

интезивне мере ђубрења, наводњавања и заштите од ветра могу се користити за гајење ратарских, воћних усева и за подизање винограда. Његова појава је карактеристична за пределе пешчара тако да га највише има у Војводини, Делиблатској и Суботичкој пешчари, а знатно мање код Голубачке, Кладовске и Праховске. Према WRB класификационом систему носи назив Arenosol.

Колувијално земљиште – колувијум је неразвијено или слабо развијено земљиште настало на падинама или у подножјима брда, акумулацијом спираног супстрата или земљишта са виших терена. Уколико су дубока, без скелета и повољних физичких и хемијских особина припадају добрим земљиштима која се могу користити као оранице, воћњаци, пашњаци или под шумском вегетацијом. Јако скелетни колувијуми поред бујица и у горњи деловима падина, су неповољна за већину гајених усева и на њима је најоптималније спроводити противерозционе мере, травним или шумским врстама. Јавља се у области Врањске котлине, у Косовско-Метохијској области, Шумадији, Подрињу и долини наших већих река. Према WRB класификационом систему носи назив Colluvic Regosol.

Класа хумусноакумулативних земљишта поседују добро развијени хумусно-акумулативни хоризонт богат хумусом и као таква већином су наша најплоднија земљишта. Образована су на великом броју различитих матичних супстрата па су типови ове класе веома распрострањени.

Кречњачко-доломитна црница - калкомеланосол је распрострањена на тврдим кречњацима и доломиту на свим надморским висинама, од низија до високих планина Западне и Источне Србије и око Пећи и Призрена. Земљиште се препознаје по тамно смеђој до црној боји хумусног хоризонта, а садржај хумуса кога има доста по правилу се повећава са надморском висином распрострањања, у зависности од климе и начина коришћења. Иако је образована на супстрату са великим садржајем карбоната, земљиште је некарбонатно неутралне до киселе реакције и средње до добро обезбеђене фосфором и калијумом. У зависности од дубине солума нагиба и експозиције терена, може се користити као ораница што је

ређе, а најчешће као пашњак, ливада, и као шума. Према WRB класификационом систему носи назив Leptosols.

Рендзина је земљишни тип образован на различитим растреситим и меким карбонатним супстратима у различитим климатским условима и надморским висинама, обично на нижем и брдском терену у нашим пределима али је има и на висинама преко 1.000 метара. С обзиром на разноликост матичног супстрата, рељефа и климатских услова доста су неуједначених физичких и хемијских особина и дубине хумусног хоризонта и читавог солума, али су оне на највећој површини плитка до средње дубока земљишта просечно око 70 cm. Врло су различитих производних особина и када дубина и садржај скелета нису ограничавајући фактор или се спроведу одговарајуће мелиоративне мере, могу се користити за гајење њивских усева, поврћа, воћа и винове лозе. Најчешће су под пашњацима и ливадама, и природном шумском вегетацијом на стрмим површинама под ерозијом. Распрострањена је у Шумадији, на Фрушкој Гори, источној и западној Србији и на Косову и Метохији. Према WRB класификационом систему носи назив Rendzic Leptosols или Phaeozems.

Хумусносиликатно земљиште - ранкер се образује на различитим бескарбонатним стенама и надморским висинама тако да се јавља на нижим планинама Војводине, околине Београда али су највеће површине овог земљишта у брдско планинском подручју и преко 1.000 метара у западној и источној Србији и на Шар планини на Косову. Бескарбонатно је земљиште од неутралне до јако киселе реакције, слабо обезбеђено присупачним формама нјаважнији хранива, различитих физичких и хемијских особина у зависности од дубине солума и механичког састава. Производна способност је условљена овим особинама и матичним супстратом на ком су образована. Дубљи ранкери са мање скелета у подножју брда и на малим падинама су може се рећи најпродуктивнији представници овог типа земљишта и на њима се могу остварити задовољавајући приноси њивских усева кромпира, ражи, овса и хељде. Производна способност плитког ранкера, киселе реакције, слабо обезбеђеног најважнијим храњивим елементима и мобилним формама штетних

елемената у траговима даје ниске приносе трава и учешће врста мале храњиве вредности и лошег квалитета за исхрану животиња. На површинама под ранкерима на којима су изражени јаки ерозиони процеси неопходно је спроводити интезивне мере у циљу повећања продуктивности и заштите земљишта од даље деградације, пошумљавањем или затрављивањем. Према WRB класификационом систему носи назив *Leptosols*.

Чернозем је земљиште добрих физичких, хемијских и биолошких особина и једно од најплоднијих земљишта у природи. Образован је на лесу, лесоликим седиментима, карбонатном еолском песку и на сувим речним терасама где је лес преталожен радом реке. Дубоко је земљиште са моћним хумусно-акумулатвним хоризонтом, тамно смеђе до црне боје, иловастог механичког састава и повољне структуре. Све ово условљава и добре остале физичке и хемијске особине и спада у наше најплодније земљиште. У Србији су заступљени разни подтипови чернозема, почев од типичног карбонатног, излуженог бескарбонатног, огајњаченог, ливадског, забареног, засољеног и лесивираног чернозема, који се у зависности од својстава и варијетета могу бонитирати различитим класама. Код већине ових подтипова потребна је само правилна употреба како би се продуктивност одржавала на највећем могућем нивоу, а код појединих са одређеним ограничењима треба предузимати одређене мелиоративне мере ради њихове поправке. Веће површине под черноземом се користе за њивску производњу жита, индустријског и крмног биља а све веће површине се користе за подизање пластеника и воћњака и винограда. На засољеном чернозему налазе се пашњаци. Највеће површине су у равничарском делу Србије, у Војводини, а знатно мање јужно од Саве и Дунава, у Стигу, околини Пожаревца, у Мачви, и на најмањим површинама у околини Обреновца, Београда, Великог Градишта, Кладова. Према WRB класификационом систему носи назив *Chernozems* или *Phaeozems*.

Смоница - вертисол је земљиште формирано на супстратима са преко 30% глине и то претежно из групе смектита, обично на лапорним глинама а ређе на базичним магматским стенама. Простире се на различитим надморским висинама, од равничарског до благо

заталасаног рељефа најчешће у областима од 200 до 600 m у котлинама. Обично се налази у зонама са гајњачом у сличним климатским условима. Типична смоница је неповољних физичких особина и водно ваздушног режима, углавном због веома високог садржаја фракције глине која бубри у влажном стању чинећи је лепљивом и пластичном а у сувом представља испуцалу масу са пукотинама и до једног метра. На оваквом земљишту отежано је адекватно извођење агротехничких мера будући да је интервал физичке зрелости за обраду при оптималном стању влажности веома кратак. Обрађивање у лошем моменту квари структуру замљишта а са њом и водно-ваздушни режим земљишта. И поред повољних хемијских особина и плодности овог земљишта, физичке карактеристике су те које условљавају интензивно корићење. За постизање високих приноса потребно је извођење мелиоративних мера које обухватају продубљивање ораничног хоризонта, растресање подривачима без превртања пластике, кртичну дренажу, опескивање ради поправке механичког састава, ђубрење органским ђубривима и калцификација. За правилно искоришћавање смонице неопходно је адекватан избор плодореда уз укључивање легуминоза које ће кореновим системом добро прожимати земљишне масе и повећати садржај укупног азота. Најчешће се користе за гајење жита и окопавина, воћних засада а најмање за сејане траве. Висина приноса углавном зависи од примењених мера и метеоролошких услова подручја простирања. Највеће површине под смоницом су у Шумадији око Крагујевца, Поморављу око Чачка, Трстеника, Крушевца, у источној Србији око Зајечара, Књажевца, Пирота, у јужној Србији око Прокупља, Лесковца и Врања и на Косову и Метохији. Мање површине се налазе у југоисточном Банату око Вршца и Беле Цркве и на подручју Рашке и Старог Влаха. Према WRB класификационом систему носи назив Vertisol.

Класа камбичних земљишта.

Земљишта ове класе карактерише појава специфичног камбичног хоризонта између површинског дела и матичног супстрата, који је изражене смеђе до руде боје пореклом од

хидратисаних оксида гвожђа као резултат дезинтеграције матичног супстрата и преласка примарних у секундарне минерале. Код већине земљишта ове класе камбични хоризонт је тежег механичког састава односно глиновитији од површинског.

Гајњача - еутрични камбисол су земљишта образована најчешће на растреситим бескарбонатним и карбонатним седиментима, а на мањим површинама на магматским (андезит, габро и дијабаз), и метаморфним (амфиболит, серпентинит и шкриљци) стенама. На особине еутричног камбисола највише утиче матични супстрат на ком су образована. У зависности од подлоге, дубине солума и степена еродираниости подтипови гајњаче се разликују у продуктивности и могу се класификовати у разлчите бонитетне класе. Продуктивна способност гајњача је услед интезивног коришћења смањена а у циљу поправљања физичких и хемијских особина у зависности од стања земљишта потребно је спроводити заштиту од ерозије, терасирање, контурну обраду, продубљивање ораничног хоризонта, интезивно ђубрење органским и минералним ђубривима и правилан одабир плодореда. Гајњаче су одлично шумско и врло добро пољопривредно земљиште. Користи се за гајење већине пољопривредних усева а ограничавајући фактор могу бити недовољне количине падавина у подручју њиховог распрострањања. Отуда је за одређене врсте неопходна примена наводњавања на таквим земљиштима или гајење озимих усева. Углавном се налазе на равном и благо нагнутом терену, у зонама са смоницом са којом имају доста сличности сем матичног супстрата на ком су образована. Налазе се у Шумадији, Поморављу, Посавини, Мачви, Срему и источној Србији најчешће на надморским висинама од 100 до 500 метара. Према WRB класификационом систему носи назив Eutric Cambisol.

Смеђе кисело земљиште - дистрични камбисол је земљиште формирано искључиво на киселим кварцно силикатним супстратима, најчешће на граниту, гнајсу, микашисту, филиту и пешчарима. Од еутричног камбисола се разликује по мањем садржају база, мањем садржају минерала глине и од процеса настајања будући да су ова земљишта настала од ранкера. Лакшег су механичког састава, са учешћем скелета које може бити доминанто, веома кисела а садржај

хумуса варира од надморске висине и начина коришћења. На вишим надморским висинама користи се као шумско земљиште, ређе као ливаде и пашњаци, а на релативно малим површинама могу се наћи јечам, раж, овас и кромпир. На овом типу земљишта је неопходно спроводити мере заштите од ерозије, и заснивање сејаних травњака, обавезно ђубрење и калцизација. Има га у сви деловима Србије, највише у планинским пределима, у Рашкој, Гочу, Јабланици, Тари, Златибору, Повлену, Маљену, Јастрепцу, басену Тимока, Грделичкој клисури, Врањској котлини, Авали, Фрушкој Гори, на Сувој и Старој планини итд. Према WRB класификационом систему носи назив *Dystric Cambisols*.

Смеђе земљиште на кречњаку и доломиту - калкокамбисол је распрострањено у брдско-планинском пределу на чистим кречњацима и доломитима, често се налази у комплексу са кречњачким црницама и лесивираном земљишту на кречњаку. Повољних је физичких особина, иловасте до глиновите текстуре, добре структуре и повољног водно-ваздушног режима. Бескарбонатно је земљиште са нижим садржајем хумуса на нижим и обрађеним земљиштима а већим под природном вегетацијом и на већој надморској висини. Азотом и фосфором су добро обезбеђена а сиромашна у приступачном фосфору. Калкокамбисол су земљишта са различитом дубином што утиче на интензитет коришћења у пољопривреди. Највеће површине калкокамбисола су под шумом, мање под ливадам и пашњацима а најмање се користе за гајење кромпира, ражи и јечма. Према WRB класификационом систему носи назив *Cambisols*.

Црвеница на кречњаку и доломиту - terra rossa се појављује местимично у Србији, на мањим површинама и то на чистим кречњацима и доломитима. Карактерише је црвена боја земљишта пореклом од минерала хематита, солум без карбоната и тежег механичког састава. Није заступљена на већим површинама и нема великог значаја у пољопривредној производњи. У зависности од дубине солума користе се за гајење шума или трава, а на дубљим је могуће гајити воће и винову лозу. Према WRB класификационом систему носи назив *Rhodic (Chromic) Cambisols*.

Класа елувијално-илувијалних земљишта

Земљишта ове класе карактеришу елувијално илувијални процеси премештања сесквиоксида, колоидне глине и хумусних материја из горњих делова профила у дубље делове солума.

Илимеризовано - лесивирано земљиште настаје премештањем глине из горњих слојева и таложењем у доње. Лесивирана земљишта су постала секундарним педогенетским процесом камбичних земљишта. Образује се на разноврсном силикатном и силикатно карбонатном, кречњачком и доломитном супстрату. У зависности од интензитета илимеризације односно лесивирања разликују се физичке особине између подтипова али и хоризоната по профилу земљишта и оне су знатно лошије у илувијалном (Бт) хоризонту. Лакши механички састав и светлија – избељена боја између хумусно акумулативног и илувијалног хоризонта карактеристика је ових земљишта. Неповољне хемијске особине карактерише смањивање степена засићености базама, слабо киселе и киселе реакције земљишта и мала обезбеђеност биљкама приступачних облика азота и фосфора. По садржају хумуса се разликују од средњег садржаја на обрадивим површинама и великог садржаја под природном вегетацијом и на већим висинама. Лесивирана земљишта се у зависности од рељефа користе као оранице, ливаде, воћњаци и виногради, а на стрмијим брдско планинским теренима као пашњаци, ливаде и шуме. Превођењем овог типа земљишта од природног стања у обрадиво земљиште значајно му се смањују производне способности, па се поред заштите од ерозије, требају спроводити посебне мелиоративне мере поправке плодности кроз ђубрење, технику обраде за продубљивање ораничног хоризонта, калцификацију земљишта за смењење киселости. Према WRB класификационом систему носи назив Luvisol.

Подзоли се јављају на високим теренима са хладном и влажном климом. Површине под подзолом у Србији су незнатне и овај тип земљишта среће се на Копаонику, Голији и Гочу. Песковите су текстуре са присутним скелетом што условљава велику пропусност овог земљишта. Подзоли су неповољних хемијских

особина, сиромашни базама, веома киселе реакције и слабо снабдевени главним храњивима. Због бројних неповољних физичких, хемијских али и биолошких особина земљиште је погодно једино за одређене шумске врсте. Према WRB класификационом систему носи назив Podzol.

Смеђе подзоласто земљиште - бруниподзол је по условима образовања, физичким и хемијским особинама слично подзолу. Разликује се по смеђој боји уместо сиве код подзола, и нешто мањем степену оподзолавања. Простире се у зонама подзола, на високим надморским висинама. Земљиште је под четинарским шумама и природним травњацима. Исто као и подзол, захтева мере заштите од ерозије и поправке хемијског особина. Према WRB класификационом систему носи назив Podzol.

Класа антропогеног земљишта

Земљишта ове класе су настала радом човека интензивним агротехничким мерама у циљу поправљања физичких, хемијских и биолошких особина. Земљишта су у зависности од циља производње и примењених мера промењена у природном распореду хоризоната са добијеним новим антропогеним Р хоризонтом. Према WRB класификационом систему носи назив Anthrosols.

Риголовано земљиште - ригосол је земљиште код кога су применом риголовања помешана два или три хоризонта у један уједначен слој дубине око 60 cm. Риголовање се најчешће изводи на колувијумима, рендзини, еутричним земљиштима, црвеницама и лесивираним земљиштима. Ове мере се најчешће примењују при подизању воћњака и винограда на већој дубини а ређе за ратарске усеве изузев услед појаве непропусног хоризонта као што је случај код псеудоглеја. У зависности од намене коришћења створени су подтипови, витисол – земљишта винограда, плантаже – земљишта интензивних воћњака и земљишта њива.

Вртна земљишта - хортисол су земљишта код којих је интензивном обрадом и ђубрењем поготово органским ђубривима формиран хомогени антропогени хоризонт дубине преко 35 cm. Побољшаних је физички и хемијских особина у односу на земљиште

од кога је постало. Одликује се интензивним биолошким активностима и са великом количином храњивих материја.

Класа техногених земљишта

Овој класи припадају земљишта настала наношењем различитог отпадног материјала услед чега су изгубила својства земљишта на ком су настала. Земљишта су неповољних физичких, хемијских и биолошких особина, а у зависности од особина механичког и хемијског састава наношеног материјала могу бити загађена органским и неорганским загађивачима и патогеним микроорганизмима. У циљу поправке и заштите оваквог земљишта али и животне средине морају се предузимати мере ремедијације и рекултивације. Према WRB класификационом систему носи назив Technosols. Издајају се три типа у зависности од врсте и начина наношења.

Земљишта депонија или депосоли су настала наношењем материјала разних земљаних радова, јаловине из рудника, фабрика, електрана, прерађивачке индустрије или комуналног отпада. Наше највеће депоније пепела су у подручју површинских копова Термоелектрана Костолац, Обреновац, Ушће, Обилић на Косову и Метохији.

Нанос отпадним водама - флотасол настаје таложењем отпадних материјала наношених водом. Флотационих површина има у близини рудника, посебно у долини река у које се улива отпадни материјал из Борског рудника.

Наноси из ваздуха - аеропреципитат су техногена земљишта настала наносом из ваздуха различитог порекла и величина честица. Најчешће су то загађења сумпорним гасовима, оловом, цинком, бакром, цементом и пепелом. Мере заштите су неопходне поготово у подручју где се спроводи пољопривредна производња.

Ред хидроморфних земљишта карактерише повремено или трајно засићење свих пора земљишта водом која није заслањена нити алкализована и редукциони процеси услед честог превлаживања.

Класа неразвијених хидроморфних земљишта

Овој класи припадају млада и неразвијена земљишта у којима је педогенеза слабо изражена услед честог прекидања процесима седиментације нових наноса. Земљишта се образују поред река, језера и мора.

Алувијално земљиште - флувисол је једини представник ове класе и чине га слојеви рецентног речног или језерског наноса у чијем је формирању пресудну улогу имала седиментација преталоженог материјала при изливању река. образују се на алувијалним наносима различитих физичких и хемијских собина. Како се најгрубљи материјал таложи непосредно и уз саму обалу а најфинији у најудаљенијем делу разликује се доста у механичком саставу. Углавном је лаког механичког састава, од пескуша до песковитих иловача а неретко и иловача и нема изражену структуру земљишта. Хемијски састав се доста разликује међу подтипovima и варијететима али је углавном повољних особина, са малом количином хумуса, садржајем карбоната и преко 5%, неутралне реакције и осредњим садржајем хранива. Добру производну способност флувисола ограничава могућност плавлeња и подземних вода и уколико се спроведу адекватне заштите изградњом брана и насипа, могуће је његово интензивно коришћење поготово у производњи поврћа. Поправке овог типа земљишта обавезно захтевају уношење органских ђубрива ради повећања садржаја хумуса и поправке структуре земљишта. На земљишту са већим учешћем скелета потребно је омогућити и наводњавање у сушним периодима године. На њему се могу гајити све ратарске биљке, на знатним површинама се налазе и природни травњаци, мада је то важније земљиште за повртарску производњу и то коренасто-кртоластог поврћа. Воће се ретко гаји на овом земљишту. Налази се у целој Србији од Војводине до Косова и Метохије а највеће површине флувисола се налазе поред наших највећих река, али га има и код мањих водотокова. Према WRB класификационом систему носи назив Fluvisols.

Класу семиглејних земљишта карактерише оглејавање подземним водама и појава глејног хоризонта најчешће на дубини испод 1 m.

Ливадска црница - хумофлувисол је мање заступљена у Србији од флувисола од кога је како се сматра еволуцијом постала. Среће се у долинама већих река на нешто вишим положајима од ритских црница. Основни педогенетски процес је хумификација и хумизација који се одигравају у условима повољне влажности земљишта, услед чега је формиран дубок хумусни хоризонт тамно-сиве до црне боје. Хумофлувисол су земљишта велике дубине, иловастог текстурног састава, повољних водно-ваздушних особина, средњег до високог садржаја хумуса, неутралне реакције и добре засићености базама. Велики део ливадских црница спада у наша најплоднија земљишта и користе се у интензивној ратарској и повртарској производњи. Присуство подземних вода на малој дубини омогућава капиларним путем снабдевање корена биљака у сушним периодима године кад нема атмосферских падавина или могућности наводњавања. Заслањене и алкализоване црнице се могу користити као ливаде. Према WRB класификационом систему ливадска црница је најсличнија референтној групи фаозема (Phaeozems).

Класу глејних земљишта такође карактерише прекомерно влажење под утицајем подземних вода у доњем делу профила. У зависности од дубине продирања воде разликују се три типа земљишта.

Ритска црница - хумоглеј је земљиште мочварног и полумочварног порекла, које се јавља у ритовима, на ниским теренима са плитким подземним и површинским водама. Дубока су земљишта повољних хемијских особина, са добрим садржајем хумуса, неутралне до слабоалкалне реакције и добро обезбеђена храњивим елементима. Већина ритских црница је јако глиновита са лошијим водно-ваздушним режимом и слабијим филтрационим способностима. Након извршених мелиорација прокопавањем одводних канала, добијено је врло продуктивно земљиште на коме се гаје ратарски усеви јаког кореновог система. Под ритским црницама се налазе и ливаде и пашњаци, а све чешће се гаји и поврће. Плављење ових земљишта може ограничавати производњу и висину приноса у појединим годинама, које поред страдања засејаног усева могу утицати на засољавање и алкализацију. Основна мера поред

регулисања река и спречавања плављења састоји се у дубокој обради хумусног хооризонта, оптимално ђубрење, опескавање у јако глиновитим земљиштима и гипсовање на сланим и алкалним црницама. Према WRB класификационом систему ритска црница припада групи Gleysols.

Мочварно глејно земљиште - еуглеј је заступљено у депресијама речних и језерских долина са високим нивоом подземних вода у већем делу године. Неповољних су физичких особина, мале физиолошке дубине услед високог нивоа подземне воде и великог садржаја глине. Хемијске особине зависе од матичног супстрата и подземних вода. Могу имати велики садржај хумуса али услед слабије минерализације земљиште је са малим количинама приступачних храњивих материја. На оваквим земљиштима се углавном јавља природна вегетација која подноси недостатак кисеоника и вишак воде, ливадско барске траве, трска, шаш и шуме. Након предузетих мера уређења водног режима изведеним хидромелиорацијама и дубоким орањем ради регулисања ваздушног режима, могу се користити у интензивној биљној производњи као обрадиво земљиште. Према WRB класификационом систему носи назив Gleysols.

Класа тресетних земљишта - хистосол

Овој класи припадају орғано-хидрогена земљишта са тресетним хоризонтом преко 30 cm акумулираним под аеробним условима. Распрострањеност тресетних земљишта везана је за Власинску висораван, Пештер, околина Суботице и Делиблата. Према WRB класификационом систему ова земљишта носе назив Histosols. У зависности од услова постанка разликују се:

Ниски тресет или хистосол

Издигнути или високи акрохистосол

Прелазни тресет

Ниски су топографске творевине настале уз речне долине или депресије на којима вода трајно стагнира по површини земљишта. Високи су климатски условљени и јављају се на високим планинама, образован на киселим геолошким супстратима и условима влажне и хладне климе. Хистосоли имају углавно сличне физичке особине,

малу запреминску масу, велику порозност са већим садржајем воде и слабо су аерисана. Хемијске особине се разликују у зависности од вегетације од којих су формиран и степен разлагања органске материје. Код нижег је степен разложености обично висок, слабо киселе или неутралне реакције са високим садржајем храњивих елемената, поготово азота и калцијума. Код вишег је степен разложености веома низак, киселе је реакције, и услед неповољних услова за минерализацију и биолошку активност садржи преко 90% органске материје, сиромашан је у базама и храњивим елементима. Прелазни тресет се по условима генезе и карактеристикама налази између високог и ниског тресета. Ниски тресет се после мелиорација може користити за гајење ратарских и повртарских врста. Њихова претежна намена је за коришћење у расадничкој производњи као супстрат и оплемењивач земљишта, и као органско ђубриво у комбинацији са минералним.

Класа псеудоглејних земљишта

Представља земљишта за које је карактеристичан хидроморфизам настао услед прекомерног влажења горњег дела профила стагнирајућом површинском водом изнад слабо пропустљивог или непропустљивог хоризонта.

Псеудоглеј карактерише постојање тешко пропусног хоризонта у профилу на дубини изнад 70 cm а често и плиће, изнад кога се у делу године са највећом количином падавина задржава површинска вода услед чега се непрекидно смењују оксидоредукциони процеси и образује g хоризонт. Овај хоризонт сиве боје и прашкасте структуре је главна одлика овог типа земљишта. Земљишта су образована у нижем висинском делу Србије, на равничарском терену који не подстиче отицање површинске воде, или благим падинама на којим споро отиче, тежим глиновитим супстратима, и специфичних климатских услова са већом количином падавина и сменом влажног и сушног периода у току године. Неповољних је хемијских особина као веома кисело земљиште, са малим садржајем хумуса, средње засићен базама и слабо обезбеђен биљним храњивима. Мале продуктивне способности је и због лоших физичких особина које су првенствено од неповољног механичког

састава и нерегулисаног водног, ваздушног и топлотног режима. Обично се користи за гајење пшенице и кукуруза, крмног биља и сејаних травњака, а може и за воћне засаде. За њихово коришћење неопходно је спроводити хидротехничке и агротехничке мелиорације. Поправке би требало започети са пробудбљивањем површинског и растресањем непропусног хоризонта, одвођењем сувишне воде постављањем дренажних цеви, калцификација и интезивно ђубрење органским и минералним ђубривима. Највише га има у западној Србији, Посавини, на Косову и Метохији, источној Србији. Према WRB класификационом систему носи назив Planosols.

Ред халоморфних земљишта или слатине карактерише допунско влажење подземним сланим или алкалним водама. Рејони појављивања слатина су подручјима аридне и семиаридне климе. У Србији се налазе мале површине слатина и то у Војводини, претежно у Бачкој, затим у Банату и Срему.

Класа заслањених земљишта

Солончак је земљиште које карактерише садржај лакорастворивих соли у концентрацији већој од 1,0%, која је штетна за нормалан развој већине биљака сем изузетно толерантних травних врста и камилице. Земљишта су образована капиларним пењањем сланих подземних вода и испаравањем са земљишне површине. Типични представници овог типа земљишта су богати CaCO_3 , а њега прате хлориди, нитрати, сулфати и карбонати натријума. Могу садржати и високе количине бора. Реакција земљишта се креће од неутралне до јако базне, сиромашни су хумусом и храњивим материјама. Физичке особине су условљене механичким саставом који је чешће са већим садржајем глине. Производна способност солончака зависи од физичких и хемијских особина, укупног садржаја соли и њиховог састава, адсорбованог натријума али се већина њих без претходно изведених мелиоративних мера не могу користити у интезивној биљној производњи. Мелиоративне мере обухватају снижавање нивоа подземних вода постављањем дренаже, испирање соли, гипсовање, и примена ђубрива. Према WRB класификационом систему носи назив Solonchaks.

Класа алкализированих земљишта

Солоњец је распрострањенији тип слатина у Србији а налази се у зонама солончака. Солоњец су настали адсорпцијом натријумових јона из земљишног раствора у адсорптивни комплекс а њему претходе процеси раслањивања, образовања соде и на крају лесивирања глине. Неповољне физичке особине су нарочито изражене у солончастом хоризонту (B_{tNa}), који је тешког механичког састава, збијен, стубасте и грудвасте структуре. На лош водно-ваздушни режим нарочито утиче присуство адсорбованог натријума. Земљиште је изузетно тешко за обраду, са кратким периодом физичке зрелости будући да је његова обрада у сувом стању ни најтежим оруђима скоро па неизводљива док се у влажном она једва по њима крећу. Садржај соли и адсорбованог натријума расте са дубином па је површински хоризонт неутралне до слабо алкалне реакције до јако алкалне у солончастом хоризонту. Производна способност солоњеча је изузетно мала и без претходно изведених комплексних мера не могу се користити у интензивној биљној производњи. Мелиоративне мере иду у два правца, примена хемијских и физичких мера. Замена натријумових јона из адсорптивног комплекса калцијумовим којим би се променила реакција земљишта и индиректно поправиле и физичке особине. Поред мера које се примењују код солончака, неопходно је извршити растресање збијеног B_{tNa} хоризонта риголовањем, како би се поправио водно-ваздушни режим и филтрациона способност земљишта. Према WRB класификационом систему носи назив Solonetz.

Ред субквалних земљишта обухвата земљишта настала у подводним условима стајаћих вода, плићких језера, бара итд. Налазе се у Војводини на јако малим површинама. Немају већи значај за пољопривредну производњу сем у случају извођења мелиорација ради исушивања и превођења у терестичне услове. Разликују се следећи типови протопедон, гитја, дај, сапропел.

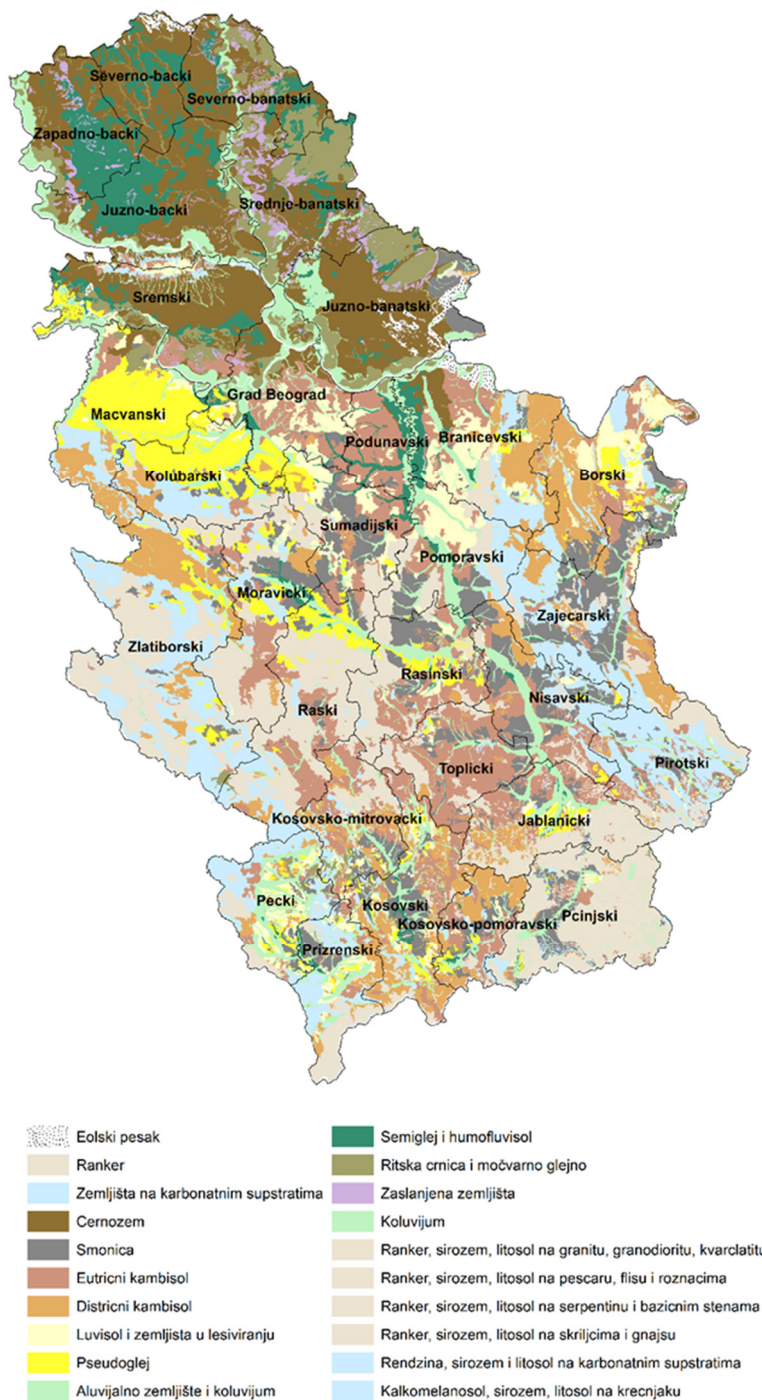
Педолошки покривач Србије карактеришу бројне различите систематске јединице на чији настанак и развој су утицали различита геолошка подлога и велика дислоцираност рељефа, клима која је типична за дате услове рељефа и вегетација.

Табела 19. Заступљеност земљишних типова на територији Србије

Тип земљишта:	Површина	
	km ²	%
Аутоморфна земљишта	66.323,58	75,1
– Еолски живи песак (ареносол) и сирозем (регосол)	571,23	0,6
– Колувијално земљиште – колувијум	1.279,35	1,4
– Калкомеланосол, сирозем, литосол на кречњаку	5.091,36	5,8
– Рендзина, сирозем и литосол на карбонатним супстратима	1.621,97	1,8
– Ранкер, сирозем, литосол на граниту, гранодиориту, кварцлатиту	970,33	1,1
– Ранкер, сирозем, литосол на андезиту, дациту, туфу	710,59	0,8
– Ранкер, сирозем, литосол на серпентину и базичним стенама	3.224,54	3,6
– Ранкер, сирозем, литосол на пешчару, флишу и рожнацима	3.970,63	4,5
– Ранкер, сирозем, литосол на шкриљцима и гнајсу	5.665,60	6,4
– Чернозем	10.589,60	12,0
– Смоница (вертисол)	6.836,65	7,7
– Гајњача или еутрични камбисол (еутрично смеђе земљиште)	10.958,30	12,4
– Смеђе кисело земљиште или дистрични камбисол и местимично ранкер	7.289,61	8,2
– Калкокамбисол и калкомеланосол	3.052,40	3,5
– Лувисол и земљишта у лесивирању	4.491,42	5,1
Хидроморфна земљишта	20.897,15	23,6
– Псеудоглеј	4.922,19	5,6
– Флувисол	7.020,54	7,9
– Ливадска црница или хумофлувисол	4.485,52	5,1
– Ритска црница (хумоглеј) и Мочварно глејно земљиште (еуглеј)	4.468,90	5,1
Халоморфна земљишта	1.140,29	1,3
– Солончак и Солонец	1.140,29	1,3
Укупно	88.361,00	100,00

Према педолошкој карти Србије коју су на основу карата размере 1:50 000 и у складу са националном класификацијом (*Шкорић и сар.* 1985) израдили Антоновић, Мрвић и Перовић, издвојено је 20 најважнијих типова земљишта, или група више типова земљишта, док су група: ранкер, регосол и литосол класификовани према геолошкој подлози (*Mrvić et al.*, 2013). Највеће површине заузимају аутоморфна земљишта као што су еутрични камбисол,

чернозем, дистрични камбисол и др., затим хидроморфна од којих доминира флувисол, док су слатине заступљене на најмањој површини (табела 19) и углавном у Војводини (слика 18).

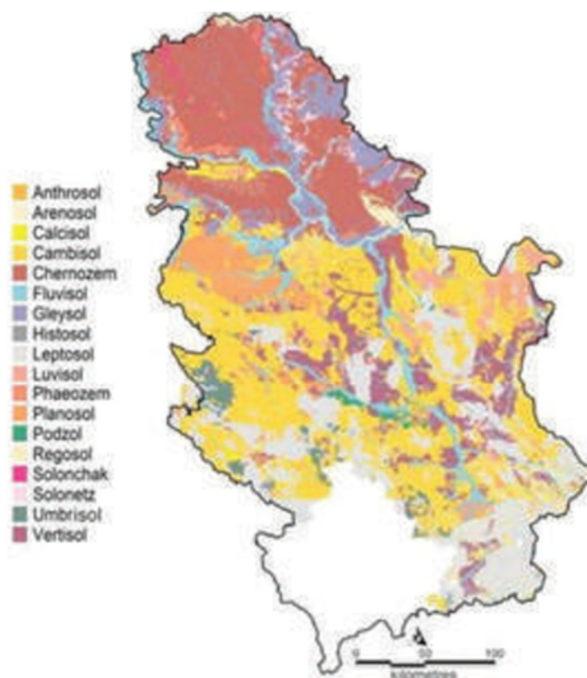


Слика 18. Просторна расподела типова земљишта на територији Србије (Извор: Институт за земљиште, ажурирао др Дарко Јарамаз).

На основу педолошке карте Србије са просторном заступљеношћу земљишних јединица према националној класификацији и усклађивања са WRB класификацијом, изведено је и приказано обједињених осамнаест WRB група земљишта. У табели 20 приказане су површине и удео, а на слици 19 распрострањеност WRB референтних група земљишта добијених на основу дигиталне педолошке карте Републике Србије (*Видојевић, 2016*).

Табела 20. Површине и удео WRB референтних група земљишта на територији Србије (*Видојевић, 2016*).

WRB референтна група	Површина	
	ha	%
Anthrosol	11.519	0,15
Arenosol	55.836	0,72
Calcisol	27.284	0,35
Cambisol	2.168.581	27,99
Chernozem	1.369.962	17,68
Fluvisol	586.221	7,58
Gleysol	484.545	6,25
Histosol	442	0,01
Leptosol	1.231.952	15,90
Luvisol	219.583	2,83
Phaeozem	72.840	0,94
Planosol	429.472	5,54
Podzol	34.313	0,44
Regosol	168.689	2,18
Solonchak	25.022	0,32
Solonetz	85.858	1,11
Umbrisol	130.593	1,69
Vertisol	644.689	8,32
Укупно	7.747.401	100,00



Слика 19. Просторна расподела према WRB референтним групама земљишта на територији Србије (Видојевић и сар. 2017).

Бонитет земљишта Републике Србије

Присутност различитих типова земљишта и њихова смена и на малим растојањима у појединим деловима Србије, прати и различита производна погодност за коришћење у пољопривредној производњи и шумарству. Ово је посебно изражено на подручју Централне Србије и Косова и Метохије где се јављају земљишта са великим распонима по питању производне способности за разлику од Војводине где су ограничења за интензивну пољопривредну производњу најслабије изражена (Кџајић и сар. 2012), где доминирају најплоднија земљишта.

Земљишта Србије су сврстана у осам бонитетних класа (на основу методологије усвојене од стране друштва за проучавање земљишта, Антоновић и Видачек, 1979, 1980). У прве четири

бонитетне класе су сврстана земљишта погодна за обраду али са одређеним степеном ограничења који је незнатан или га ни немају земљишта прве класе, до условно погодних за обраду и коришћење којој припадају земљишта четврте класе. Земљишта непогодна за обраду су сврстана од пете до осме бонитетне класе, и у зависности од степена ограничења она се могу користити за занимање травњака и шума (Максимовић и сар. 2009). Површина земљишта погодних и непогодних за обраду је приближно подједнака посматрајући целу територију Републике Србије, али се удео бонитетних класа знатно разликује по регионима, и у односу на укупну површину расположивог земљишта, највеће површине са ограничењима у коришћењу налазе се у централном делу државе и на Косову и Метохији (табела 21).

Табела 21. Површина и структура бонитетних класа земљишта у Србији (Кљајић и сар. 2012)

Бонитетне класе	Површина (km ²)			
	Република Србија	Војводина	Централна Србија	Косово и Метохија
1	11.650	9.688	1.675	287
2	9.357	3.284	5.481	592
3	10.522	3.823	5.383	1.316
4	8.682	355	7.133	1.194
Погодно за обраду	40.211	17.150	19.672	3.389
5	11.073	531	9.002	1.540
6	20.144	889	17.185	2.070
7	8.069	193	5.232	2.644
8	1.178	72	604	502
Непогодно за обраду	40.464	1.685	32.023	6.756
Продуктивно	80.675	18.835	51.695	10.145
Неплодно	7.686	2.671	4.273	742
Укупно	88.361	21.506	55.968	10.887

Овакав начин бонитирања је користан са научног и практичног становишта могућности коришћења земљишта. Међутим, коришћење пољопривредног земљишта на територији Републике

Србије прописано је Законом о пољопривредном земљишту у ком су предвиђени начини коришћења одређени на основу катастарских класа дефинисаним Законом о државном премеру и катастру (*Сл. гласник Р. Србије*, 2020а) и Правилником о катастарском класирању и бонитирању земљишта (*Сл. гласник Р. Србије*, 2014). У истом документу наведена је забрана коришћења земљишта за потребе сврха које нису у складу са одобреним катастарским класама сем ако није другачије законом предвиђено а претходно одобрено од надлежних институција.

Правилником о катастарском класирању и бонитирању земљишта прописан је начин и поступак разврставања за чије послове је надлежан Републички геодетски завод. Катастарско класирање земљишта јесте утврђивање катастарске културе и класе за парцеле пољопривредног и шумског земљишта у оквиру једне катастарске општине у односу на катастарски срез чиме је дефинисано да се парцела сврстава у неку од следећих култура: њива, врт, воћњак, виноград, ливада, пашњак, шума, трстик, мочвара и рибњак. Неплодне површине и земљишта посебне намене, не сврставају се ни у једну набројану културу и за њих се утврђује врста неплодности односно врста намене.

Бонитирање земљишта представља класификацију свих земљишта подобних за пољопривредну и шумску производњу, на основу природних особина земљишта, без обзира на њихов начин коришћења при чему се она распоређују у једну од осам бонитетних класа. Оно подразумева детаљне теренске радове проучавања природних особина земљишта и лабораторијско испитивање физичких и хемијских особина на основу чега се додељује бонитетна класа која представља продуктивну способност земљишта за одређену врсту производње.

Прва бонитетна класа су земљишта равничарског климатског производног рејона, на равном или на скоро равном рељефу, дубине солума преко 100 cm, са хумусно акумулативним хоризонтом 60 cm и дубља, иловастог текстурног састава и мрвичасте структуре, неутралне до слабо алкалне реакције, добро пропусна, непревлажена,

са подземном водом испод 110 cm, земљишта заштићена од поплава, која се наводњавају и сл.

Друга бонитетна класа су земљишта равничарског и брежуљкастог климатско-производног рејона, на равном или благом нагибу терену, дубине од 80 до 110 cm, са хумусно-акумулативним хоризонтом дубине преко 40 cm, песковите-иловаче до иловасто-глиновите текстуре, прашкасто-мрвичасте, мрвичасте до грашкасте структуре, слабо киселе до благо алкалне реакције, са подземном водом испод 90 cm, лака до средње тешка за обраду, погодна за механизовану обраду и наводњавање.

Трећа бонитетна класа су земљишта у равничарском и брежуљкастом климатско-производном рејону, на равном рељефу и умереном нагибу, дубине солума преко 60 cm, са хумусно-акумулативним хоризонтом дубине преко 30 cm, од песковите иловаче до глине, прашкасте до орашасте, ситно-грудвасте, структуре, средње киселе до слабо алкалне реакције, са подземном водом испод 80 cm, дубински заслањена у равницама изложена повременим, краткотрајним поплавама, а на брежуљкастим теренима изложена слојевитој до слабије браздастој ерозији, лака до тешка за обраду, са мање погодним условима за примену механизације и наводњавање, са препоручиво превентивним мерама заштите од ерозије и поплава.

Четврта бонитетна класа су земљишта брежуљкастог, брдско-планинског и равничарског климатско-производног рејона. Ту спадају плитка и средње дубока земљишта дубине испод 60 cm, са хумусно-акумулативним хоризонтом испод 30 cm, песковите до глиновите текстуре, са садржајем скелета до 30%, прашкасте до грудвасте структуре, алкалне до јако киселе реакције, са нагибом до 30%, слабо и веома слабо дренирана и пропусна, са подземном водом испод 60 cm, краткотрајно превлажена, често и штетно поплавлена, а на падинама изложена јаче браздастој и браздастој ерозији, са отежаним условима за механизовану обраду. Земљиша ове бонитетне класе потребно је заштити од поплава у равницама и од ерозије на нагибима.

Пета бонитетна класа су земљишта брежуљкастог, брдско-планинског и равничарског климатско-производног рејона, у равницама или на умерено стрмим падинама са нагибом до 45%, дубине од 30 до 50 cm, са хумусно-акумулативним хоризонтом до 20 cm, песковите до глиновите текстуре, са скелетом и до 50%, прашкасте до грудвасте структуре, јако киселе до средње алкалне реакције, често екстремно лоше дренирана, површински заслањена, са подземном водом испод 55 cm, у равницама изложена штетним и дуготрајним поплавама, а на стрмим падинама изложена јаче браздастој и слабије јаругастој ерозији, скоро неповољна за обраду, а посебно за механизовану обраду, уз неопходне мелиорације и заштиту од поплава у равницама и противерозионим мерама на стрмим падинама.

Шеста бонитетна класа су земљишта брдско-планинског и планинског климатско-производног рејона, земљишта брежуљкастог равничарског климатско-производног рејона, на равном терену или на нагибу до 45% и више, плитка земљишта од 20 до 30 cm и до 70% скелета, текстуре као и претходна класа, екстремно кисела и алкална, на нагибу изложена свим степенима ерозије, осим јаче јаругасте, а у равницама дуготрајно превлажена, са подземном водом испод 35 cm, површински заслањена или алкализована, изложена честим и дуготрајним поплавама, средње оштећена отпадним водама. На овим земљиштима је неопходно спроводити противерозионе мере и заштита од поплава, одводњавање и раслањивање. Условно се користе као обрадива земљишта, а више као пашњаци, ливаде и шуме.

Седмој бонитетној класи припадају земљишта планинског и брдско-планинског, брежуљкастог и равничарског климатско-производног рејона која су врло плитка, са дубином мањом од 20 cm, са садржајем скелета и више од 70%, кисела и алкална, на нагибу до 65%, изложена врло честим и штетним поплавама, веома превлажена и површински заслањена и веома оштећена опасним и штетним материјама, аерозагађењем, отпадним и загађеним водама, а на нагибима изложена свим видовима ерозије до јаче јаругасте. Такође је неопходно спроводити комплексне мелиорационе мере и заштите. Искључиво се користе као пашњаци и шуме.

Осма бонитетна класа обухвата земљишта брдско-планинског и планинског климатско-производног рејона, на нагибу преко 65%, веома плитка земљишта испод 10 cm дубине солума, која садрже и до 90% скелета. Под утицајем су свих типова ерозије и користе се искључиво као веома неквалитетни пашњаци, девастиране шуме и еколошки загађена земљишта.

Законска регулатива планирања, коришћења и очувања земљишта у Републици Србији

Пољопривредно земљиште има природне карактеристике које битно утичу на могућност и економичност пољопривредне производње у свакој држави и појединачно за сваког корисника тог земљишта које чине:

- непокретност односно непреносивост парцела;
- практична неумноживост – изузимајући релативно скромно повећање површина обрадивих категорија пољопривредног земљишта различитим поступцима (мелиорација пашњака, хидромелиорација трстика и бара) или шумског земљишта (крчење, риголовање);
- релативна неистрошивост земљишта, која зависи од одрживости начина његовог коришћења, односно начина газдовања од стране субјеката коришћења и
- различита природна плодност, што у одређеној мери условљава ниво остварених приноса у пољопривредној производњи (*Тривић*, 2019).

Стога се може навести да је пољопривредно земљиште природни самообновљиви ресурс који има способност обнављања комбинацијом “одмарања” земљишта (устезања од експлоатације) на одређени временски период, али и разним другим праксама, као што су примена плодореда, примена комплексних мелиоративних мера, одржавањем биодиверзитета, утицањем на смањење негативних дејстава разних активности које утичу на климатске промене. Оно представља и ресурс у ком се складиште негативне екстерналије људских активности. Пољопривредно земљиште представља и са

становишта националних регулатива оскудан ресурс који је подвргнут посебним мерама заштите и регулација (Драшковић и Ђукић, 2018).

Планирање, коришћење и очување земљишта као ресурса на територији Републике Србије дефинисано је Уставом (Сл. гласник РС, 2022) као највишим правним актом, законима и подзаконским актима.

Уставом је дефинисано да је коришћење и располагање пољопривредним земљиштем у приватној својини слободно, али се законом могу уредити облици коришћења и располагања како би се отклонила опасност од наносења штете животној средини и повреде права. Даље одредбе, којима је обухваћено планирање, коришћење, очување, начини и овлашћења за спровођење ових активности на пољопривредном земљишту, детаљно су дефинисане кроз следећа документа.

Закони:

1. Закон о пољопривреди и руралном развоју (Сл. гласник Р. Србије, 2021а);
2. Закон о пољопривредном земљишту (Сл. гласник Р. Србије, 2018а);
3. Закон о заштити земљишта (Сл. гласник Р. Србије, 2015а);
4. Закон о заштити животне средине (Сл. гласник Р. Србије, 2018г);
5. Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (Сл. гласник Р. Србије, 2021б);
6. Закон о враћању утрина и пашњака селима на коришћење (Сл. гласник Р. Србије, 1992)
7. Закон о планирању и изградњи (Сл. гласник Р. Србије, 2021в);
8. Закон о државном премеру и катастру (Сл. гласник Р. Србије, 2020а) и
9. Закон о подстицајима у пољопривреди и руралном развоју (Сл. гласник Р. Србије, 2016).

Уредбе:

1. Уредба о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту (*Сл. гласник Р. Србије*, 2019а);
2. Уредба о утврђивању критеријума за одређивање статуса угрожене животне средине и приоритета за санацију и ремедијацију (*Сл. гласник Р. Србије*, 2010) и
3. Уредба о систематском праћењу стања и квалитета земљишта (*Сл. гласник Р. Србије*, 2020б).

Правилници:

1. Правилник о условима за обављање контроле плодности обрадивог пољопривредног земљишта (*Сл. гласник Р. Србије*, 2020в);
2. Правилник о условима за израду пројекта претварања необрадивог у обрадиво пољопривредно земљиште (*Сл. гласник Р. Србије*, 2020г);
3. Правилник о условима за израду пројекта побољшања квалитета обрадивог пољопривредног земљишта (*Сл. гласник Р. Србије*, 2020д);
4. Правилник о катастарском класирању и бонитирању земљишта (*Сл. гласник Р. Србије*, 2014);
5. Правилник о условима и поступку давања у закуп и на коришћење пољопривредног земљишта у државној својини (*Сл. гласник Р. Србије*, 2021г);
6. Правилник о садржини и начину вођења Катастра контаминираних локација, врсти, садржини, обрасцима, начину и роковима достављања података (*Сл. гласник Р. Србије*, 2019б);
7. Правилник о листи активности које могу да буду узрок загађења и деградације земљишта, поступку, садржини података, роковима и другим захтевима за мониторинг земљишта (*Сл. гласник Р. Србије*, 2020ђ);
8. Правилник о садржини пројеката ремедијације и рекултивације (*Сл. гласник Р. Србије*, 2019в);
9. Правилник о методологији за израду пројеката санације и ремедијације (*Сл. гласник Р. Србије*, 2015б);

10. Правилник о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама за њихово испитивање (*Сл. гласник Р. Србије*, 1994);
11. Правилник о условима које правно лице мора да испуњава за обављање послова мониторинга земљишта, као и документацији која се подноси уз захтев за добијање овлашћења за мониторинг земљишта (*Сл. гласник Р. Србије*, 2019г);
12. Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине (*Сл. гласник Р. Србије*, 2011) и
13. Правилник о садржини и форми извештаја о мониторингу земљишта (*Сл. гласник Р. Србије*, 2021д).

6.3. РЕЈОНИЗАЦИЈА ПРОИЗВОДЊЕ ВИСОКИХ ТРАВА

Повољни агроеколошки услови већине пољопривредних подручја Србије, као и здрава животна средина, пружају могућности за гајење великог броја биљака, умерено континенталног поднебља и већине субтропских врста, како једногодишњих, тако и вишегодишњих. Добијени производи због свог квалитета могу се користити за потребе домаћег тржишта и извоза.

Познавањем односа сваке врсте према условима спољне средине и земљишта може се урадити план гајења, односно рејонизација пољопривредне производње. Основни параметри за правилан распоред гајења биљних усева и засада су детаљан опис сваког појединачног пољопривредног подручја који обухвата: територијално дефинисање подручја, затим орографске податке (надморска висина, рељеф, нагиб терена), анализу климатских података, евиденцију о најзаступљенијим гајеним биљним врстама на том подручју. Да би се урадили модели рејонизације усева (засада) добијене податке треба упоредити са потребама сваке појединачне врсте. Уколико услови средине пружају могућност за успешно гајење

појединог усева (засада), са еколошког, али и економског становишта, може се препоручити увођење у систем пољопривредне производње. Овакав приступ рејонизације, који се примењује у земљама Европске Уније, значајно је допринео подизању нивоа биљне производње, како већим приносима и квалитетом производа, тако и укрупњавањем пољопривредних газдинстава и компанија (Бабовић и Веселиновић, 2010).

Пољопривредна подручја Србије се, према орографским чиниоцима, могу поделити на пет макро региона, и то:

1. Равничарски,
2. Равничарско-брежуљкасти,
3. Брежуљкасто-брдски,
4. Брдско-планински и
5. Високопланинаски регион.

Рејонизација биљне производње у наведених пет региона имала би велики стратешки значај за Републику Србију, што би се огледало у рационалнијем коришћењу ресурса за одржив развој мултифункционалне пољопривреде, агроекотуризма и одрживог развоја сеоских подручја.

Како закључују Бабовић и Веселиновић, (2010) рејонизација пољопривредне производње је бесплатна инвестиција и услов за креирање националне и регионалне развојне економске политике. Поред тога, битна је брана напуштања села, демографске обнове и чинилац повећања друштвеног богатства.

Falasca et al., (2017) су на великом пољопривредном простору развили модел агроеколошког зонарања поједних високих трава на халоморфним земљиштима у претежно сувој клими, које би се користиле као пашњаци или као сировина за добијање биогорива. Овај пионирски рад аутора резултирао је моделом агроеколошког зонарања, који се може применити у било ком делу света, уз коришћење познатих агроеколошких индекса.

Примењујући податке о односу према агроеколошким условима проучаваних пет врста високих трава и поредећи те вредности са условима спољне средине и земљишта наших пет макро

региона може се урадити модел по коме би се ове траве укључиле у систем одрживе или конвенционалне биљне производње.

Висока пиревина би се у систему одрживе производње, као покровни усев или за испашу домаћих животиња могла гајити у семиаридним пределима Србије, на заслањеним и девастираним земљиштима. Уколико би се користила као енергетски усев или комбиновано ради зрна и биомасе за исхрану домаћих животиња, требало би је гајити у систему интензивне производње на земљиштима бољих физичких и хемијских особина. То би могла да буду пољопривредна земљишта необрађивана дуги низ година, затим шумске крчевине, или површине које нису подесне за интензивнију биљну производњу (нагнути и сувљи терени, мање парцеле неправилног облика, неподесне за обраду широкозахватном пољопривредном механизацијом и сл).

Преријско просо са своја два издиференцирана екотипа, долинско и горско, може бити значајна биљна веста за гајење на подручјима специфичних агроколошких особина. Треба истаћи да као енергетски усеви ова два екотипа, по укупном приносу биомасе, нису конкурентна осталим високим травама. Долинско просо би се могло гајити у Банату на заслањеним, песковитим земљиштима, и као покровни усев, или за производњу сточне хране. Сорте горског преријског проса би се могле гајити у исте сврхе на вишим надморским висинама, на пример у брдско-планинским пределима источне Србије, као и на девастираним земљиштима у циљу фиторемедијације.

Шпанска трска, захваљујући снажном кореновом систему и дугим хоризонталним ризомима у којима се налазе резервне хранљиве супстанце, може успевати како на запуштеним и забареним киселим или алкалним земљиштима, тако и на сувим песковитим, али и влажним земљиштима тежег механичког састава. Први резултати огледа постављених на таквим типовима земљишта показали су да се овај инвазивни коров успешно развија на забареним површинама река, мочварним теренима и око језера у равничарским пределима, али и уз обале канала отпадних вода и око сточарских објеката, где је земљишта обogaћено органским једињењима. Високим годишњим

приносима вегетативне биомасе подесне за добијање свих врста горива шпанска трска у нашој земљи може постати најважнији енергетски усев, ако би се гајила у пределима наведених агроеколошких особина.

Мискантус, односно његов интерспецијес хибрид *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu после експеримената извођених неколико година у различитим агроеколошким условима, у Србији је постао најважнији биоенергетски усев из групе нејестивих биљака. Уколико би се овај интерспецијес хибрид гајио ради биомасе за добијање гасовитих, течних или чврстих горива засаде треба заснивати у равничарским и равничарско-брежуљкастим пределима на дубљим земљиштима повољнијих хемијских и физичких особина. Најбоље је заснивати вишегодишње засаде на запуштеним пољопривредним површинама, или на земљиштима са којих су посечена шумска или воћна стабла. Уз интензивнију агротехнику у години заснивања, формираће се засади великог потенцијала родности, који ће у наредних 15-20 година формирати економски исплативе приносе сировине за добијање биогорива. Мискантус се може гајити и на непољопривредним, девастираним и ерозијом угроженим површинама као покровни усев, затим станиште за племениту дивљач, као и одличан усев за фиторемедијацију. На оваквим површинама приноси биомасе су мали и не исплати се њено скупљање и коришење у енергетске сврхе.

Трстика, као самоникла врста, успешно расте на плавним површинама уз обале језера, речних токова и на отвореним, влажним теренима. Селекцијом је створен низ сорти побољшаних производних особина и квалитета биомасе као сточне хране. У нашим пољопривредним пределима успешно би се могла гајити као крмна биљка на плоднијим земљиштима која су део сезоне поплављена. Приносом биомасе за коришћење у енергетске сврхе није конкурентна високим травама мискантусу и шпанској трски. Међутим, због врло добрих биолошких особина и прилагођености успевања у различитим агроеколошким условима, била би добар покровни усев, на јако сиромашним и контаминираним земљиштима.

Ђ. Гламочлија * Н. Ђурић * Ј. Максимовић

Стога би је требало гајити као покровни усев у циљу фиторемедијације деградираних земљишта.

7. ТЕХНОЛОГИЈА ПРОИЗВОДЊЕ

Технологија производње, гајење биљака или агротехника представља скуп свих мера које се примењују у биљној производњи. Те агротехничке мере су: место у плодореду, обрада земљишта, допунска исхрана биљака и земљишта, избор сорте, сетва и садња, мере неге и заштите усева, берба (жетва, косидба) и чување добијеног главног и споредних производа. Правилним избором агротехничких мера можемо најпотпуније искористити агроеколошке услове и генетички потенцијал врсте (сорте) у циљу остварења највећег и економичног приноса. Успех у производњи зависиће и од успешности примене агротехничких мера. Да би се планирана технологија производње остварила требало би обратити пажњу на следеће агротехничке елементе:

- Избор агротехничких мера прилагођен условима спољне средине и биолошким особинама генотипа;
- Начин и правовременост њихове примене;
- Сажетост рокова за обављање појединих радних операција;
- Најбољи избор средстава пољопривредне механизације и
- Ниво стручности и марљивости у раду.

7.1. МЕСТО У ПЛОДОРЕДУ

Плодоред, према схватањима савремене агрономске науке, је агроекономска категорија комплексног карактера. Она представља систем биљне производње на ораницама који подразумева правилну просторну и временску измену усева у циљу што мањег нарушавања равнотеже услова природног станишта. Према дефиницији коју је дао *Добра Тодоровић*, (1955) плодоред је план коришћења вегетационе средине (климе и земљишта) гајењем њивских биљака у једном одређеном редоследу, како у времену, тако и у простору.

Правилно постављеним плодоредом рационалније се користи природна плодност земљишта, затим се побољшавају његове физичке и биолошке особине, смањује закоровљеност, бројност штеточина, као и присуство патогених микроорганизама. Поред тога, могу се равномерније и потпуније искористити расположива механизација и физичка радна снага, складније повезати биљна и сточарска производња у једну целину. Правилним системом плодоредом обезбеђује се сигурнија и свестранија пољопривредна производња што је значајно, посебно у близини великих потрошачких и прерађивачких центара.

Елементи плодоредом су пољосмена (просторна измена усева на ораницама) и плодосмена (временска измена усева на једној ораници одређеним низом година). Према броју усева и њиховој временској и просторној измени плодореди могу бити: двопољни са двогодишњом изменом два усева, тропољни, четворопољни или вишепољни.

Просторна и временска измена усева и засада на некој ораници прилагођава се физиолошким особинама гајених биљака, затим њиховом односу према агроеколошким условима, међусобним односима појединих биљака у погледу способности боље искоришћености плодности земљишта коју је претходни усев (предусев) оставио и слично.

Осим у плодореду биљке се могу гајити и у монокултури. Овај систем биљне производње није пожељан за једногодишње врсте, али

се примењује код вишегодишњих биљака. За заснивање вишегодишњих усева (засада) требало би се одредити за предусев после кога је земљиште остало побољшаних особина и мање закоровљено.

Висока пиревина самоникло расте на земљиштима на којима мали број врста успева. Међутим, уколико бисмо је гајили заснивањем усева сетвом семена, требало би се одредити за површину на којој је у претходном периоду гајена вишегодишња травно-легуминозна смеша, или на разораном природном травњаку. У циљу поправке физичких и хемијских особина земљишта, на површини предвиђеној за гајење интерспецијес хибрида високе пиревине за комбиновано коришћење (биомаса и зрно), могу се претходне вегетационе сезоне гајити покровни усеви чија би се биомаса заорала као сидерат. На површини предвиђеној за заснивање усева изводе се квалитетна основна и предсетвена припрема земљишта, јер се ситно семе сеје у плитком слоју.

Преријско просо као вишегодишњи усев, гаји се изван плодореда. То су најчешће земљишта која се ретко користе за друге ратарске усеве. На истом земљишту биљке у производњи остају десетак година. Уколико би се усев заснивао на пољопривредним површинама у функцији, најбољи предусеви за преријско просо били би: соја, затим разоране природне травне површине, затим једногодишње крмне смеше или смеше вишегодишњих трава и лептирџача. После наведених предусева могу се извести квалитетна основна и предсетвена обрада земљишта са уношењем потребних количина органских и минералних хранива. У пољопривредним пределима где у ратарској производњи преовлађују кукуруз и соја, ови предусеви су одлични уколико се жетвени остаци после бербе добро уситне и квалитетно заору.

Шпанска трска се често гаји на површинама које су дуго година биле ван коришћења за гајење усева и засада. Уколико се засад заснива за интензивни начин коришћења, добри предусеви су вишегодишњи природни травњаци или травно-легуминозне смеше. Заоравањем биомасе после последње косидбе у земљиште се уносе

значајне количине жетвених остатака предусева што значајно побољшава квалитет земљишта.

Мискантус за интензиван начин коришћења гаји се на пољопривредним површинама које су биле под дугогодишњим травњацима екстензивног начина коришћења. Кад су циљ производње фиторемедијација или озелењавање запуштених и непољопривредних површина ризоми се укопавају после локалне припреме места за садњу. Да би се физичке и хемијске особине земљишта на овим деградираним површинама поправиле претходно би се могле посејати биљке из породице махунарки, на пример лупине. Неке врсте лупина успевају и у таквим земљишним условима. Пре садње ризома биомаса ових предусева би се унела у земљиште најподеснијим методама основне обраде.

Трстика као претходне врсте вишегодишњих трава, самоникло расте најчешће на маргиналним земљиштима, на којима формира своју заједницу. Оплемењене форме и продуктивније сорте требало би гајити на земљиштима бољих особина како би се што потпуније искористио њихов генетички потенцијал родности. Као предусеви за заснивање ових вишегодишњих усева могу да буду природни травњаци. Уколико би се усеви заснивали на површинама које до сада нису коришћене у пољопривредне сврхе, требало би претходно посејати једногодишњу травно-легуминозну смешу, чија би се биомаса искористила као сидерат (*Paulson et al.*, 2003).

7.2. ОБРАДА ЗЕМЉИШТА

Стандардни систем обраде земљишта обухвата следеће радне операције: основна, допунска и фина предсетвена обрада.

Основна обрада земљишта. Ова радна операција изводи се у предзимском периоду, раније ако се припрема за сетву озимих усева, или касније кад ће се гајити усеви пролећне сетве (садње). Може се извести на два начина, као конвенционална или као конзервацијска.

Конвенционална обрада подразумева орање са превртањем пластике и заоравањем, органских и минералних хранива и жетвених остатака предусева. У зависности од предусева и физичких особина земљишта изводи се раоничним плуговима на дубину 20-35 cm. Осим класичне, ова основна обрада се може извести редуковано агрегатирањем више радних тела (тањираче, ротокултиватори, грубери и слично), ради смањења прохода тракторима. Дубина обраде је до 20 cm. Овим системом основне обраде на површини остаје око 30% жетвених остатака ради смањења штетних последица еолске ерозије. Уколико предусеви земљиште остављају добрих физичких особина, као и у систему одрживе пољопривредне производње (обрада редова сетве или садње, или обрада места садње), изводи се минимална обрада земљишта, на пример тешким тањирачама на дубину око 15 cm.

Конзервацијска основна обрада је без превртања пластике, тако да на површини остаје највећи проценат жетвених остатака. Машине за конзервацијску обраду раде на принципу фиксног или вибро-клина и оне само растресају слој земљишта дубине до 40 cm, али без мешања горњих и доњих слојева (*Гламочлија и сар.* 2015).

Избор начина основне обраде зависи од: еколошких услова (подложност ерозији водом и ветром), затим од физичких (водно-ваздушни режим, структура земљишних честица) и хемијских особина (садржај биљних асимилатива, уношење органских и минералних хранива), као и од предусева и усева који ће се гајити.

Вишегодишње траве позитивно реагују на квалитет основне обраде земљишта, али и на продужно дејство дубоког орања ако је изведено пре сетве предусава.

Допунска обрада земљишта изводи се непосредно после основне или у току зиме. Она има већи значај ако је основна обрада изведена неквалитено, најчешће на јако сувом или влажном земљишту, као и у случају да су жетвени остаци предусава слабо заорани. Главни задаци допунске обраде су да се поравна површину, попуни микродепресије, уситни крупније грудве земље и исецка и заоре преостале жетвене остатке. Машине за допунску обраду су: тањираче, ребрасти ваљци или тракторске ротофрезе.

Фина предсетвена припрема обавља се непосредно пре сетве или садње. Циљ ове агротехничке мере је формирање слоја растресите земље дубине 2-8 cm. Овај слој у површинском делу је растресит, добро загрејан и аерисан, а у сетвеном делу благо збијен и умерено влажан. Најбоље је предсетвену припрему обавити под углом од 45° у односу на основну обраду земљишта. У зависности од општег стања земљишта она се може обавити дрљачама, ротокултиваторима (ротофрезе) или сложеним агрегатима сетвоспремачима (комбиновани култиватори за предсетвену обраду земљишта). Сетвоспремачи су пољопривредне машине које имају више радних тела, тако да изводе припрему земљишта за сетву једним проходом. На овај агрегат може се поставити и прскалица за уношење пестицида у земљу. Поред класичних пољопривредних машина у систему обраде и припреме земљишта данас се све више користе сложени агрегати, којима се број радних операција своди на један до два прохода трактора кроз њиву. Ове пољопривредне машине имају више разноврсних делова који раде на принципу крутих или опружних, односно фиксних или вибрационих радних тела, која у земљу продиру као разривачи. Прво радно тело уситњава жетвене остатке предусава и покрива их слојем земље, друго (сетвоспремач) формира сетвени слој. Сложенији агрегати имају и сејалице тако да се једним проходом обаве редукована основна обрада земљишта, предсетвена припрема и сетва. Такви агрегати се најчешће користе за сетву озимих усева, посебно кад сетвени рокови могу бити скраћени

услед неповољних временских услова и кашњења са бербом предусева.

За који систем обраде земљишта за заснивање вишегодишњих усева високих трава ћемо се одредити значајно је проучити агроеколошке услове, потребе биљака у години сетве (садње) да би се што пре формирали усеви који ће се добро припремити за неповољне услове током зимског периода.

Како се често усеви (засади) заснивају на необрађеном, запуштеном или девастираном земљишту припрему би требало започети годину дана раније. Прва радна операција била би летња или јесења обрада чизел плуговима. Уколико је посејан неки покровни усев, као сидерат, основна обрада изводи се раоничним плуговима, у моменту кад је маса покровног усева највећа и најбољег квалитета. После се обавезно изводи допунска обрада како би се уситниле крупније грудве земље и површина поравнала, ради повећане инфилтрације воде од зимских падавина. После квалитетно изведених ових радних операција лакше ће се обавити фина предсетвена припрема земљишта.

За усеве густе сетве целисходно је обрадити целу површину и посебну пажњу посветити предсетвеној припреми, јер ове траве имају ситно семе које се сеје у плитком слоју. Широкоредни усеви, који се развијају из ризома, могу се посадити и на земљишту које је претходно припремљено по принципу минималне или конзервацијске обраде. Један од ова два начина примењује се ако није планирана употреба органских биљних хранива (стајњак или компост). Међутим, ако су на површини предвиђеној за заснивање дугогодишњих усева претходно сејани усеви за сидерацију, на већим површинама обавља се редукована обрада, а на мањим се ручно припремају места за садњу. На површинама које дуго година нису биле коришћене за гајење биљака корове можемо сузбити употребом тоталних хербицида (паракват или глифосат), које треба употребити непосредно после садње или најкасније пре појаве изданака из посађених ризома.

7.3. ИСХРАНА БИЉАКА

Ова агротехничка мера има значајну улогу, јер се правилно избалансираном допунском исхраном обезбеђују главни, секундарни и микроелементи неопходни за пораст и развиће биљака. У систему савремене исхране биљака обухваћена су следећа четири питања:

- Количина биљних хранива,
- Однос главних елемената исхране,
- Коефицијент искоришћења и
- Начин и време употребе минералних хранива.

При одређивању оријентационих количина НПК хранива треба узети у обзир потребе биљке у количини главних елемената исхране да би се остварила јединица приноса, уз одговарајући принос секундарног производа. Просечне потребе у главним елементима исхране зависе од: природне плодности земљишта, затим од коефицијента искоришћења употребљених НПК хранива, као и од планираног приноса.

Однос главних елемената исхране одређујемо на основу потребе биљака за азотом фосфором и калијумом и обезбеђености земљишта овим елементима у приступачном облику. Кад су у питању врсте из породице трава просечан однос НПК хранива је:

$$1 : 0,6-0,8 : 0,4-0,6.$$

Коефицијент искоришћења употребљених биљних асимилатива зависи од: врсте (развијеност кореновог система), физичких (водно-ваздушни режим) и хемијских особина (реакција земљишног раствора, количине главних и секундарних елемената), времена употребе, као и особина употребљених минералних хранива (класична или лакорастворљива). Просечан коефицијент искоришћења главних елемената за траве, у целини је: азота 50-80%,

фосфора 25-30% и калијума 55-70%. Ове вредности веће су ако се употребе водорастворљива минерална хранива.

Начин и време употребе биљних хранива, односно систем допунске исхране подразумева уношење стајњака (сидерата) и НПК минералних хранива уз основну обраду земљишта. Предсетвено (стартно) се користе НПК хранива, а за прихрањивање усева само азотна, на пример: Уреја, АН, КАН или САН. На већим површинама минерална хранива се уносе тракторским расипачима, док се на малим употребљавају локално, директним уношењем у јаме ископане за садњу ризома.

Висока пиревина се одликује снажним кореновим системом, велике усисне моћи. Она се претежно гаји на алкалним, сувим, мање плодним и сличним маргиналним земљиштима. То су земљишта са израженим антагонизмом између појединих асимилатива. Стога допунска исхрана биљака са правилно избалансираним односом појединих асимилатива има велики значај. Земљиште у години сетве обogaћено биљним асимилативима омогућава брз и уједначен пораст биљака и добру припрему за зиму. У годинама коришћења допунска исхрана биљака значајна је са становишта регенерације после косидбе, или испаше и постизања високих приноса квалитетне биомасе. Употребом говеђег стајњака на алкалним земљиштима сиромашним хумусом, у години заснивања усева земљиште се обogaћује органском супстанцом, азотом, калијумом и микроелементима (цинк). Поред стајњака пре сетве уносе се двојна (МАП или ДАП) или тројна (НПК) минерална хранива, у количини и односу одређеним наком агрохемијских анализа узорака земљишта. Према резултатима које наводе *Chestnutt et al.*, (1977) пре јесење сетве требало би употребити 100 kg ha^{-1} минералног хранива МАП. Квалитет високе пиревине као сточне хране зависи од учесталости косидбе, или напасања и пожељно је што интензивније коришћење. У интензивној производњи усев се обавезно прихрањује у годинама коришћења. Прихрањивање се изводи током зиме или рано у пролеће, и то азотом и фосфором. Количине и однос ова два елемента зависе од плодности земљишта. У просечним условима препоручује се 50 kg ha^{-1} азота (Уреја) у комбинацији са двојним хранивом МАП (11:52:0).

Уколико се висока пиревина користи комбиновано (зрно и биомаса) и уз примену високе агротехнике, прихрањивање азотом изводи се после сваког откоса, уз обавезно заливање усева. Да бисмо што прецизније одредили стварне потребе биљака у НПК асимилативима, требало би на сваких 3-5 година урадити агрохемијске анализе земљишта. На основу добијених резултата одређује се и систем прихрањивања усева (количине главних елемената исхране, њихов однос и време прихрањивања).

Преријско просо се снабдева биљним асимилативима из дубоких слојева земљишта, јер има снажан вишегодишњи коренов систем. Допунска исхрана биљака зависи од природне плодности земљишта која се одређује на дубини до 40 cm. На земљишту средње обезбеђеном фосфором и калијумом и рН реакције изнад 5 ова два хранива се не користе при заснивању усева. Предсетвено се могу изоставити и азотна хранива, како истичу *Mitchell et al.*, (2019) али би усев требало прихранити са 30-40 kg ha⁻¹ азота, ако листови добију бледожуту боју. После прихрањивања могу се појавити корови, који неће представљати сметњу ако је преријско просо сировина за добијање биогорива. Допунска исхрана биљака у годинама комерцијалне производње биомасе или зрна зависиће од природне плодности и закоровљености земљишта, интензитета коришћења и примене осталих агротехничких мера (на пример наводњавање усева после косидбе). Преријско просо, посејано у оптималним агроеколошким условима већ у првој години даје преко 75% приноса, који се остварује у наредним годинама (*Mitchell et al.*, 2019). Уколико се гаји само у енергетске сврхе специфичност агротехнике огледа се у мањим количинама азота за прихрањивање (око 10 kg по тони планиране биомасе), а жетва се изводи током зиме. У пределима са јаким зимским мразевима пожељно је усев прихранити током јесени, како би се синтетисало што више шећера за успешније презимљавање биљака.

Шпанска трска се претежно гаји на површинама на којима расте и самоникло. То су земљишта тежег механичког састава и веће природне плодности по великој дубини хоризонта. Биљке својим дубокоходним кореновима могу искористити и асимилативе испране

у дубоке слојеве земљишта. Усвојена биљна хранива коренови током фотосинтетске активности преносе у листове, а створене асимилативе у фазама сазревања враћају у ризоме. При заснивању вишегодишњег засада није потребна допунска исхрана биљака, као ни у годинама коришћења биомасе. Резултати шестогодишњих истраживања која су изведена у Италији показују да повећане количине азота, до 120 kg ha^{-1} нису утицале на повећање приноса биомасе, чак ни у условима оптималне снабдевености водом (наводњавање усева), *Christou et al.*, (2001).

Мискантус односно стерилни интерспецијес хибрид подесан за комерцијалну производњу, повољно реагује на НПК минерална хранива употребљена у години садње, као и у каснијим годинама. Резултати, које наводе *Lee et al.*, (2017) да је употребом до 120 kg ha^{-1} азота на сиромашном земљишту принос суве вегетативне масе, у двогодишњем просеку, повећан са 11,8 на 22,0 тоне по хектару или за 86%. Уз повећан принос надземне биомасе, повећао се и број ризома у бокору, као и број надземних изданака следеће године. Огледима постављеним на јако сиромашном маргиналном земљишту *Matsumura et al.*, (1975) су у трогодишњем периоду испитивали утицај различитих количина и односа појединих главних елемената исхране (НПК). Употребом НП минералних хранива добијени су значајно већи приноси у односу на варијанту без допунске исхране, до 83%, као и у односу на варијанте са ПК и НК хранивима.

У оквиру значајног европског пројекта група научника на челу са *I. Lewandowski*, (2016) поставила је тродишње огледе са допунском исхраном биљака на маргиналним земљиштима у Немачкој, Русији и Турској. Током садње (2012) ПК минерална хранива су употребљена у количини $44-110 \text{ kg ha}^{-1}$ зависно од садржаја фосфора и калијума у земљишту. Азот није коришћен, да би се избегао интензивнији пораст корова. У наредној години употребљено је НПК у количини $60 : 100 : 140 \text{ kg ha}^{-1}$ да би се обезбедила оптимална исхрана усева на свим локацијама. Уз овај систем допунске исхране биљака добијени су највећи приноси употребљиве биомасе мискантуса. Биљке мискантуса, гајене на плодним земљиштима не реагују на допунску исхрану фосфором и калијумом, док мање количине азота

употребљен за прихрањивање током периода коришћења, могу повећати принос само у годинама повољног водног режима (Ђурић *и сар.* 2015; Гламочлија *et al.*, 2018; Максимовић *et al.*, 2019; Ђурић *et al.*, 2022). Обилнија исхрана биљака азотом сигурно повећава принос надземне биомасе и накупљање азотних једињења у листовима (изнад 1%), што је непожељно ако се она користи за производњу гасовитих и течних биогорива. Уколико сува стабла служе као чврсто биогориво (пелети, брикети) вишак азота се током сазревања стабала преноси у ризоме. У надземној биомаси остају само целулозе, уз врло мали проценат осталих органских и неорганских једињења. Тако произведена биомаса је квалитетна сировина за сагоревање.

На динамику кретања азота током вегетационог периода и премештање из надземних органа у ризоме и коренове показали су и резултати које наводе *Nixon and Bullard*, (2018) као и истраживања изведена на чернозему источног Срема (*Dželetović and Glamočlija* 2015; *Đurić et al.*, 2022). Наша истраживања потврдила су да је систем допунске исхране биљака сложен и употребом само једног ханива (азота) у биљним ткивима се нарушава однос других елемената исхране. Стога је на врло плодном земљишту најцелисходније мискантус гајити без употребе НПК минералних хранива, или уз фолијарну прихрану, ако би се уочила хлороза на листовима.

Трстика на допунску минералну исхрану реагује зависно од природне плодности земљишта. Уколико се вишегодишња травна површина заснива на запуштеним површинама на којима се налазе остаци различитог отпада, током привођења пољопривредној намени требало би заорати до 500 t ha^{-1} компоста и 40 kg ha^{-1} азота пре сетве. У годинама коришћења биомасе користи се до 50 kg ha^{-1} у виду пролећног и јесењег прихрањивања усева (*Lord*, 2015). Чист усев трстике током година коришћења неопходно је прихрањивати азотом. Према подацима које наводе *Wrobel et al.*, (2009) оптималне количине азота су $36\text{-}110 \text{ kg ha}^{-1}$ и оне зависе од стања и типа земљишта, као и начина коришћења биомасе. У целини, потребно је око 15 kg азота по тони произведене сточне хране. Количине азота веће од 50 kg ha^{-1} примењују се у два наврата. Приближно половина годишње суме додаје се пролеће, пред пораст надземних изданака, а

друга половина у августу или мало касније, ради формирања другог откоса и боље припреме биљака за зиму. Системом примене азота у два наврата може се боље искористити потенцијал родности сорте. Током година коришћења *Hall*, (2015) препоручује употребу око 30 kg ha⁻¹ фосфора и 0-70 kg ha⁻¹ калијума, зависно од начина употребе биомасе (сточна храна или сировина за биогорива) и обезбеђености земљишта овим елементима исхране. На земљиштима са високим садржајем органске супстанце, употреба ПК хранива није неопходна. *Kukk et al.*, (2011) закључују да на површинама изложеним поплавама током којих вода наноси веће количине муља богатог органском супстанцом, употреба НПК минералних хранива нема ефекта, али ако се трстика гаји на сиромашним песковитим земљиштима, усеве би требало прихранити.

Будући да трстика, у односу на већину вишегодишњих трава, слабије реагује на повећану минералну исхрану, пре одређивања оптималних количина НПК минералних хранива, неопходно је урадити агрохемијске анализе земљишта. За одређивање количине азота, фосфора и калијума узорци се узимају са дубине 0,6–0,9 m, јер је то хранљиви слој за коренове трстике. Уколико је рН земљишног раствора испод 6,0, треба обавити калцификацију (*Fertilizer manual*, 2010).

У недостатку агрохемијских анализа и под претпоставком да је земљиште средње плодности, а на основу досадашњих научних сазнања, минерална исхрана биљака је неопходна агротехничка мера. Са основном обрадом уносе се НПК минерална хранива у односу 0-45-135 kg ha⁻¹ и предсетвено се додаје НПК 20-20-20 kg ha⁻¹. Када је предвиђена сетва крмне смеше са лептирњачама, азота треба највише до 10 kg ha⁻¹ како у смеси не би преовладала трстика.

7.4. ИЗБОР СОРТЕ

Правилним избором сорте (хибрида) најбоље ћемо искористити агроеколошке услове и примењену технологију производње, за постизање високих и стаблних приноса квалитетне сировине за даљу прераду.

Свих пет врста високих трава су самоникле биљке, чије је оплемењивање и увођење у систем гајења почело половином двадесетог века. Радовима на прикупљању разноврсних варијетета самониклих врста широм света и њиховом оплемењивању бави се неколико значајнијих научних центара у свету. Значајно је истаћи да у Србији има запуштених, маргиналних и девастираних површина подесних за гајење ових врста, како у комерцијалне сврхе, тако и у циљу фиторемедијације. Ове површине се из године у годину повећавају, у првом реду под утицајем биотичких фактора, као и све евидентних климатских промена. Климатске промене се манифестују са све вишом годишњом температуром ваздуха и неуједначенијим распоредом падавина, што узрокује честе суше у свим периодима. Последице ових промена биће смањена продуктивност агроекосистема, јер дефицит воде у биљкама изазива различите реакције зависно од интензитета и трајања стреса. Ове штетне последице зависе од: врсте, генотипа, као и од фенолошке фазе. Одговор биљака на стресне услове биће промена пораста и развића, затим у морфолошким и физиолошким адаптацијама биљака. Према истраживањима која су реализовали *Borrajol et al.*, (2018) неке травне врсте се брже адаптирају на ове стресне услове, посебно истичући високу пиревину.

Захваљујући низу нових сорти, које се могу користити на различите начине (храна за људе и домаће животиње, сировина за биогорива), данас у свету високе траве заузимају све веће површине, претежно на земљиштима која нису подесна за важније ратарске биљке и поврће. Савремени генотипови се одликују великом

толерантношћу на мање повољне агроеколошке услове (сиромашна и девастирана земљишта, мање повољни водни режим и топлотни услови). Мали је број штеточина и патогена који могу овим генотиповима узроковати веће штете, тако да се заштита усева своди само на агротехничке мере (*Djuric and Glamoclija, 2017; Đurić et al., 2019; 2021*).

У нашој земљи ове врсте још увек нису предмет значајнијих проучавања са становишта оплемењивања и стварања сорти подесних за гајење, иако се постепено уводе у систем ратарске производње.

Сорте високе пиревине. У новије време интензиван је рад на стварању колекција различите високе пиревине, донесене 1932. године из Русије и касније из Турске. Прве сорте, добијене из кавкаских форме самоникле пиревине ПИ 98526, које је представио Н. И. Вавилов (*Alderson and Sharp, 1994*) биле су: Alkar, Nebraska 98526, Orbit и Platte. Проучавање животног циклуса ових генотипова у различитим стресним условима омогућило је да се створе бројне нове сорте, као и интерспецијес хибриди, добијени укрштањем са неколико врста пшенице (*Triticum sp.*). Према извештајима Медитеранског центра за биодиверзитет висока пиревина и новостворени генотипови су веома толерантни на алкалну средину (висок рН), на соли натријума, на сушу, лисну рђу и вирусна обољења. Захваљујући овим особинама прве сорте (хибриди) подесне су за гајење у агроеколошким условима у којима права и просолика жита отежано успевају (*Ceoloni et al., 2014*). Најпознатије сорте створене су у САД, Канади и у Аустралији, односно у државама где се ова врста највише гаји, а то су:

- Alkar је сорта која је добијена из семена ПИ 98526, 1951. године у NRCS Pullman. Комерцијална производња семена и гајење почели су у државама Ајдахо, Вашингтон и Орегон, а касније и у Калифорнији. Сорта је намењена за испашу на алкалним земљиштима од влажних, до семиаридних подручја до 1.600 метара надморске висине;

- Ariba је сорта подесна за гајење на сувом земљишту, аридних предела централних и југозападних делова САД. Користи се за испашу или као покровни усев у систему конзервације земљишта;

- Flintlock' је широко распрострањена сорта. Препоручује се као покровни усев, затим за испашу и добијање сена у централним равницама САД;

- Barton је сорта са јаким ризомима, добро покрива површину земљишта, веома је олистала, средње бујне надземне биомасе, али даје високе приносе биомасе, као и семена. Врло је толерантна на патогене;

- Jose је сорта створена у Албукеркију 1965. године, а добијена је укрштањем неколико најперспективнијих линија, пореклом је из Евроазије. Због својих добрих производних особина (толерантност на сушу и алкалну реакцију земљишта и слану воду, средње фина надземна биомаса) брзо се проширила у пољопривредним подручјима до Аустралије;

- Largo је, такође створен у Албукеркију. Као родитељи послужиле су линије које су пореклом из Турске. Пробитно је научни назив био *Agropyron intermedium* (Host) Beauv., а касније *Thinopyrum intermedium* (Host). Сорта је била подесна за гајење на сланим земљиштима, са већим процентом натријума и коришћена је за производњу сточне хране. У међувремену је замењена продуктивнијом сортом *Хозе* (Jose);

- Nebraska 98526 је сорта створена 1936. године у научном институту *AES* у Линколну (Небраска). До 1950. године гајена је на фармама које су поседовала заслањена земљишта, са повишеним садржајем натријума, претежно у централним и северним пределима Великих равница. Касније је замењена сортом *Platte*, као приноснијом, бољег квалитета биомасе за сточну храну;

- Orbit је сорта високе пиревине створена 1966. године у канадској истраживачкој станици за пољопривреду у држави Саскачеван. Добијена је укрштањем сорте *Небраска 98526* и локално одабраних сојева. Одликује се изванредно високом толерантношћу на зимске мразеве и добро је прилагођена на влажна заслањена земљишта. Најчешће се користи за производњу сена, затим као

пашњачка трава и покровни усев, у северним пределима Великих равница. Током пролећа може да поднесе задржавање воде на површини 3-4 седмице. Као резултат укрштања амфидиплоидних ($2n=56$) родитеља ова сорта је наследила високу толерантност на рђу пшенице (*Puccinia graminis* и *P. recondita*);

- Rodan има умерено развијене ризоми и формира густу травну површину плавозелених листова, који су са танким лискама и нежније грађе него осталих сорти. Семе се лако производи, тако да је доступно у продаји;

- Rosana је висока пиревина северног екотипа. Биљке су са плавозеленим, лискама и стаблима умерено fine грађе. Ризоми формирају чврсти бусен. Сорта се препоручује за сетву на сиромашним земљиштима и за рекултивацију девастираних површина северних хладнијих подручја.

Поред ових сорти у Северој Америци се гаје и следеће: Chief (добијена 1961. године у Канади укрштањем линија пореклом из Русије), Greenar (још 1945. године селекционисана у Канади укрштањем руског екотипа пиревине), Oahe (сорта добијена укрштањем линија из Русије, уједначене плавичасто зелене боје листова, толерантна на сушу, бујног пораста и високог приноса биомасе и квалитетног зрна), Reliant (одликује се високим приносом квалитетне сточне хране, врло толерантна на патогене и зимске мразеве), Rush (добијена у САД укрштањем линија пиревине пореклом из Немачке, има снажне ризоми и брз пролећни пораст, широке лиске и даје високе приносе биомасе), Tegmar (добијена је у САД укрштањем линија пореклом из Турске, дуговечна је, брзо развија ризоми, толерантна на сушу и касно сазрева, припада патуљастим формама).

Сорте преријског проса. Захваљујући чињеници да је током еволуције ова биљна врста самоникло расла на великом пространству америчког континента, у различитим агроеколошким условима и насељавањем овог простора потискивана на маргинална земљишта, данас постоји велики број форми различитих биолошких особина. У зависности од надморске висине издиференцирала су се два екотипа: долински и планински. Након проучавања особина ових екотипова и

могућности употребе биомасе, у почетку као хране за домаће животиње и племениту дивљач, целокупан тај разноврсни генетички материјал послужио је за стварање сорти подесних за гајење и коришћење на више начина. Како истиче *Silzer*, (2000) долински екотип преријског проса успева на плоднијим земљиштима, на којима расту у висину преко 2,5 метра и произведе више биомасе, док је планински севернијег порекла и заузима више терене растући на плитким, сиромашним земљиштима. Биљке имају нижа стабла (испод 2,4 метра), нежније су грађе и образују мање биомасе, али су врло толерантне на мразеве. Са еколошке тачке постоји разлика између ова два екотипа, тако долински врло успешно расту на повремено поплавленим земљиштима, док планински екотип не подноси сувишну воду (*Vogel and Mitchell*, 2008). Разлике између ова два екотипа су и генетичке природе, тако су долинске форме тетраплоидне, док су планинске октаплоидне, ређе тетраплоидне. Укрштањем ова два екотипа добију се хибриди F_1 генерације, који би требало да имају 30-50% бујнији пораст од родитељских линија. Већина добијених хибрида подеснија је за коришћење у енергетске сврхе, јер имају чврста стабла грубе грађе и са мало хранљивих супстанци (*Mitchell et al.*, 2019).

Први радови на оплемењивању преријског проса у циљу стварања сорти подесних за озелењавање девастираних површина насталих после великих суша које су захватиле велике површине Великих равница у САД започели су 1936. године. Прва званично призната сорта била је сорта долинског проса Nebraska 28, која је уведена у систем ратарске производње 1949. године (*Mitchell et al.*, 2019). После успостављене комерцијалне производње семена почело је гајење ове сорте на долинском подручју Средњег запада Америке, а добијена биомаса служила је као сува сточна храна.

Савременија сорта је хибрид F_1 Kanlow која има побољшане биолошке особине, како у приносу биомасе, тако и у производњи семена за даљу репродукцију. Треба истаћи да производња семена може утицати и на саморасејавање, тако да се преријским просом могу закоровити околне пољопривредне површине. Потенцијално то може утицати на веће еколошке промене. Међутим, у САД се ретко

наводи да је преријско просо инвазивна врста, већ се истичу добре особине ове сорте која на интензивнију агротехнику боље реагује повећањем приноса и другим биолошким особинама, него исходни генетички материјал (*Palik et al.*, 2016).

Сорта Sunburst се одликује високим приносом надземне биомасе и може се користити комбиновано, као крмна биљка или као енергетски усев. У врло повољним агроколошким условима и уз примену интензивније агротехнике годишње се може добити више од 9,4 t ha⁻¹ суве биомасе. Поред тога ова сорта образује крупно семе, које се такође може користити као храна, за живину и кавезне птице.

За гајење у ариднијим пределима и на земљиштима мање природне плодности и у условима сурових зима подесније су сорте планинског проса. Стога су селекционери створили неколико сорти које су добро адаптиране на такве агроколошке услове. То су: Cave-In-Rock, Shawnee, Summer, Trailblazer и друге. У поређењу са долинским сортама и хибридима оне дају за 50-70% мање приносе биомасе, од долинских сорти. И поред тога оне су интересантне за гајење, јер успевају у неповољнијим агроколошким условима и дају квалитетнију биомасу, ако се она користи као сточна храна (*Vogel and Mitchell*, 2008; *Fike et al.*, 2006).

Преријско просо је интересантно и као декоративна биљка. Данас постоји велики број ових сорти, на пример: Blue Tower, Cloud Nine, Dallas Blues, Heavy Metal, Northwind, Prairie Fire, Prairie Sky, Shenandoah и друге. Ове сорте имају декоративне листове (ружичасте, челично плаве, плавољубичасте, плавозелене, ћилибарножуте и сличне боје, који је током године мењају и најчешће зими остају цели и усправни). Метлице су, такође обојене, као и семе тако да на парковским површинама пружају веома пријатан угођај.

При одредљивању сортимента значајно је истаћи да преријско просо снажно реагује на дужиниу дневне светлости, тако да су генотипови са већих географских ширина биљке дугог дана и обрнуто. Поремећени фотопериод може условити промене у порасту и развићу биљака, утицати на формирање биомасе или семена, као и на степен презимљавања биљака. Померањем границе гајења за око

500 km довољно је да се осете последице измењене дужине дневне светлости

Сорте шпанске трске. С обзиром на изражену стерилност шпанске трске, маутагенеза* може представљати праву стратегију за повећање генетичке разноврсности врста (форми), која би могла послужити за стварање супериорних генотипова са побољшаним биолошким и агрономским особинама.

*Мутагенеза је процес настајања мутација, у коме промењена генетичка информација прелази у стабилан (наследан) облик. У природи се јавља спонтано под утицајем абиотичких фактора, често узрокујући разне болести, али може да представља водећу снагу еволуционих процеса. Она се може изазвати у лабораторији комбинацијом одређених маутагених агенса (*Beale, 1993*).

И поред малог биодиверзитета медитеранских екотипова шпанске трске, у Италији је издвојено и умножено неколико линија. Најпознатије су под називима: УниБО3, Линија 10 и Линија 11, које су подесније за гајење, јер позитивно реагују на интензивнију агротехнику. У трогодишњим огледима које су поставили *Mariani et al., (2010)* испитујући утицај наводњавања и допунске исхране установили су значајне разлике у приносу биомасе. Најпродуктивнија је била Линија 11 (24 t ha⁻¹ суве масе), Линија 10 (22 t ha⁻¹), док је стандард УниБо 3 дао 19 t ha⁻¹ суве масе. Линија 11 је показала већу толерантност на сушу и имала је највећи проценат целулозе, за 42% више у односу на стандард.

Новија истраживања производних особина 39 перспективних линија шпанске трске на широком подручју Медитерана, од јужне Грчке, преко Италије, до јужне Шпаније показала су да годишњи просечни приноси варирају, од 22,5 t ha⁻¹ (Шпанија), 22,1 t ha⁻¹ (Италија), до 19 t ha⁻¹ у Грчкој (*Zegada-Lizarazu et al., 2020*).

Како наводи *Bell, (1997)* шпанска трска је инвазивни коров, дуж топлијих обалних слатких вода САД, од Мериленда на западу до северне Калифорније. Шпанска трска се самоникло јавља и у четири провинције Мексика. Исти аутор истиче да се на Флориди у производњи налази сорта коју назива *Versicolor*.

Сорте мискантуса. Род *Miscanthus* има већи број самониклих врста које могу послужити за оплемењивање, у циљу гајења за различите начине коришћења. Најважније су врсте су диплоидна *Miscanthus sinensis* широко распрострањена на Далеком истоку, од јужне Кине, преко Јапана и Кореје до Курилских острва. Друга по значају је тетраплоидна врста *Miscanthus sacchariflorus*. Сакупљањем, колекционисањем и ботаничким описом у свету се бавило неколико научних институција. Како истичу *Lin et al.*, (2019) Институт за биолошке, еколошке и пољопривредне науке (IBERIS) Универзитета Абериствит (Аустралија) је до 2006. године сакупио 244 различита генотипа (187 *Miscanthus sinensis* и 35 *Miscanthus sacchariflorus*, као и 22 интерспецијес хибрида, укључујући и *Miscanthus* × *giganteus*), ради проучавања њихових биолошких и агрономских особина. У колекцији су били и екотипови из колекција Кев (Велика Британија) и АДАС (Велика Британија), европских колекција и пројеката које финансира Европска унија, укључујући ЕМИ (European Miscanthus Improvement), затим колекције FAIR 3 СТ-96–1392 Универзитета у Хохенхајму (Немачка) и BIOMIS из Plant Research International (PRI) у Вагенингену (Холандија). Колекција мискантуса је обухватала и декоративне популације диплоидних, триплоидних и тетраплоидних генотипова. На колекционом материјалу изведена су проучавања генотипских и фенотипских особина, ради добијања информација корисних за увођење у систем биљне производње. У проучавања генетичке разноврсности и структуре популације укључене су и неке научне институције у САД, са новом колекцијом екотипова *Miscanthus sinensis* прикупљених у Јапану, Кини и Јужној Кореји (*Lin et al.*, 2019). Јапан поседује велику колекцију врста, укупно 163 примерка где *Miscanthus sinensis* чини 54% укупне колекције, затим *Miscanthus sacchariflorus*, као и триплоидни природни хибрид *Miscanthus* × *giganteus* (*Lin et al.*, 2019). Будући да триплоидни интерспецијес хибриди, добијени укрштањем диплоидне врсте *Miscanthus sinensis* и тетраплоидне *Miscanthus sacchariflorus* имају највећи значај за гајење у енергетске сврхе, селекција је усмерена ка стварању ових генотипова. Они су, поред осталог и стерилни, тако да

не постоји опасност од ширења на околни простор (*Lewandowski et al.*, 2016).

У поступку добијања нових генотипова најподеснијих за комерцијалну производњу први задатак оплемењивача је одређивање степена толеранције стреса, изазван са четири абиотичка чиниоца, а то су: суша, салинитет, ниске температуре и мразеви. Проучавања су везана за однос родитељских компоненти према овим чиниоцима, а потом и добијених линија, као и одређивање којом ће се линијом у маргиналним условима остварити висока производња биомасе (*van der Weijde et al.*, 2016). У периоду 1996-1997. година у USDA је проучаван 41 таксон мискантуса у погледу толерантности на абиотичке факторе и заметање семена. Једанаест таксона је формирало више од 18% семена (сорте Morning light, Variegatus и Zebrinus). Научници су проценили да, ове сорте иако произведу и неке количине клијавог семена, не представљају опасност за ширење изван засада (*Meyer*, 2012).

Први триплоидни интерспецијес хибрид гигантског мискантуса у Европи, назван М 9 g, испољио је велику пластичност у прилагођавању различитим агроколшким условима, у централној и западној Европи и примењеној технологији производње. У односу на друге линије створене истом методом укрштања диплоидне и тетраплоидне врсте, овај хибрид је показао боље резултате у погледу висине приноса и мањег садржаја воде у стаблима током бербе. Интерспецијес хибрид М 9 g гаји се у Европи од 1983. године, заснивањем засада помоћу одсецака ризома, како истичу *Lewandowski et al.*, (2000). Теренска испитивања и комерцијална производња потврдили су да је хибрид погодан за гајење у широком агроколошком подручју. Истраживања су такође показала позитиван утицај засада на животну средину, укључујући смањивање садржаја штетних гасова и угљен диоксида у атмосфери и у земљишту. Уз адекватно примњену технологију производње хибрид М 9 g је високо продуктиван енергетски усев, чак и на пољопривредном земљишту мањег квалитета, укључујући и земљишта контаминирана тешким металима и високим садржајем соли. Заснивање засада мискантуса је одсечцима ризома, што многи

истраживачи оцењују као непрактично и скупо, па је америчка биотехнолошка компанија CERES Inc. године 2007. покренула иницијативу стварања хибрида који дају клијаво семе (*Clifton-Brown et al.*, 2016).

Савремене методе у селекцији мискантуса усмерене су на добијање генотипова који би се даље размножавали семеном, из кога треба да се развију биљке генетички уједначене, како би се формирали хомогени засади. У време трјања пројекта OPTIMISC (Велика Британија) постигнут је велики напредак у оплемњивању и стварању интерспецијес хибрида. Следећи кораци у овом раду су обухватили решавање питања везаних за повећање потенцијала за производњу семена елитних интерспецијес укрштања, затим за оптимизацију густине сетве и изналагање ефикасне контроле корова у почетним фазама пораста, посебно на маргиналним земљиштима (*Clifton-Brown et al.*, 2017). Ради проширења сарадње на примени нових метода селекције укључене су колекције гермлазме у Азији, институцијама IBERS (Абериствит, Велика Британија) и Kühn-Institut (ЈКИ) (Брауншвајг, Немачка). Научни радници ових институција укључили су се у рад са колегама из Кине, Јапана и Јужне Кореје. Кључне врсте за даљи рад на селекцији скупљене су у Азији, и то *Miscanthus sinensis*, *Miscanthus sacchariflorus* и *Miscanthus floridulus*, које самоникло расту у различитим климатским условима. Током образовања нових колекција гермплазме научници су применили принципе Конвенције УН о биолошкој разноликости (CBD). Овом конвенцијом признаје се национални суверенитет над аутохтоном гермплазмом (*Clifton-Brown et al.*, 2016). Колекциони материјал самониклих врста из Азије је после периодаведеног у карантинском расаднику посађен, на неколико локалитета у Европи и САД, у различитим агроколошким условима. Одабир најбољих примерака за пожељне особине извршен је у другој и трећој години и они су укључени у поступак даљих укрштања.

Захваљујући биолошкој особини мискантуса која се огледа у самонекомпатибилности сва добијена семена укрштањем два родитеља била су униформних особина, као F₁ хибриди. Ова испитивања на пољу су омогућена производњом семена у САД. Као

и у свим програмима оплемењивања, текућа производња нових родитеља и хибрида може током година да обезбеди разноврсност производа, потребних како за интензивну, тако и за екстензивну пољопривреду, што свакако није могуће гајењем интерспецијес хибрида *Miscanthus x giganteus* (Jensen et al., 2011; Clifton-Brown et al., 2016).

Радови на оплемењивању самониклих популација *Miscanthus sinensis* су интензивирани у Јапану средином 20. века. Добијено је неколико перспективних сорти подесних за коришћење у производњи сточне хране, на пример: Yoreba, Zinodane, Nogura, Voko и Hiroba (Stewart et al., 2009).

Мискан, интерспецијес хибрид мискантуса и шећерне трске, постаје све значајнији генотип, за производњу волуминозне сточне хране (зелена биомаса, силажа и сено). Данас у свету постоји велики број ових генотипова, односно интерспецијес хибрида. Најприноснији су: ЈМ 14-09, ЈМ 14-55, ЈМ 14-72 и ЈМ 14-88. Поред велике комерцијалне вредности (квалитетна волуминозна сточна храна), ови хибриди су значајни и са еколошког становишта. Они усвајају велике количине CO₂ (фотосинтетски C4 пут) и значајно су толерантни на ниске температуре ваздуха и слабије мразеве. Толерантност на ниске температуре наследили су од родитељске компоненте мискантуса, што може бити значајно и за даља укрштања са шећерном трском, ради добијања хибрида подесних за производњу шећера и изван тропских предела (Suraj Kar et al., 2019).

Сорте трстикe. Ова вишегодишња трава припада роду *Phalaris* који до сада има описаних 22 врсте и најмање 115 подврста и екотипова. Пореклом је са простора од Евроазије и до Северне Америке, иако Galatowitsch et al., (1999) износе мишљење да је њено порекло тешко утврдити. Исти аутори истичу да домаће популације у Америци нису инвазивне, док увезене европске јесу, посебно у источним и северним пределима САД и у Канади, што потврђују и резултати истраживања која је спровео Barnes, (1999). У влажнијим пределима јужне Канаде (Велика језера и речни токови) заузеле су велике површине самониклом трстиком пореклом из Европе, која је

била врло инванзивна, а донесена је средином 1800. године (*Dore and McNeill*, 1980).

Укрштањем најперспективнијих популација европске и америчке трстике 1970-их добијене су прве неинвазивне сорте: Common, Rise и Vantage (*Hall*, 1993). Међутим, нису се прошириле у производњи сточне хране, јер је биомаса имала велике количине штетних алкалоида. Тек после 1976. године појављују се сорте: Palaton, Marathon и Venture, које су припадале групи „слатких“, због значајно смањеног процента алкалоида. У огледима, а касније и у производњи у Пенсилванији показале су врло добре производне особине и оцењене као значајан извор хране за домаће животиње (*Hall*, 1993). Са биолошког становишта оцењене су као неинванзивне. Ове сорте су подесне за гајење и као енергетски усеви, уз могућност коришћења биомасе за добијање чврстих горива (пелети, брикети или пресоване бале), за ложење у малим и великим котловским постројењима.

Поред крмних сорти интересантне су за гајење и украсне, које се све више користе за декорисање већих парковских површина, затим цветних жардињера око привредних и спортских објеката, пословних простора и окућница. Декоративну вредност овим сортама дају листови који могу да буду различито обојени, као и да мењају боју са старашћу, или променом услова спољне средине. Лисна маса се развија рано у пролеће и у топлијим пределима се задржава и током зиме, мењајући боју. Најпознатије сорте украсне трстике су: Castor, Feeseey, Luteopicta, Picta и друге.

7.5. СЕТВА (САДЊА)

Овој сложеној агротехничкој мери треба посветити максималну пажњу, како по времену, тако и по квалитету обављених радова. Она има велики утицај на целокупан производни циклус, јер су ове врсте вишегодишњи усеви. Под појмом сетва подразумевамо следеће радне активности:

- Избор квалитетног семена или садног материјала,
- Припрема семена (садница) за сетву или садњу,
- Време сетве, садње,
- Густина сетве (садње),
- Количина семена (садног материјала) за сетву или садњу,
- Начини сетве или садње и
- Дубина сетве или садње.

За сетву, односно садњу треба користити чист сортни материјал (семе или одсечци ризома), без биолошких примеса и механичких нечистоћа, уједначене масе и крупноће и добре клијавости (90-100%). Целокупна припрема семена (садница) почиње већ после бербе (вађења) и одвија се у специјализованим лабораторијама овлашћених предузећа за производњу и дистрибуцију семена и садног материјала.

Семенска роба, која испуњава стандарде семенског материјала, пре сетве (садње) дезинфикује се, против паразита, узрочника обољења у почетним фазама растења биљака. Ова мера припреме може се обавити у поменутиим семенарским кућама или на имању, непосредно пре сетве или садње. Дезинфекција се најчешће изводи хемијским мерама, односно третирањем хемијским препаратима фунгицидима. Могу се користити превентивни препарати или комбинације са системицима, у циљу ефикасније заштите семена и садног материјала, али и биљака у почетним фенолошким фазама. Превентивни фунгициди су: бакарни сулфат, цинеб, фолпет, каптан, манкозеп и тирам, а системици су: дифеноконазол, ипродион, флудиоксонил, карбоксин, металаксил-М, тебуконазол или тиабендозал. Најчешће комбинације несистемика и системика су: Apron XL 350-ES, Dividend star 036-FS, Maxim XL 035-FS, Vitavax-200 FF, Vincit-F, Temetid super и тако даље.

Осим хемијске методе дезинфекција се изводи термичком методом, која подразумева третирање топлом водом или струјом врућег ваздуха. Примењује се само за дезинфекцију мањих количина семенског материјала.

Савременија метода дезинфекције, која је прихваћена и у органској производњи хране је биофизичка РИЕС (резонантно импулсна електромагнетна стимулација или е-третирање). Семе и садни материјал се излажу снопу нискоенергетских електрона, који се крећу од катоде ка аноди и при том својом кинетичком енергијом уништавају егзогене паразите. За овај начин дезинфекције семена користе се апаратуре које треба да имају извор електричне енергије и уређај за хлађење семена и које се могу лако интегрисати у различите линије за дораду семена. У односу на хемијске мере предности ове биофизичке методе дезинфекције су следеће: искључује се потреба за куповином великих количина скувих пестицида, нема здравствене опасности за раднике од токсичне прашине, предност са гледишта заштите човекове околине уопште, искључена је могућност да патогени постану резистентни према појединим пестицидима, семенски и садни материјал на овакав начин може се третирати и по пријему у складиште, непотрошено семе и садни материјал су здравствено исправни и могу се употребити у исхрани људи и домаћих животиња. Међутим, поред бројних предности, овом методом не обезбеђује се заштита усева од патогена који се налазе у земљишту.

У оквиру припреме семена или садница за сетву (садњу) постоје и различите методе за убрзано и уједначено клијање, као што су скарификација (механичка, термална или хемијска) с циљем да се активирају клице у дормантним семенима, размекшу чврсти омотачи како би се клица лакше пробила и почело формирање стабаоцета и коренова, затим третирање семена и ризома микроелементима, средствима за боље упијање воде и хормонима раста неопходних за брже и уједначеније ницање биљака.

Оптимално време сетве одређују топлотни услови, као и водно-ваздушне особине сетвеног слоја земљишта. За семена и вегетативне одсечке већине биљака оптимална температура за растење клице или пупољчића је 25°C, а оптимална влажност средине око 80% од максималног водног капацитета. Ови процеси су аеробни, тако да је неопходно присуство кисеоника у сетвеном слоју. Високе траве су усеви пролећне и/или јесење сетве (садње). Ова радна

операција се врло ретко обавља у оптималним условима, већ у време кад изникле биљке имају потребно време за свој почетни пораст и припрему за генеративне фенолошке фазе или за зимско мировање. Према томе, најповољније време за сетву (садњу) је кад су вредности абиотичких чинилаца изнад минималних вредности, али што ближе оптималним. Овај временски период у пољопривредној пракси назива се условно-оптимално време сетве. Уколико су неопходни абиотички чиниоци ближи оптималним вредностима семе и саднице ће брже и уједначеније образовати коренове и надземна стабла. Правилно развијени усеви скупиће током вегетационе сезоне више хранљивих супстанци које ће се у јесен преместити у подземне органе. Тако формирану усеви биће толерантнији на зимске мразеве.

Правилно одређеном количином семена (бројем ризома) може се обезбедити оптималан број биљака по јединици површине. На ову вредност утичу бројни чиниоци, а то су: клијавост изражена у проценти; затим интензитет бокорења врсте (сортe), односно време потребно да се покрије међуредни простор, јер ови усеви се гаје као густе, без већих међуредних растојања; осетљивост биљака на полагање; начин и времена сетве; квалитет предсетвене припреме земљишта и планирана густина усева (засада). Количина семена за сетву може се израчунати помоћу једначине:

$$КС = А \times Т : УВ \times 100 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)}, \text{ где су}$$

КС - количина семена (kg),

А - број клијавих семена по хектару,

Т - маса 1.000 семена, односно маса једног семена у kg,

УВ - употребна вредност семена (%).

$$УВ = Кл \times ч : 100 \text{ (%)}, \text{ где су}$$

Кл = клијавост семена (%),

ч = чистоћа семена (%).

Сетва, садња на великим површинама обавља се у редове врстачним (житним) сејалицама ускоредно, односно садилицама широкоредно, зависно од врсте.

Дубина сетве зависи од типа земљишта, влажности сетвеног слоја, времена, крупноће семена (садница) и топлотних услова. На

лаким и сувљим земљиштима сетва ситног семена у оптималном року је на дубину до 1-3 cm, док се садња ризома изводи на дубину 10-15 cm, односно да горњи део саднице буде покривен слојем земље од око 5 cm. Уколико је сетва изведена у суво земљиште, а сејалице немају ваљчиће, површину би требало поваљати лаким глатким ваљцима. На мањим површинама сетва или садња обављају се ручно, и то сетва омашке, а садња тако да се претходно обележе места за ручно копање јамица.

Висока пиревина по времену сетве може бити пролећни или озими усев. Пролећну сетву треба обавити што раније, чим услови спољне средине дозволе. У нижим пределима умерене континенталне климе сетва је током марта и до почетка априла и практикује се на земљиштима тежег механичког састава. На лакшим песковитим земљиштима сетва се изводи у октобру, а ако постоји могућност наводњавања може се обавити и раније, у августу или у септембру.

Уколико се гаји ради надземне биомасе сетва високе пиревине је густа као и осталих правих жита, док се за комбиновано коришћење (зрно и надземна биомаса) сеје на међуредно растојање око 70 cm. У периоду коришћења ради производње зрна (5-10 година) овај простор се међуредним култиваторима одржава чист, без корова и ширења високе пиревине ризомима изван редова. Уколико се не би одржавало растојање између редова приноси зрна брзо би опадали, услед превелике густине усева, са танким полегљивим стаблима и са малим, слабо развијеним класовима. Зрно, иако је ситније од пшеничног, може послужити за добијање брашна и користити се у пекарској индустрији (*Anonutous, 2007*).

Висока пиревина се најчешће сеје сејалицама. За густу сетву користе се пнеуматске житне сејалице, а за сетву на већем међуредном растојању широкоредне, којима се сеју кукуруз, сунцокрет и други ратарски усеви.

Дубину сетве одређују механички састав земљишта, квалитет обављене предсетвене припреме, топлотни услови и влажност сетвеног слоја. Ова вредност је 1,2-2,5 cm, плића је на боље припремљеном и растреситом земљишту (*Liu and Wang, 2010*).

Количина семена зависи од његове клијавости и чистоће, затим од квалитета припреме земљишта, времена сетве, услова спољне средине и да ли се гаји као чист усев или у смешама (*Wagoner and Schauer*, 1988). Количина семена за сетву чистог усева на добро припремљеном земљишту коју препоручује *Duke*, (1983) је 9-13 kg ha⁻¹. *Wagoner and Schauer*, (1988) на основу резултата истраживања, предлажу за густу сетву 10 kg ha⁻¹ семена, а за широкоредну 5-6 kg ha⁻¹. Уколико се сеју смеше удео семена одређује се према планираном односу врста у смеси и аутори истичу као најбољи међуусев белу детелину. Да би се поспешило клијање семена и ницање биљака оно се пре сетве може наквасити и третирати препаратима биостимулаторима и микроелементима. Добар усев добиће се квалитетно изведеном правовременом сетвом и уједначеним ницањем биљака.

Висока пиревина се може размножавати (умножавати) и одсечцима ризома који се по један постављају у саксију, а произведени расад износи на поље. Овај начин садње се примењује у селекцији ради одржавања генетичке чистоће линија.

Преријско просо је усев пролећне сетве, слично као и обично просо (*Каљакин*, 2016; *Ђурић и сар.* 2019а). Оптимално време за сетву је кад се земљиште загреје на температуру изнад 12°C и прође опасност од јачих пролећних мразева (*Establishing*, 2008). Ранијом сетвом постиже се брже и уједначеније ницање биљака због повољнијег водног режима. Добро развијен усев, са мноштвом ризома и добро развијеним кореновима током вегетационе сезоне, боље ће презимети и на јачим мразевима. Према резултатима које наводи *Wolf*, (2009) крајњи рок за сетву преријског проса у условима природног водног режима је 15-20 дана после сетве кукуруза, а најкасније до краја прве декаде јуна, уз заливање површине после сетве. У систему конвенционалне обраде сетва је на претходно добро припремљеном и незакоровљеном земљишту, ако је циљ производње добијање високих приноса биомасе (или зрна) за потребе исхране домаћих животиња или у енергетске сврхе. Кад се преријско просо гаји као покровни усев или за конзервацију земљишта, сетва је у минимално обрађено или необрађено земљиште (*Establishing*, 2008).

Преријско просо се најчешће гаји као чист усев, али за потребе исхране домаћих животиња могу се формирати и различите смеше са лептирњачама и другим вишегодишњим травама.

Оптимална густина усева постиже се сетвом у редове и на међуредно растојање 18-25 cm, односно са 30 клијавих семена по m². Густина је слична као и код обичног проса за производњу зрна.

Количина семена потребна за сетву зависи од неколико чинилаца, а то су: степен припреме земљишта, квалитет семена (клијавост и чистоћа), начин дораде семена (квашење и стратификација), време сетве, тип сејалице и циљ производње преријског проса (*Ђурић и сар.* 2015). Пре сетве семе би требало ставити у шупљикаве пластичне вреће и потопити у хладну воду око 24 часа. После потапања вреће се ваде из воде, обесе на хладно место и држе 24 часа да се навлажено семе оцеди (*Zanetti et al.*, 2019).

На добро припремљеном земљишту оптимална густина усева и повољан распоред биљака у простору постиже се сетвом квалитетним пнеуматским сејалицама. За сетву треба 4-5 kg ha⁻¹ семена високе клијавости (изнад 90%). На необрађеном или минимално обрађеном земљишту потребно је 8-10 kg ha⁻¹ (*Switchgrass*, 2006). После соје или кукуруза, као предусаева, сетва може да се обави и без допунске обраде врстачним сејалицама, које точковима за улагање треба да положи семе на дубину око један центиметар и да га благо сабију. Најбоље резултати постижу се коришћењем сејалица за сетву ситног семена поврћа, луцерке или детелина.

Дубина сетве има важну улогу у динамици ницања и почетним фазама пораста биљака. Семе је врло ситно и оптимална дубина сетве је 0,6-1,2 cm, односно до 2 cm на песковитом и на земљишту исушеног површинског слоја. Уколико сејалице немају ваљчиће, површину би после сетве требало поваљати глатким ваљцима, ради бољег успостављања контакта семена са влажношћу земљишта. Осим тога, благим сабијањем површине спречава се испирање сетвеног покривача после обилнијих падавина, или наношење у редове сетве вишкова земље са међуредних простора. У оптималним условима

влажности и топлоте сетвеног слоја клијање и ницање ће наступити за 5-7 дана после сетве.

Преријско просо се може произвести и садњом ризома у саксије. Судови за садњу се постављају у расадник на осунчаном месту. После пуњења компостом и стављања саднице на половину дубине све то се добро залије и покрије, да се маса не исуши. Надземна стабла ће се појавити у времену од недељу дана. Добро развијен расад износи се на отворено поље и расађује по облачном времену или у каснијим поподневним часовима. Овај начин размножавања користи се у циљу чувања генотипова који су интересантни за даљи оплемењивачки рад везан са стварање нових сорти, као и на непољопривредним декоративним површинама (паркови, окућнице и тако даље).

Шпанска трска се искључиво размножава вегетативним путем, и то коришћењем делова надземних стабала (ређе) и садњом одсецака ризома. Сетва семеном, генотипова који дају семе, је у контејнерима и изводи се током пролећа, или почетком лета. Добијени расад се износи на поље крајем лета. Овај начин производње примењује се у циљу стварања нових генотипова шпанске трске. Садња се изводи у пролеће (април), на површини која је претходно припремљена тањирачама, дрљачама, или ротокултиваторима и уз употребу НПК минералних хранива према плодности земљишта (*Nassi et al.*, 2010). Оптимална густина засада постиже се садњом 12.500-20.000 ризома по хектару, просечне дужине 10-15 cm, са два или више коленаца. Дубина садње је 10-20 cm. За дубљу садњу треба се одредити ако је површински слој делимично исушен, али се већи ефекти у брзини и уједначености ницања биљака постижу заливањем после садње. На малим површинама садња се изводи ручно у претходно ископане јамице, на метар међуредног растојања и 50-80 cm у реду (величина вегетационог простора 50-80 cm²), док се на већи изводи садилицама, на приближно иста растојања између редова и у редовима. У целокупном процесу гајења шпанске трске највећа ставка у трошковима производње садња је највећа ставка, али се она брзо исплати значајно већим приносима биомасе него у осталих

енергетских усева. Такође је значајно истаћи да се једном засађен усев, може користити, без смањења годишњег приноса биомасе 20-25 година.

При одређивању површина за гајење шпанске трске важно је знати да је она врло инванзиван коров и врло дугим ризомима лако се шири на остале површине. Стога треба изабрати подручја на којима се може успешно гајити, а то су влажнија подручја поред река, канала, бара и других стајаћих вода, односно што даље од површина предвиђених за пољопривредну производњу. Уколико би се засади заснивали и поред пољопривредних земљишта, неопходно је праћење ширења биљака током године и њихово уклањање са ових површина механичким методама или употребом тоталних хербицида.

Мискантус се, како истичу *Xue et al.*, (2015) може размножавати вегетативно и генеративно, наводећи неколико следећих начина:

- Макропропагацијом, односно директном садњом ризома произведених у матичном пољу, или садницама добијеним из ризома претходно посађених у расаднику;
- Директном производњом из семена или расадом, добијеним из семена посејаног у судовима у заштићеном простору;
- Микропропагацијом (ова савремена метода користи се ради добијања већег броја нових јединки из једне матичне биљке. Основа овог поступка је систем културе ткива, када се ћелије узете из малог биљног материјала размножавају на вештачкој подлози, дајући нову једнику).

Данас је у широкој комерцијалној производњи још увек најзаступљенији начин директне садње одсечака ризома просечне дужине 10-15 cm, са два до три коленца, из којих ће се у фенолошкој фази ницања развити адвентивни коренови и адвентивна надземна стабла (*Dželetović and Glamoclija*, 2015).

У нашим агроеколошким условима оптимално време за садњу ризома је месец април, односно кад се земљиште у слоју садње загреје на 8-10°C и смањи ризик од каснијих пролећних мразева. Постоје и мишљења да би се ризоми могли садити и у јесен, како би се током зиме боље адаптирали на услове земљишта, па би пре почео пролећни

пораст биљака (*Djuric and Glamoclija, 2017*). Садња се изводи у земљиште које је претходно припремљено пољопривредним машинама за уситњавање површинског слоја, на пример сетвоспремачима, ротофрезама или дрљачама. У систему интензивне производње припрема се целокупна површина, а заснивањем засада на маргиналним земљиштима могу се ручно обрадити само места садње, док се околни простор третира тоталним хербицидима (*Glamoclija i sar. 2008*). За садњу се могу користити и ризоми из засада у комерцијалној производњи. Пре вађења ризоми се у земљи исецају ротационим копачицама, а затим изваде универзалним вадилницама за коренасто-кртоласте биљке. Пре садње изврши се припрема садног материјала, чишћењем од земље, затим преглед његовог здравственог стања и сецкање, на оптималну дужину за садњу.

На малим површинама, као и на специфичним теренима садња ризома изводи се ручно, тако што се на претходно обележеним местима ашовом ископају јамице. Ризоми се постављају у јамицу и покривају слојем растресите земље који у горњем делу треба да буде око 10 cm и затим се благо сабију. Садња на већим површинама и на равним њивама изводи се садилицама за кромпир, уз напомену да постоје и специјално конструисане садилице за ризома мискантуса. Садња се овим садилица-ма може извести врло прецизно кад су у питању дубина и распоред биљака у реду (*Целетовић и сар. 2009; Ђурић и сар. 2015*). За прецизан рад садилице неопходно је користити ризомске одсечке уједначене дужине. За мискантус је најбоља дворедна садилица, која ризома сади у бразде претходно отворене раоницима. Садилица са сандуком капацитета до пет тона садног материјала за један час може посадити 0,3-0,5 ha површине, дневно око четири хектара, уз ангажовање само једног радника. Дубина садње има значајну улогу у каснијем порасту кореновог система и надземних стабала, као и толерантности биљака на мразеве (*Гламочлија и сар. 2015*). Оптимална дубина садње постиже се ако су ризоми загрнути слојем земље 10-12 cm, док се у хладнијим пределима препоручује и садња на дубину до 20 cm. Ризоми се, након постављања у дно бразде, загрћу дрљачама. Уколико је површински

слој исушен, њиву би требало поваљати глатким или ребрастим ваљцима, ради благог сабијања земље и успостављања бољег контакта ризома са земљиштем (*Maksimović et al.*, 2016). При одређивању густине садње треба узети у обзир ширење биљака у току животног циклуса засада. Оптимална густина засада постиже се садњом 15.000-20.000 ризома по хектару. Кад се за садњу користе ризомски одсечци мањи од стандардних димензија (10-15 cm) количину треба повећати на 22.000-25.000 да би се надокнадило слабије ницање биљака (*Heaton et al.*, 2010; *Ђурић и сар.* 2015). Проучавајући утицај густине садње (1-4 ризома по m²) на принос биомасе мискантуса *Lewandowski and Clifton-Brown*, (2000) закључују да гушћа садња има предност само у почетним годинама растења, али не и касније, кад се биљке снажно избокове, тако да се трошкови гушће садње не могу надокнадити већим приносом у почетним годинама коришћења мискантуса. Како наводе *Lee et al.*, (2014) за садњу на растојање 76 cm x 76 cm потребно је 17.200 ризома и овај вегетациони простор оптималан је за ширење биљака и за рад пољопривредне механизације која се примењује на Универзитету у Илиноису. У великим почетним густинама садње (4 ризома по m²) у наредним годинама велики број биљака нестаје, као резултат оштре конкуренције за храном и светлошћу. Ова чињеница указује да је значајно одредити се за густину садње, како са економске, тако и са агрономске тачке гледишта. Као најподеснију густину садње од 2 ризома по m², *Lewandowski et al.*, (2000) препоручују за производњу мискантуса као биоенергента. Проучавајући утицај густине садње (два или три ризома по m²) на принос биомасе, *Dželetović et al.*, (2012) и *Максимовић*, (2016) закључују да у нашим агроколошким условима на оптималан број биљака по јединици површине значајно утичу хемијске и физичке особине земљишта. Наведени аутори препоручују гушћу садњу на земљишту богатом органском супстанцом и тежег механичког састава, а ређу на лакшем, структурном земљишту.

Засад мискантуса може се засновати и садњом, претходно произведеног расада из ожиљених ризома или из семена. За овај начин садње расад се производи у судовима који се постављају у

топле леје и износи на поље кад се биљке добро ожиле и формирају два до три листа, висине 20-30 cm. Садња се обавља ручно или садилицима за поврће (дуван). Предности овог начина заснивања засада је добар распоред, без празних места услед изостанка формирања биљака из појединих ризома, као и бржи и уједначенији почетни пораст усева. Заснивање расадом има велику предност кад треба засад мискантуса засновати на маргиналним земљиштима. *Xie et al.*, (2015) препоручују постављање пластичне фолије преко расађених биљака како би се ублажиле последице изазване стресом ниских температура и суше.

Ширењем производње мискантуса као енергетског усева потребе у садном материјалу су све веће. Већина научника мишљења је да је садња ризома скупа почетна инвестиција и све више се проучавају начини заснивања засада семеном. За овај начин производње потребни су нови генотипови, који у F₁ генерацији дају плодно семе. Произведено семе се посеје у стакленику 6-8 недеља пре изношења расада на отворено поље. Расад у априлу доспева за расађивање. У умереном климатском појасу расађене биљке се покривају фолијом, тако да се она може обавити и раније, почетком априла. Предност раније садње је у бржем формирању усева у првој години и бољој припреми биљака за зиму. Овакав начин заснивања засада постаје интересантан, како у западној Европи, тако и у САД, као и на Далеком истоку, где се интензивно ради на стварању нових генотипова мискантуса (*Clifton-Brown et al.*, 2017).

Трстика је вишегодишњи усев који се комерцијално заснива сетвом семена. Сетва се може извести раније у пролеће, или крајем лета и почетком јесени (септембар), ако су повољни услови влажности. У условима природног водног режима пролећна сетва је сигурнија, због повољнијих услова влажности земљишта. Предности јесење сетве су у ефикаснијем сузбијању корова и бољој припреми биљака за зимске услове, што омогућује бржи пролећни пораст усева.

За сетву се користи сортно чисто семе клијавости изнад 80%. Семе се одликује израженим степеном дормантности и пре употребе за сетву треба га скарификовати у лабораторији, адекватним хемијским препаратима (*Vose*, 1962).

Трстика се гаји гао густ усев и сетва је врстачним сејалицама адаптираним за ситно семе. Кад се гаји као чист усев за прецизну сетву потребно је 12-14 kg ha⁻¹ семена, а за сетву у смешама 6-8 kg ha⁻¹ семена. У смешама се гаји најчешће са неком врстом из породице лептирњача, а добијена биомаса служи за производњу сточне хране. Уколико се сетва изводи мање подесним сејалицама количину семена би требало повећати на, око 20 kg ha⁻¹, уз обавезно ваљање површине ребрастим ваљцима (Lord, 2015). Семе се сеје на дубину 1-1,5 cm. Стога је важно обавити квалитетну предсетвену припрему земљишта. Дубља сетва није пресудна, јер на енергију клијања семена важну улогу има и светлост која делимично продире у плитки сетвени слој (Hall, 1993).

На малим површинама, на којима се трстика гаји као украсна биљка, заснивање усева изводи се садњом претходно произведеног расада или ризомима. Овај начин формирања усева примењује се и кад се умножавају клонови који ће послужити за даљи оплемењивачки рад.

7.6. НЕГА И ЗАШТИТА УСЕВА (ЗАСАДА)

Према времену извођења мере неге и заштите подељене су на пролећне, летње јесење и зимске (Ђурић и сар. 2015). У усевима (засадима) пролећног рока сетве или садње изводи се ваљање површине, да би се убрзао контакт семена и влажности земљишта. Следећа операција је дрљање лаким дрљачама, ради сузбија покорнице, која омета уједначено ницање биљака. Наводњавање целе површине или места садње вегетативних одсечака или расада, је врло значајна мера неге, којом се убрзавају процеси клијања семена и ницања биљака. Међуредним култивирањем у широкоредним усевима одржава се простор између редова растресит и незакоровљен. Прихрањивање усева у почетним фенолошким фазама је значајна мера неге, посебно ако су они засновани на јако сиромашним и маргиналним земљиштима.

Летње мере неге подразумевају одржавање у години заснивања незакоровљеног међуредног простора култивирањем, или окопавањем усева, наводњавање и по потреби, прихрањивање, на пример фолијарно.

Јесење мере неге су наставак припреме усева за зиму. У хладнијим пределима за заштиту биљака од зиме усеви се могу покрити малчем, или задржавањем биљних остатака на њиви после бербе (косидбе).

Током зиме усеви могу страдати услед сувишне воде која остаје на површини, затим од ледене коре, или дебелог снежног покривача, посебно врсте које не подносе сувишну влажност зоне кореновог система. Како се биљке не би угушиле у сувише влажној средини услед недостатка кисеоника, неопходно је одвести сувишну воду, разбити ледену кору и сабити висок снежни покривач. За испуштање воде треба прокопати каналиће, да би она истицала ван усева у канале око парцела. За сузбијање ледене коре и високог снежног покривача могу послужити ваљци и дрљаче, или се то изводи ручно. У наредној години у раном пролећном периоду ваљањем глатким ваљцима спречава се чупање биљака, које настаје услед издизања (подлубљивања) сувише влажног површинског слоја земљишта. Рано пролећно прихрањивање усева азотом или са сва три главна асимилатива (НПК) је важна агротехничка мера, која се изводи по сувом, залеђеном, или снегом покривеном земљишту коришћењем расипача за минерална хранива или ручно.

Заштита усева (засада) обухвата мере борбе и заштите против корова, штеточина и паразита, како током вегетационог периода, тако и за време чувања производа у складиштима (*Гламочлија и сар.* 2015).

Сузбијање корова у усевима је комплексно агротехничко питање, које се у савременој пољопривредној производњи решава применом индиректних и директних мера борбе. Индиректне мере обухватају све превентивне методе сузбијања корова, а то су спречавање да се семе корова донесе са других њива и непољопривредних површина. У методе агрофитоценолошког сузбијања корова убрајамо и гајење усева у оптималној густини (без

празних места), како би они својом лисном масом добро покрили међуредни простор и спречили појаву корова. Ускоредни усеви, посебно ако су засновани јесењом сетвом, одликују се врло конкурентном способношћу према већини коровских врста. Директне (непосредне) мере обухватају неколико начина сузбијања корова, а то су: агротехничке методе, биолошке, физичке, као и хемијске које су далеко најефикасније.

Под агротехничким мерама борбе подразумевамо гајење у плодореду. Заснивањем вишегодишњег усева (засада) после несродних биљака различитог вегетационог периода механички се прекидају животни циклуси корова и спречава образовање семена, што значајно умањује њихову бројност.

Биолошке методе борбе против корова могу бити индиректне и директне. Индиректни начин биолошке заштите усева од корова је правилна сетва или садња (расађивање), којом се постиже оптималан распоред семена (садница) и уједначено ницање биљака, које ће што пре својом биомасом прекрити међуредни простор. Директне биолошке мере подразумевају употребу препарата са биолошким агенсима, који угрожавају животне функције и успоравају пораст појединих корова. Ова метода сузбијања корова има значајну улогу у еколошкој (органској) пољопривредној производњи.

Физичке (механичке) мере су различити начини обраде земљишта (основна, допунска и предсетвена), којима се корови уништавају директно. Механичко уништавање корова изводи се током вегетационог периода култивирањем, окопавањем и чупањем корова из усева.

Најефикасније мере за директно сузбијање корова у усеву (засаду) су употреба хемијских препарата хербицида (фитонцида), који по хемијском саставу могу бити органска или неорганска једињења. За сузбијање корова током припреме земљишта за заснивање усева, као и касније у усеву користи се велики број тоталних и селективних хербицида. Ради повећања ефикасности у сузбијању ширег спектра корова често се користе 2-3 хербицида. Корови се у вишегодишњим усевима високих трава сузбијају пре сетве (садње), затим у почетним фазама ницања, током вегетационог

периода или у предзимском периоду. Хербицидни препарати за заштиту од корова примењују се прскањем површине пре обраде земљишта, затим после сетве (садње) или фолијарно, односно кад су усеви у фази бокорења а корови у почетним фазама растења. Уколико се укаже потреба за сузбијањем корова у усеву током јесени, најбоље је хербициде унети у земљиште пре озиме сетве, или третирају површину после сетве. За сузбијање корова користе се тракторске прскалице уз утрошак воде 300-400 литара по хектару (*Гламочлија и сар*. 2015). На мањим површинама хемијска заштита се може извести и ручним прскалицама. У широкоредним усевима (засадима) коришћењем ручних прскалица третира се површина око биљака (бокора), док се међуредни простор обрађује ротокултиваторима или се окопава. Заштита усева од узрочника болести започиње третирањем семена или садног материјала још пре сетве (садње). Хемијско третирање пружа најефикаснију заштиту, али има и одређених недостатака. Пре свега, то су резистентност патогена на хемијске препарате. Стога је неопходно стално изналажење комбинација фунгицидних препарата који имају јаче деловање на патогене организме. Методе алтернативне дезинфекције могу се применити и у заштити семенског и садног материјала високих трава. У току вегетационог периода на биљкама паразитирају бројне патогене гљиве и бактерије. Заштита усева од наведених патогена изводи се уклањањем заражених биљака и спаљивањем, али су најефикаснији пестициди (претежно фунгициди несистемици и системици). Да бисмо повећали ефикасности деловања фунгицида на патогене користимо њихове комбинације, на пример: Alto combi-20, Alert-S, Bayleton EC-125, Folicur BT EC-225 (tebukonazol+tradicofen), Punch, Iact-C, Sapro, Sportak 45-EC, Tango, Tilt CB и друге. Третирање усева може се извести превентивно (ако постоји могућност заражавања) или у време напада патогених микроорганизама, кад се процени да би они могли угрозити несметан пораст високих трава. Третирање фунгицидима је тракторским прскалицама или ручно, ако се заштита изводи локално. Поред директне хемијске заштите семена или садница и усева, ефикасна заштита постиже се правилним избором плодореда, затим гајење

сорти толерантних на поједине патогене гљиве, појачана исхрана биљака главним елементима: азотом, фосфором и калијумом и уклањање оболелих биљака.

Усеве током вегетационог периода и готове производе у складиштима напада одређени број штеточина, инсеката и глодара. Ефикасна заштита постиже се праћењем појаве и животног циклуса штеточина и интервенција у време кад постоји опасност од узроковања веће штете.

Против земљишних штеточина грчица (ларви гундеља), жичњака (ларви скочибуба) и ларви подгризајућих совица усеви се у години заснивања могу заштитити употребом гранулованих земљишних инсектицидних препарата Galition-G, Furadan 350-F, Lannate methomyl, Posse 25-EC или Volaton-G 5 пре сетве (садње) или истовремено, а најбољи начин је да се обави дезинсекција материјала за сетву (садњу). За заштиту од наведених штеточина опредељујемо се само ако анализе узорака земље укажу на повећану бројност инсеката. Већу штету инсекти наносе усевима пролећног рока сетве, него озимим. Инсекти могу угрозити и усеве током вегетационог периода хранећи се њиховим надземним, али и подземним органима. На биљкама се могу појавити биљне ваши *Aphideae*, житна пијавица *Oulema melanopus*, бауљар *Zabrus tenebroides* и житне стенице *Eurigaster sp.* У случају интензивнијег напада инсеката усеви се прскају инсектицидиним препаратима: Galition-G, Furadan 350-F, Lannate methomyl, Posse 25-EC, Volaton-G 5 или неким другим. Заштита усева од инсеката изводи се на целој површини самоходним или тракторским прскалицама или ручним локално, односно третирањем само нападнутих биљака.

За сузбијање штетних глодара користе се препарати родентициди, цинкфосфид, фонат, куматетралил или антикоагулант варфарин, који се помешају са храном (отровни мамци). Мамци се током јесени и зиме сипају у отворене јаме глодара запажене у усевима. Против глодара у складиштима најефикаснију заштиту пружа квалитетан и чврст грађевински материјал, због ограничене употребе родентицида у затвореним објектима. Дератизација у

складиштима треба врло стручно да се изведе, како би се спречиле штетне последице. У савременим складиштима примењују се и различити еколошки системи заштите који подразумевају употребу разних замки за глодаре. Поред глодара у складиштима се могу појавити и различити мољци који нападају зрно. Сузбијање се изводи фумигацијом, односно третирањем робе инсектицидима: алуминијумфосфид (Gastoksin), метилбромид (Haltox), цијановодоничне киселине HCN (Zyklon), дихлорвос (Varona) и другим.

Висока пиревина је врста која током вишегодишњег живота својом густином и великом биомасом одлично сузбија корове. Такође је високотолерантна према инсектима и узрочницима болести.

У години заснивања усева висока пиревина услед спорог почетног пораста није конкурентна са коровима. Уколико се усев заснива на земљиштима која претходних година нису коришћена за пољопривредну производњу неопходно је да се самоникла вегетација уништи тоталним хербицидима. *Trammell*, (2019) наглашава да би после обраде земљишта машинама скарифikatorима, требало сачекати падавине како би се развио што већи број корова. За уништавање ових корова аутор препоручује хербицид глифосат. У пределима у којима се масовно појављује једногодишњи морски јечам (*Hordeum marinum* Huds.) сузбијање овог корова изводи се прскањем тоталним хербицидима. Заштиту треба обавити у периоду пре појаве биљака високе пиревине, како у години сетве, тако и у наредним годинама. Како се у години сетве почетне фенолошке фазе одвијају успорено, заштита усева од корова има важну улогу у даљем порасту и развићу биљака. *Liu and Wang*, (2010) закључују да у почетним фенолошким фазама високе пиревине (4-6 листова) широколисне корове треба сузбити хербицидним препаратима на бази 2,4-D, затим косидбом док су корови у фази цветања. Истовремено, испашу или косидбу пожељно је одложити, док се усев добро не развије и биљке покрију међуредни простор.

Према резултатима до којих су дошли научници Медитеранског центра за биодиверзитет, сорте високе пиревине добијене селекцијом самониклих клонова увезених из Русије 1932.

године веома су толерантне, између осталог, на лисне рђе и вирусе, а мали број инсеката се храни њиховом надземном биомасом. Међутим, проучавања која је у САД извео *Duke*, (1983) на биљкама су запажене патогене гљиве, као и вирус мозаика *Agropyron streak*, али нису узроковали значајнија обољења. Висока толерантност према патогенима и инсектима појачана је после укрштања самониклих форми са врстама пшенице. Стога је, како наводе *Borrajo et al.*, (2018) у Аргентини производња проширена у неколико различитих климатских подручја.

Преријско просо после сетве има брз почетни пораст и прекрива међуредни простор, тако својом биомасом спречава ницање корова. Уколико се они и појаве у мањем проценту, својим учешћем неће умањити квалитет биомасе као сточне хране, или биоенергента. Неки аутори препоручују и повремену употребу хербицида у усевима у каснијим годинама пораста. Тако се широколисни корови могу сузбити употребом препарата на бази хербицида 2,4-D (око 2,5 kg ha⁻¹). Третирање се изводи у ранијим фазама пораста корова. Поред употребе хормонских хербицида, у случајевима велике закоровљености усева могу се користити и тотални, само у периоду мировања преријског проса. Ефикасан начин сузбијања корова у години заснивања усева је косидба корова изнад преријског проса, које је још у почетним фенофазама (*Establishing*, 2008).

Како у својим истраживањима наводе *Wolf and Fiske*, (2008) на преријском просу инсекти и патогене гљиве не могу узроковати веће штете, па се хемијска заштита не примењује.

Шпанска трска која се развија из ризома има интензиван и уједначен пораст, веома брзо покривајући цео међуредни простор, тако да је конкурентна свим коровима (*Boose and Holt*, 1999). С друге стране *Dudley*, (2000) наглашава да неодговарајућом технологијом производње ове биљне врсте, шпанска трска постаје врло штетан коров на обрадивим површинама Калифорније.

Како наводи *Bell*, (1997) шпанска трска због обиља својих одбрамбених хемијских једињења одбија инсекте, као и већину племените дивљачи, која се храни пасући траву. И поред тога постоји неколико инсеката са медитеранског подручја који се хране

листовима шпанске трске, на пример тршчана оса и мува (*Tetramesa romana* и *Rhizaspidiotus donacis*), као и штитасте ваши (*Cryptonevra sp.*). У данашње време ови инсекти су регистровани као агенси биолошке контроле шпанске трске (*Liu and Phillips, 2006*).

Од обољења које узокују гљиве до сада су на биљкама регистровани: трулеж корена, рђа метлице и листова, али ниједна није значајно утицала на умањење животне сподобности биљака (*Bell, 1997*).

Мискантус је у години заснивања веома осетљив на корове, јер је садња ове биљне врсте на велика међуредна растојања. Диверзитет коровских врста, који се може очекивати, зависи од начина коришћења земљишта пре заснивања засада, затим од агроеколошких услова, резерви семена у земљишту предвиђеном за садњу али и суседних површина (*Максимовић, 2016*). Тип земљишта на ком се заснива засад мискантуса имаће велики утицај на појаву корова. Тако је коровска заједница на земљишту тежег механичког састава разноврснија него на лакшем типу земљишта. Опште је познато да високи потенцијал родности мискантуса, може бити редукован појавом корова у засаду. Због успореног почетног пораста и продуженог периода заснивања усева, у години садње мискантус није конкурентан (*Целетовић и сар. 2013; Максимовић, 2016*). Разлози за појачану закоровљеност засада у првој години су мала густине садње и непољопривредна, запуштена и девастирана земљишта на којима се заснива производња. У таквим условима, коровске врсте лако могу да искористе унесене биљне асимилативе, затим воду, светлост и велики празан простор да би се рапидно прошириле на рачун још увек слабо развијених биљка мискантуса. У години заснивања усеви мискантуса су неупоредиво јаче закоровљени него усеви осталих високих трава. Штете од присуства корова настају перманентно, посебно у екстремним временским приликама, на пример ако што су летње суше, јаки зимски мразеви или појаве града. Уколико се не предузимају адекватне мере борбе против корова у појединим годинама они могу да униште новозасновани усев мискантуса (*Целетовић и сар. 2014*). Гајење мискантуса, као биоенергетског усева, на маргиналним земљиштима

предложено је као обећавајуће решење за испуњавање потреба у биогоривима ради избегавања проблема храна-сировина-гориво. Ова земљишта су мале природне плодности, неповољних физичких особина, често исушена или превлажена, неподесна за интензивнију обраду и извођење мелиоративних мера. Дуги низ година била су у парлогу што је све погодовало развоју корова и образовању богате резерве семена коровских врста (Максимовић, 2016). На запарложеним земљиштима преовлађују вишегодишњи травни корови са ризомима, који имају велику регенеративну моћ. Пре заснивања засада на таквим површинама неопходна је посебна припрема с циљем да се смањи бројност корова. Ова веома скупа мера заштите може неповољно утицати на економичност гајења мискантуса. На економске ефекте утицаће и чињеница да са оваквих земљишта, и поред најбоље припреме, добијамо далеко мање приносе и квалитет сировине за даљу прераду. Наведено показује да у трошковима заснивања засада велику финансијску ставку заузима систем сузбијања корова. Уколико се ова мера заштите изведе неквалитетно, корови су најважнији чиниоци који утичу на смањење приноса мискантуса на јако закоровљеним, маргиналним земљиштима. Сузбијање корова у прве две године је редовна агротехничка мера којом се утиче на успешно заснивање засада, пораст биљака у наредним годинама, као и постизање високих приноса мискантуса у периоду максималне продукције биомасе. (Anderson et al., 2008; Ђурић и сар. 2015; Lewandowski et al., 2016; Максимовић, 2016). Уколико се правилно одређеним системом заштите од корова у почетном развоју мискантуса не постигну задовољавајући резултати, степен закоровљености ће се увећавати у наредним годинама, пролонгирајући период стасавања и технолошке зрелости, што су услови за добијање високих приноса. После друге године живота биљке мискантуса после покривања међуредног простора стварају добру засену и спречавају пораст корова (Целетовић и сар. 2014). У условима смањене светлости до приземних делова усева, могу се појавити само врсте које се успешно развијају на засењеним местима. У годинама појачане влажности оне могу бити озбиљни конкуренти мискантусу. Сазревањем мискантуса,

које се препознаје по опадању листова, ослобађа се међуредни простор који постаје повољно станиште за појаву јесењих и зимско-пролећних коровских врста (*Caslin et al.*, 2011). Успешним сузбијањем корова у првој и другој сезони пораста мискантуса, касније није потребно користити минерална хранива за постизање високих приноса. Према резултатима које наводе *Dželetović and Glamočlija* (2015), у четвртој години примена минералних хранива није испољила утицај на већи принос незакоровљеног засада мискантуса.

На површинама које су јако закоровљене, пре садње ризома или расађивања расада, неопходно је уклонити корове, прво обрадом земљишта (орање, скарификовање или фрезирање површине), а после пораста корова до висине 20-25 cm употребом тоталних хербицида. Током вегетационог периода у години садње заштита од корова изводи се, према потреби, неколико пута и применом различитих метода борбе. Велики међуредни простор може се обрађивати ручним или тракторским ротокултиваторима у циљу одржавања растреситог и незакоровљеног површинског слоја. Корови се могу сузбијати и пламеном. Машине имају апарате који у међуредни простор избацују пламен и спаљују изникле корове. Овај систем сузбијања корова све више се користи у органској пољопривредној производњи. Сузбијање корова хемијским мерама употребом хербицида је најефикаснији. Систем примене хербицида подразумева употребу хербицида пендиметалин или изоксабен после садње, а пре ницања мискантуса. У првој години, кад никну биљке мискантуса, користе се селективни хербициди против једногодишњих дикотиледоних корова, на пример МСРА, СМРР, НВН или комбинација Месропроп Р + Дисамба. За сузбијање усколисних корова подесни су препарати на бази сулфониуреје. Прскање се изводи третирањем целе површине или локално око места садње, док се велики међуредни простор обрађује ротокултиваторима (*Ђурић и сар.* 2015).

Уколико се мискантус гаји као покровни усев на деградираним земљиштима, закоровљеност у мањем степену може бити пожељна, јер ниски корови стварају разноврсну приземну флору која представља храну за бројне животиње (мали сисари, птице и

инсекти). Најбројнији су инсекти, а затим животиње њихови предатори. Свеукупни рад ових биљних и животињских организама позитивно утиче на фиторемедијацију земљишта (*Гарнизоненко, 2005; Dražić et al., 2009*).

Мали је број штеточина које нападају биљке мискантуса. *Sasaki et al., (2002)* су проучавајући животни циклус неких врста рода *Miscanthus*, запазили да свеприсутни инсект *Dimorphopterus japonicus* врло често свој животни циклус завршава на листовима из којих сиса сокове. Штете, у целини, нису велике, иако су селекционери фокусирани на стварање генотипова који ће бити високотеолерантни на штеточине, али и на патогене (*Lin et al., 2019*) Стварање таквих генотипова, а самим тим и генетичка разноликост сорти, веома је важна за повећање укупне продуктивности усева који неће бити угрожени нападом штеточина и патогених гљива, а то све повољно утиче на смањење трошкова производње.

Трстика самоникло расте на јако влажним, забареним или повремено плавленим земљиштима, где већина других врста не може да успева. Уколико се гаји, биљке имају интензиван почетни пораст и ризомима се вегетативно шире по околном простору. Из ризома избијају нова надземна стабла којима стварају чврсту ледину кроз коју друге биљне врсте тешко могу да прорасту. Кад је у питању заштита од корова већина аутора даје препоруке како спречити ширење трстике изван површине на којој се гаји. Спречавање ширења трстике употребом хербицида је ограничено и потребно је вишекратно прскање, јер се биљке претежно развијају на мочварним теренима (*Anderson, 2012*). Други начин сузбијања трстике је учесталом косидбом, док је паљење површине мање ефикасно због присуства воде на површини или у приземном слоју земљишта. Постоје и друга мишљења кад је у питању сузбијање трстике, тако *Green and Galatowitsch, (2001)* предлажу заснивање вишегодишњег усева на оним теренима на којима ће се најрационалније искористити генетички потенцијал нових сорти. Ауторке истичу да су за то најподесније обале водотокова и стајаћих вода на којима трстика својом биомасом подземних и надземних органа спречава ерозију

водом, као и на површинама са којих се произведена биомаса може користити као сточна храна или за добијање биогорива.

Трстику током вегетационог периода напада мали број инсеката тако да не проузрокују веће штете. Хемијска заштита усева се не изводи.

До сада нису регистрована гљивична обољења која би угрозила самоникле биљке, као ни усеве трстике.

7.7. БЕРБА (ЖЕТВА)

Берба (косидба или жетва) је врло значајна агротехничка мера у систему технологије производње високих трава. Правовремено изведена и коришћењем најподесније пољопривредне механизације она има велики утицај на принос и квалитет производа.

Скупљање зрелих главних и секундарних производа изводи се ручно или машински, коришћењем стандардне или специфичне пољопривредне механизације. Берба, зависно од усева и циља производње, може бити једнофазна, двофазна или вишефазна. Једнофазна берба је универзалним комбајнима, ако се висока трава гаји ради зрна. Уколико се гаји ради свеже биомасе за силажу или за добијање гасовитих и течних биогорива берба (косидба) је такође једнофазна и изводи се силокомбајнима. За бербу сувих стабала могу послужити стандардне ротокосилице или специјалне машине и ова радна операција обавља се двофазно. Покошена сува стабла се остављају у редовима да се мало просуше и затим се скупљају машинама сноповезачицама. Двофазна берба (косидба) је начин бербе биомасе која се користи за сенажу. Прва радна операција је косидба косилицама које покошену биомасу одлажу у редове да провене 5-6 часова. Провенулу биомасу скупљају машине које је обавијају пластичном фолијом формирајући роло бале које су херметички затворене да би се спречио улазак ваздуха. Вишефазна берба (косидба) примењује се на површинама на којима се надземна

биомаса користи за сушење. Прва операција је косидба зелене биомасе, друга превратање ради убрзаног сушења на сунцу, затим скупљање у траке. Осушена биомаса (сено) скупља се машинама са пресама за кабасту храну, које покупљено сено везују у чврсте бале облика квадра или ваљка различите укупне масе. Пресе за кабасту сточну храну служе и за скупљање сламе која остаје после бербе трава које се гаје ради зрна.

Висока пиревина може да се користи на два основна начина и то: биомаса за испашу и спремање кабасте сточне хране, или као сировина за биогорива, а неки интерспецијес хибриди, добијени укрштањем са пшеницом, гаје се ради зрна. Косидба биомасе за спремање сточне хране изводи се у фази пораста стабла (пре класања), и то тракторским или самоходним косилицама. Уколико служи као сировина за добијање биогорива, биљке косимо у физиолошкој зрелости кад је принос надземне биомасе највећи. Берба зрна је универзалним (житним) комбајнима у пуној зрелости биљака, временски то је у септембру. Просечни приноси свеже биомасе зависе од агроколошких услова и у границама су од 7 t ha^{-1} , до 10 t ha^{-1} (Reed, 2008; Falasca et al., 2017). Приноси зрна варирају у широком распону, а највећи утицај имају продуктивне особине генотипа. Како наводе Ceoloni et al., (2014.) и Falasca et al., (2017) приноси ољуштеног зрна су од 350 kg ha^{-1} , до 900 kg ha^{-1} .

Преријско просо се гаји ради биомасе за сточну храну, затим као сировина за добијање биогорива, или ради зрна, тако да начини и време прикупљања производа зависе од коначне употребе.

Усев, заснован јесењом сетвом већ у наредној години даје најмање један откос. Косидба је тракторским косилицама или силокомбајнима у периоду кад су биљке у почетку фазе метличења. У повољним условима влажности и уз прихрањивање могу се добити и два откоса свеже биомасе. Уколико је циљ производње маса за добијање чврстих горива, косидба је у јесен (или у пролеће), односно у периоду кад су биљке формирале највећи принос (фазе сазревања).

У наредним годинама преријско просо, као крмна биљка, може се косити више пута током вегетационе сезоне. Правилно одређеним

временом косидбе постиже се највећи годишњи принос биомасе. Кад се ова биомаса користи као чврсто биогориво, најбољи квалитет енергента добија се каснијом јесењом косидбом, односно у периоду кад у надземним органима биљака има најмање калијума, азота и хлора. Једињења ових елемената врло неповољно утичу, како на сагоревање, тако и на испуштање штетних гасова у атмосферу (*Samson, 2007*). Као енергетски усев преријско просо се све више гаји у Кини и Немачкој и косидба се обавља у фази пуне зрелости биљака (каснији јесењи период). Осушена биомаса служи за сагоревање у великим индустријским котловским постројењима као замена за природни гас (*Bailey, 2006; Samson et al., 2008*). Преријско просо се може косити и рано у пролеће, јер тад у биљкама има најмање воде и минералних соли (пепела). Међутим, одлагање жетве до пролећа смањује и принос биомасе, чак до 40% у поређењу са жетвом у јесен, како истичу *Bardos, et al., (2008)*. У неким државама свежа биомаса служи за добијање течних биогорива. Савременим поступком дораде из једног откоса са хектара површине може се добити 380 литара етанола (**Switchgrass, 2006*).

После првог откоса, најчешће средином јуна, усев би требало прихранити са око 15 kg ha⁻¹ азота (*Mitchell et al., 2019*). Уз повољнији водни режим и прихрањивање биљака усев ће стасати за други откос крмне биомасе до средине августа. После другог откоса биљке ће се током јесени регенерисати и припремити за неповољне зимске услове (*Ball et al., 2006*).

Преријско просо се гаји и ради зрна које се користи у исхрани живине и птица. Једнофазна берба је универзалним комбајнима, кад су семена у метлицама на прелазу из воштане у пуну зрелост. Берба је најчешће током јесени, али се може обавити и зими, јер су зрна чврсто обавијена плевама и плевицама и не осипају се из метлица. Слама може послужити као простирка, затим као малч или као чврсто биогориво. Стога се после бербе скупља пресама, којима се пакује у чврсте бале.

На принос преријског проса значајно утичу количине и распоред падавина, плодност земљишта, надморска висина, генетичке особине сорте, али и други фактори. У целини, сорте

долинског преријског проса су 50-68% приносније од сорти горског, како наводе *Vogel and Mitchell*, (2008). Сорте долинског типа преријског проса у огледима су имале просечан годишњи принос суве биомасе око 9,5 t ha⁻¹. Овако висок генетички потенцијал сорти које су биле предмет истраживања (долинске F₁ хибрид Kanlow и Sunburst, а горске Summer и Shawnee) указује да даље повећање површина под овом високом травом има велики привредни значај.

Уз правилну примену агротехнике усеви се могу користити више од 10 година. Берба (косидба) се не препоручује лети у фази пуног цветања биљака, као ни у условима дуготрајне суше.

Шпанска трска се гаји ради надземне биомасе која се у даљој преради користи као свежа, или осушена стабла. Према начину коришћења одређују се начин и време прикупљања производа. Кад надземна биомаса служи за производњу биоетанола, биогаса или брикета, косидба је силокомбајнима у фенолошкој фази метличења. Покошена биомаса, коју су силокомбајни исецкали на дужину око 10 cm, убацује се транспортним тракама у превозна средства и директно одвози на даљу индустријску прераду. Током године могу се добити и два откоса, само ако су услови сполне средине врло повољни (дуга вегетациона сезона). У нашим агроколошким условима шпанска трска за добијање биогорива из свеже биомасе косила би се једном годишње, у другој половини августа. После косидбе биљке се регенеришу и фотосинтетском активношћу обезбеђују асимилативе неопходне за животне функције подземних стабала и коренова. Уколико су циљ производње сува надземна стабла, она се косе током зиме, најчешће у фебруару. Косидба је ротационим тракторским косилицама или машинским агрегатима који покошену у биомасу везују у снопове. Зимска косидба је најповољнија, јер су већ отпали листови и садржај воде у стаблима је око 30%. После краћег просушивања на њиви снопови се превозе и слажу у покривене просторије, надстрешнице заштићене од падавина. У сувим просторијама настављају се процеси даљег сушења. Сува стабла се користе као чврста биогорива у великим котловским постројењима, на пример у термоелектранама, затим за добијање целулозе, као и у другим индустријским гранама.

Просечни приноси свеже биомасе шпанске трске од треће године живота су до 200 t ha^{-1} , а суве биомасе до 50 t ha^{-1} . Ова висока трава има највећи годишњи прираст биомасе. Како истичу *Christou et al.*, (2001) у медитеранским земљама Грчкој и Шпанији у условима редовног наводњавања засада већ у првој години може се добити око 19 t ha^{-1} сувих стабала.

Мискантус се у даљој индустријској преради користи на више начина, тако да време и начин прикупљања биомасе зависе од циља производње.

Уколико се биомаса користи за добијање гасовитих и течних биогорива косидба се изводи у време појаве цвасти метлица. У нашим агроеколошким условима биљке су у технолошкој зрелости крајем јула или почетком августа. Косидбу треба обавити силокомбајнима, који ће одсечену биомасу исецкати на комадиће дужине око 10 cm. Непосредно после косидбе овако припремљена биомаса одвози се на даљу прераду. У годинама максималне продукције и у заливним системима мискантус може формирати и два откоса биомасе. Међутим, у систему сувог ратарења косидба зелене биомасе је једном у сезони. Регенерисане биљке до јесени треба да обезбеде асимилативе неопходне за животне функције надземних органа и покретање процеса ницања нових стабала у пролеће наредне године (*Stewart et al.*, 2009; *Djuric and Glamoclija*, 2017).

Зрела, сува стабла мискантуса косе се ротационим косилицама или силокомбајнима. После косидбе ротационим косилицама стабла би требало окретати у откосима, да се што више просуше, а затим скупити у растресите или чврсте бале. Данас се у неким европским земљама користи специјализована механизација. Ове машине одсецају стабла и везују их у снопове, ако служе као чврста горива у великим котоловским постројењима. Ако се користе као грађевински материјал или у индустрији папира или геотекстила, машине их сецкају на комадиће дужине око 10 cm, (*Glamočlija i sar.* 2015). Како истичу *Lewandowski et al.*, (2000) квалитет рада машина зависи од општег стања усева (бујност, висина стабала и сл.). На избор оптималног времена косидбе утичу бројни фактори. Како *Kahle et al.*, (2001) закључују највећи принос суве биомасе добија се у септембру,

док се касније, током јесени и зиме смањује услед отпадања листова и вршних делова стабала. Смањење приноса је у границама до 25% целокупне надземне биомасе. И поред опадања приноса биомасе каснијом бербом, већина аутора истиче да сува стабла за чврста биогорива или у друге сврхе, треба косити зими, најчешће у фебруару или марту. Иако се померањем рока бербе на другу половину зимског периода принос смањује, добија се боља сировина за биогорива, јер су сва једињења која умањују енергетску вредност сировине премештена у подземне органе биљака (*Lewandowski et al.*, 2000; *Clifton-Brown et al.*, 2002; *Целетовић и сар.* 2009; *Целетовић*, 2012).

Стабла мискантуса формирана у првој години живота немају већу комерцијалну вредност, како по приносу, тако ни по квалитету. Међутим, ову биомасу ипак треба покосити до следеће вегетационе сезоне (*Целетовић и сар.* 2009).

Висина приноса свеже биомасе мискантуса зависи од много чинилаца, а то су агроеколошки услови, примењена агротехника, година живота, време косидбе, висина реза стабала и тако даље. Према резултатима истраживања изведеним у нашој земљи на плодном земљишту у условима природног водног режима, једним откосом са хектара се може добити више од 100 тона свеже надземне биомасе (*Гламочлија et al.*, 2018; *Ђурић et al.*, 2019; *Максимовић et al.*, 2019; *Ђурић et al.*, 2022).

Приноси сувих стабала у нашим агроеколошким условима су од 15 ha⁻¹, до 30 ha⁻¹ у заливним системима (*Максимовић et al.*, 2019; *Младеновић Гламочлија et al.*, 2020). *Schwarz*, (1993) је у својим истраживањима везаним за употребу мискантуса као енергетског усева, закључио да су у Аустрији приноси суве биомасе у првој години 0,7-2,0 t ha⁻¹, у другој 7,9-15,5 t ha⁻¹, а у трећој 17,4-24,5 t ha⁻¹. Косидбом у фебруару садржај воде је био 24-50%, зависно од године коришћења. На подручју средње Европе *Lewandowski et al.*, (2016) закључују да приноси сувих стабала веома варирају. У просечним условима спољне средине може се са хектара убрати 14-20 тона сувих стабала.

По завршетку коришћења мискантуса за уклањање биљака са њиве *Kahle et al.*, (2002) препоручују да се у фебруару биомаса покоси

и затим изведе дубока основна обрада земљишта. Током пролећа поникле биљке треба уништити тоталним хербицидом глифосат, а крајем лета припремити површину и посејати озиму уљану репицу.

Трстика. Самоникле форме трстике, које су расле на природним и сејаним травњацима представљале су коров који садржи отровне супстанце, опасне за здравље говеда. Да би се травна површина ослободила ове врсте *Wilkins and Hughes*, (1932) су предлагали да се ливада коси најмање пет пута годишње. На пашњачким површинама, посебно на влажнијим теренима, сузбијање се изводи интензивнијом испашом, иако је домаће животиње нерадо пасу због непријатног укуса.

Стварањем продуктивних сорти трстике које не садрже отровне супстанце почело је интензивније гајење и коришћење испашом, косидбом и сушењем сена, као и справљањем силаже. Систем испаше организује се према броју грла, површинама, травно-легуминозним смешама и интензитету примењене агротехнике. У смешама у којима се налази трстика испашу треба раније почети док су биљке млађе, односно кад нарасту у висину до 30 cm. Према резултатима које наводи *Hall*, (1993) испаша почиње у другој декади априла. Каснијом испашом животиње ће избегавати да једу трстику. Косидба биомасе ради сушења (сено) је два пута годишње и обавља се кад биљке достигну максималан пораст вегетативне биомасе (пред почетак метличења). После првог откоса биљке ће се брзо регенерисати, али у другом откосу изостаће формирање генеративних органа (*Hall*, 1993). За косидбу се користе различити типови косилица, а ако ће се биомаса силирати, најбоље је покосити је силокомбајнима. После сушења на ливади сено се скупља машинама балиркама најчешће у ваљкасте роло бале.

У години заснивања усева косидба се изводи на висини од 10 cm. Иако се добије мањи принос високом косидбом се значајно подстиче формирање јаког бокора, који ће боље поднети неповољне топлотне услове током зиме (*Lord*, 2015).

Жетва биомасе која се користи за добијање биогорива изводи се кад су биљке у фази пуне зрелости и садрже најмање воде и једињења непожељних у процесу сагоревања. Оптимално време

жетве је у октобру. Приноси сувих стабала су $5-10 \text{ t ha}^{-1}$, а калоријска вредност биомасе је $16-18 \text{ MJ kg}^{-1}$ суве супстанце. Осим у енергетске сврхе (биогаз, биоетанол), сува биомаса се користи за производњу целулозе, папира и хемијских сировина (*Ust'ak et al.*, 2019).

Уколико се трстика гаји ради семена берба се изводи житним комбајнима у фази воштане зрелости. Семе је ситно и лако се осипа тако да успех у производњи зависи и од квалитета рада комбајна. Приноси зрна могу да буду до 500 kg ha^{-1} , али су варирања велика, од 30 kg ha^{-1} , до 150 kg ha^{-1} .

7. 8. СКЛАДИШТЕЊЕ СУВЕ ВЕГЕТАТИВНЕ БИОМАСЕ

Овој групи припадају складишта за чување сена, сламе, курузовине и других примарних и секундарних сувих ратарских производа. Сува биомаса се може чувати на отвореном простору, специјално одређеном за ту сврху, на пример у стоговима (пластовима) или камарама. Бољи начин чувања је у посебно изграђеним сеницима, као и приручним шупама и таванима. Просторије за складиштење ових ратарских производа треба да буду проветрене и заштићене од падавина (*Живановић и сар.* 2022).

Стогови и камаре представљају најједноставнији начин чувања сена и сламе. Овај начин спремања волуминозне биомасе користи се од самих почетака биљне производње.

Стог (пласт) представља сложену суву биомасу у гомилу, купастог облика с округлом основом. Стогови се могу поставити на ливадама, затим поред њива или у вишем делу економског дворишта, на оцедитом терену. Треба да буду удаљени од објеката најмање 50 метара и обезбеђени од пожара. Пре слагања биомасе у стог у земљиште се забија дрвени стуб (стожина) који ће повећати његову чврстину и смањити негативан утицај ветрова. Потом се око стојине поставља подина од грања и сламе да би се спречило влажење сена

површинским или подземним водама. Сува биомаса се дене са влажношћу 18-22% и при том добро гази, како би се формирао чврст стог. Он се завршава купасто како би се формирао кров који спречава влажење падавинама, кишом и снегом. Уколико се у стогу чува сено, кровина се прави од сламе или неког другог биљног остатка, док је најбоље прекрити га PVC фолијом и поставити терет, да је ветрови не могу одувати. Пречник стога је 3-5 m, а висина 5-7 m. После завршетка, око стога се ископа канал за одвођење воде.

Камара је, као и стог, представља наслагану суву биомасу, која је најчешће балирана или везана у снопове. Она је трапезастог облика, док је база правоугаона. Камара се формира кад је потребно ускладиштити веће количине биљног материјала. Најчешће се поставља у економском дворишту на оцедитом месту у близини сточарских објеката, до кога се лако може прићи транспортним средствима. Пре слагања биомасе у камару поставља се решеткасти под од дрвених или бетонских стубића и гредица ради проветравања доњег слоја и спречавања влажења сена површинским и подземним водама. Висина подине је до 50 cm. Начин слагања биомасе у камару зависи од врсте и претходне припреме биљног материјала. Сено, слама или кукурузовина, балирани у правоугаоне бале, слажу се у наизменичном распореду тако да се образују усправни зидови до кровног дела камаре. Ваљкасте бале се слажу наизменично и формира се троугласта камара. Биљна маса, везана у снопове, окреће се доњим делом стабала ка спољашњости, док се биомаса у расутом стању слаже као и у стоговима. На врху камаре образује се двострани кров којим би се вода од падавина одводила на стране и спречило закишњавање биомасе. Уколико се чувају слама и сува стабла, кров се формира од сламе у расутом стању. Слама се на врху учвршћује кочићима на које се канапима везује терет да ветрови не одувају постављено кровиште.

Кад се у камарама чува сено, кров се формира од сламе и прекрива PVC фолијом. Да би се ова вреднија биомаса боље сачувала, изнад се поставља импровизовани кров који се ослања на дрвене стубове. Као покривка користе се салонит или металне плоче. Ширина камаре износи 5-6 m, висина 7-8 m, док дужина зависи од

количине материјала који треба чувати. Тако камаре могу бити дужине 15-20 m.

Уколико се у стоговима и камарама чува сено, губици од падавина зависе од начина њиховог формирања и заштите доњег и горњег дела. У целини, губици масе износе 10-15%, на вршном и доњем делу до 25%, а на странама до 10%. Губици на квалитету су, такође значајни. Чак и поред најбоље заштите велики су губици сена које се чува на отвореном. За чување ове суве биомасе рационалније је изградити објекте у којима се она чува без губитка масе и квалитета.

Надстрешнице и сеници су најбољи начин чувања сена, јер су у значајном степену смањени губици који настају под утицајем падавина и квашењем доњег слоја површинским водама.

Надстрешница је полузатворени објекат у коме се сено и друга сува биљна маса чувају у растреситом стању или у балама. Ови објекти се подижу на оцедитом и сувом земљишту и са подом издигнутим изнад нивоа терена за 30-40 cm. Најчешће се граде надстрешнице квадратног облика. Према грађевинском материјалу, који се користи у изградњи, оне могу бити сталне или монтажне. Најбољи грађевински материјали за рамску конструкцију су: дрво, армирани бетон или челик. За зидове најбољи су: даске или поцинкована плетена жица, а за кровну конструкцију: металне цеви покривене салонит или алуминијумским плочама. Уколико се даске користе за зидове, оне се постављају размакнуто ради бољег проветравања. У овим објектима, поред сена и сламе, могу се чувати и други суви биљни материјали (снопови жита, сува биомаса текстилних и ароматичних, лековитих и зачинских биљака). Висина надстрешница је 4-5 m, док величину одређује количина биљног материјала коју треба ускладиштити. Надстрешнице мањег капацитета су 40-60 m², док су веће преко 100 m². Сено, у растреситом стању, у овим објектима може се чувати са 22-25% влажности, а ако је балирано, са 20-22%. Због малих трошкова изградње и одличних услова чувања наведених ратарских производа, као и могућности подизања монтажних надстрешница од челичних цеви и крова

покривеног пластичном фолијом, ови објекти су доступни и малим пољопривредним произвођачима.

Сеник је савременији објекат за чување суве биомасе. По конструкцији сличан је надстрешници. Основна конструкција је од челичних цеви на које се поставља лагани помични кров, тако да се унутрашњи простор пуни одозго. Сеници су најподеснији за складиштење и чување мањих количина сена и сламе у расутом стању. Поред савремених сеника, за чување суве биомасе могу послужити и импровизовани сеници, који представљају таванске просторе изнад објеката за држање домаћих животиња. Уколико се тавани користе за чување сена, на подовима се постављају отвори кроз које се храна слободним падом спушта директно у јасле домаћим животињама.

7. 9. СКЛАДИШТЕЊЕ СВЕЖЕ ВОЛУМИНОЗНЕ БИОМАСЕ

Силажа се припрема и чува у силообјектима, различитог капацитета и квалитета израде. За овај облик чувања сточне хране могу послужити, како импровизовани привремени, тако и стални силообјекти (*Живановић и сар.*, 2022). Најједноставнији начин спремања и чувања силаже је у импровизованим камарама. Најчешће се у камарама чува биомаса која служи да добијање течних и гасовитих биогорива. Силажа за исхрану домаћих животиња чува се у сложеним складишним просторима, као што су силојаме и силотренчеви, као и најсавременији објекти, а то су силоторњеви и харвестер силоси. Они су најсавременији објекти за чување силаже. Разлика између ових складишних простора је у капацитету, затим грађевинском материјалу од кога су грађени, као и дужини коришћења. Свежа биомаса се током чувања процесом млечно-киселинског врења претвара у силажу. На овај хемијски процес значајно утичу квалитет сировине (однос шећера и беланчевина),

припрема биомасе, али и квалитет израде силоса (*Гламочлија и сар.* 2017).

Силокамара је импровизовани привремени објекат за чување силаже. Формира се на издигнутом, оцедитом терену. На површину земљишта поставља се црна поливинилска фолија, а зидови се граде од бала сламе. На фолију се поставља свежа биљна маса влажности до 75% коју треба добро сабијати, како би се истиснуо ваздух. Кад се комара напуни биљном масом, прекрива се фолијом на коју се поставља терет ради истискања ваздуха. Камаре су правоугаоне, ширине 4-6 m и висине до 2 m. Дужина комаре зависи од количине биљног материјала, али не треба да је дужа од 30 m. Губици силаже у комарама су 25-50%, тако да, овај начин чувања није подесан за кабасту сточну храну, већ за биомасу која ће се у најкраћем року употребити за добијање биогорива.

Силојама је привремени или стални складишни простор за чување силаже. Ови облици складишта изграђују се на вишем и оцедитом терену, јер су делом укопани у земљу. Предности силојама су, јер заузимају мању површину, пуњење се изводи директним истоваром биомасе са транспортног средства, док се пражњење обавља крановима. Међутим, током пражњења растреса се горњи слој и продором ваздуха подстиче се квариње силаже.

Силоров (сило-тренич, коритасти силос) је површински, привремени или стални објекат, који има два армирано-бетонска зида дужине до 40 метара и нагнути под од цигле, камена или бетона. Један чеони зид је, такође од бетона, а други је најчешће отворен да би приколице са биомасом могле ући у унутрашњи простор. Ширина силорова је 3-8 m, а висина, зависно од начина пуњења, 2-3 m. У хладнијим подручјима и на нагнутих теренима тренич силоси могу бити делимично укопани у земљу да би се олакшало пуњење са бочне рампе и спречило измрзавање силаже. Ови силоси имају низ добрих особина, које се огледају у лако пуњењу, сабијању и пражњењу, затим у малим трошковима градње и стварањем повољних услова за силирање биомасе и чување силаже током зиме. Недостаци силорова су заузимање велике површине и повећање губитака силаже изложене неповољном дејству Сунца, падавина и отежано

спречавање продирања ваздуха. Силоров се пуни директним уласком транспортних средстава или преко бочне рампе. Пуњење треба обавити слојевито и уз непрестано сабијање биомасе. Силоровови мањег капацитета пуне се ручно или тракторским утоваривачем. По завршетку пуњења биомаса се покрива црном полиетиленском фолијом, а може се изнад поставити и надстрешница да се спречи закишњавање. Силажа се из тренч силоса узима ручно или специјалним силофрезама. Механизовано узимање има предност, јер силофрезом се исецка блок, који у сточарском објекту не мења квалитет стајањем и до два дана. Осим тога, силофрезом се захваћена силажа може исецкати и утоварити у приколицу, где се измеша са другом сточном храном.

Силоторањ је мањи надземни вертикални објекат који служи за чување силаже. Силоторњеви су најчешће трајни, стационарни објекти, али постоје и привремени са могућношћу преношења. Као грађевински материјал могу послужити: дрво, армирани бетон, пластичне масе или челичи лим. Основа силоторња може бити округла или квадратног облика, пречника 4-5 m, просечне висине 5-6 m. На врху торња поставља се кров од бетонских плоча или пластичне фолије. На зидовима се на сваких 50-100 cm, и на размаку један испод другог од 2 m, остављају отвори димензија 60 x 80 cm ради ручног пражњења. Да би се спречило пропуштање ваздуха и већа температурна колебања зидове и кров треба изградити од квалитетног материјала. Пре пуњења силоторња отвори на зидовима се затварају материјалом који не пропушта ваздух. При градњи силоторња прави се сабирна јама у коју ће се скупљати течности ослобођене из силаже. Пуњење и пражњење је механизовано и изводи се кранским утоваривачима, а ако је биљни материјал при косидби уситњен служе вентилаторски транспортери (“дувалке“). Најбољи су силоторњеви од армираног бетона или бетонских елемената.

Предности силоторњева над осталим објектима су у чињеници да заузимају најмање простора, могу се потпуно механизовати што олакшава и убрзава све радне операције, а биомаса се сама сабија услед властите тежине и најмањи су губици силаже. Изградња ових

објекта је скупа, како у набавци грађевинског материјала, тако и у опремању силоторња адекватном механизацијом, без које би за ручно пуњење и пражњење било потребно велико ангажовање физичког рада.

7. 10. СКЛАДИШТЕЊЕ ЗРНАСТИХ ПРОИЗВОДА

За складиштење и чување зрна користе се различити типови просторија (складишта), за зрнасте производе. У складиштима зрна се чувају у расутом (ринфузном) стању или у амбалажи. Складиште, у ширем смислу, означава ограђени или неограђени, покривени или непокривени простор који служи за чување сировина, полупроизвода или готових производа у расутом стању или у амбалажи, с циљем да после одређеног времена роба буде транспортована на финалну прераду, продају или у потрошњу (*Живановић и сар.* 2022). Роба се у складиште заприма и чува од непожељних физичких, хемијских и атмосферских утицаја, да би се на крају отпремила до коначног одредишта. Према томе, складишта имају значајну улогу у ланцу чувања и транспорта робе до прерађивача, купаца или крајњих потрошача. Складишта се могу поделити према начину чувања, степену механизованости и трајању чувања производа.

Подела складишта. Постоји неколико критеријума за поделу складишта, на пример према степену опремљености, времену чувања производа, према грађевинском материјалу и према конструктивном решењу.

1. По степену техничке опремљености складишта могу бити немеханизована (без сталне механизације), делимично механизована и потпуно механизована.

У немеханизованим складиштима, поред ручног рада, може се користити додатна покретна механизација, чијом применом ће се смањити потребе за већим ангажовањем физичке радне снаге.

Код делимично механизованих складишта радна операција везана за утовар или истовар обавља се сталном механизацијом, а друге приручном, односно покретном механизацијом.

Механизована складишта су за утовар, истовар и уопште за манипулацију робом опремљена сталним преносним механизмима. Складишта могу имати водоравне или косе подове, који омогућавају потпуно механизовано пражњење складишта, користећи закон слободног пада (самотока). Да би зрно несметано истицало угао косине треба да је већи од угла трења зрна. Најповољнија косина за суво и чисто зрно је 30° , а за сирово влажно 40° .

2. По времену чувања складишта могу бити привремена за привремено (краткотрајно) чување и стална за стално (дуготрајно) чување робе. Успех чувања производа у складиштима зависи од квалитета њихове израде и места где је објекат изграђен. Целокупан простор у складиштима треба да буде чист, сув, са добро изведеном (природном или уграђеном) вентилацијом, заштићен од продора подземних вода и падавина (киша, снег). У складиштима треба да функционише служба заштите против штеточина (инсекти и глодари), као и против пожара.

3. Према начину градње складишта се деле на: отворена - у којима се чувају материјали и робе који нису осетљиви на утицаје спољне средине, наткривена - за производе којима је потребно стално проветравање и затворена - у којима се чувају пољопривредни производи врло осетљиви на неповољне временске утицаје.

4. Складишта се према конструктивном решењу, деле на подна (површинска и запреминска) и силосе или ћелијска складишта.

Подна складишта су оградањени складишни простори у којима се зрнасти ратарски производи чувају у расутом (ринфузном) стању, или у крутој или мекој амбалажи, до момента финалне индустријске прераде или употребе у исхрани људи и домаћих животиња. Просторије овог типа, које служе за складиштење зрна, могу се градити од различитог грађевинског материјала. Класични начин је зидањем циглама, док савременији начин градње подразумева подизање монтажних објеката од армирано-бетонских блокова и облагања зидова, металним или пластичним плочама. За покривање

користе се керамичко-глинени или стаклени цреп, затим валовите кровне плоче од полиестера или битумена поцинковани или алуминијумски лим и слично. Величина складишта, као и степен опремљености механизацијом зависе од потреба пољопривредног газдинства. По запремини могу бити од неколико десетина, до неколико стотина вагона. Најчешћа опрема складишта су транспортни уређаји, аспиратори за чишћење зрна и системи за вентилацију ради одржавања константне температуре и влажности просторије. Подна складишта су подељена на површинска (подно-површинска) и запреминска (подно-запреминска или коморна).

У површинским складиштима (просторијама једноставнијег конструкционог решења) зрно се чува у расутом стању у слоју дебљине до 1,5 m, а ако је спаковано у вреће, слој може бити висине до 2 m. То су немеханизоване, или делимично механизоване просторије мањег капацитета, у којима се већина радних операција изводи ручно (повремено лопатање масе како би се одржавала уједначена влажност природним проветравањем) или уз помоћ додатне механизације.

Запреминска складишта су савремене просторије за чување зрна и других сувих прехранбених производа у растреситом стању или у амбалажи (врећама). Капацитет ових складишта зависи од потреба и врсте грађевинског материјала. Најчешће су подељена у коморе како би се роба могла чувати при различитим топлотним условима и релативној влажности. Запреминска складишта имају сталне уређаје за одржавање константне температура (до 20°C) и релативне влажности ваздуха испод 80%. Због ове опреме ринфузни слој, зависно од почетне влажности зрна, може бити покрај зидова до 2 m, у средини, на водоравним подовима, до 5 m, а на косим до 10 m.

Према дужини коришћења подна складишта су подељена на привремена и стална подна складишта.

Привремена подна складишта за смештај зрна на краћи временски рок подижу се на оцедним теренима са нагибом најмање 5°. Она се најчешће граде од монтажано-демонтажних материјала, металних или армирано-бетонских плоча, али и од различитог приручног материјала, претходно већ коришћеног. Када се гради

више привремених складишта, треба их окренути у праву дувања ветрова, ради што бољег проветравања. У складиштима изграђеним од јефттинијег материјала није обезбеђена оптимална заштита за пољопривредне производе на дужи период. Чување робе у оваквим просторијама требало би ограничити у складу са квалитетом израде складишта.

Стална подна складишта су просторије израђене од стабилног грађевинског материјала и за чување зрна могу се користити дуги низ година, јер су обезбеђени повољни топлотни услови и оптимална влажност средине. Ова подна складишта су претежно солидне бетонске конструкције са високим коморама. Најчешће се за иградњу користе готови бетонски преградни зидови, тако да се она релативно брзо граде.

Према капацитету подна складишта се деле на мала и велика. Мала складишта су са смештајним простором 10-20 тона зрна и погодна су за мања пољопривредна газдинства. Брзо се граде и задовољавају све услове за чување робе. Велика подна складишта се граде на већим фармама или сабирним центрима, за веће количине пољопривредних производа. По конструкцији могу бити подно-површинска или подно-запреминска. У подно-површинским складиштима зрно се најчешће чува у ринфузном стању или у врећама, а дебљина слоја зрна зависи од његове влажности. Тако зрно, чија влажност је 14%, може се чувати у слоју до 1,5 m. Уколико је влажност зрна 15%, дебљина слоја износи 0,7-1,2 m, за влажност 17-20% дебљина слоја износи 0,4-0,7 m, ако је влажност зрна изнад 20%, максимална дебљина слоја је 0,15-0,4 m. Како би се зрно квалитетно сачувало у подно-површинским складиштима, неопходно је повремено измешати слојеве масе да би се одржавала константна температура и влажност. У подно-запреминским складиштима зрнасти производи се могу чувати у растреситом стању у већим наслагама, јер она имају уграђен вентилациони систем за накнадно досушивање струјом хладног ваздуха. Зрно се, такође може чувати и у амбалажи, ако је претходно досушено на оптималну влажност. Ради бољег слагања вреће се стављају унакрст, што истовремено

омогућава боље струјање ваздуха између њих. Висина слоја зависи од врсте производа. Вреће се обично слажу у висину до четири реда.

Подна складишта, поред складишног простора, треба да имају и приручне просторије, на пример за вреће и другу амбалажу, просторе за раднике, канцеларију, санитарни чвор и слично. Складишта за чување семенске робе, поред ових просторија, имају одељење за чишћење и просторију за хемијско третирање зрна (фумигација, дезинфекција, дезинсекција и сл).

Поред типских, у стална подна складишта убрајају се и приручна, као што су тавани, житнице (амбари) и кошеви (кукурузане).

Тавани су импровизована, најчешће стална складишта која се традиционално користе за чување мањих количина зрна на газдинству. Таван пружа повољне услове за чување зрна, јер је добро проветрен и сув. На кућним таванима, углавном се спремају и чувају зрна док се тавански простори изнад стаја користе за смештај суве волуминозне сточне хране (сено).

Житнице су класични објекти за чување већих количина зрна. Ови објекти су били грађени као мање зграде у деловима дворишта који су највише изложени струјању ветра. Као грађевински материјал коришћене су дрвене облице између којих се остављао мањи размак ради струјања ваздуха. Унутрашњост ових брвнара била је облагана даскама и преграђивана на мање одељке ради чувања различитих зрнастих производа. Недостаци житница су мала могућност заштите производа од складишних инсеката и глодара, јер материјал од ког су прављене, није представљао природну препреку за пролазак штеточина.

Силоси представљају најсавременији тип складишта за зрна и готових производа. Ова складишта имају вертикалне четвороугаоне, округле, звездасте или вишеугаоне ћелије за смештање зрна. У ширем смислу речи силос је комплекс објеката који имају различиту улогу у пријему, чувању и претовару пољопривредних производа. Основни делови силоса су посторија за пријем и отпрему робе, радни торањ, складишни простор (комора или ћелија), а уз сваки силос налази се сушара за вештачко досушивање

зрна на оптималну влажност чувања. Силоси су опремљени целокупном механизацијом за одвијање свих радних операција. Задатак смештајног простора силоса (ћелија) је заштита зрна од неповољног утицаја спољне средине. Зато зидови треба да буду чврсти и трајни уз минималну дебљину и масу, једноставни по конструкцији и непропусни за гасове. Најчешћи материјали за градњу ћелија су армирани бетон, метал, а у новије време и пластичне масе ојачане металним мрежама и слично. Поред зрна у силосима се могу чувати и сировине за даљу индустријску прераду, готови прехранбени производи, ферметисана сточна храна (силажа), као и други, непољопривредни производи. У постројењима за пријем и отпрему робе одвија се више радних операција, а то су пријем производа и транспорт у складишни простор. Зрно се из транспортних средстава сипа у пријемни кош преко решетке да би се већ на улазу задржале најгрубље примесе и одвојиле од масе која се даље транспортује у силос. Даљи транспорт зрна је помоћу преносних трака у одељење за фина чишћења. Очишћено зрно се цевним транспортерима премешта у складишни простор. Радни торањ представља центар са којим су повезани сви остали делови силоса. То је део силоса у коме су смештени елеватори, ваге, машине за чишћење, системи за премештање зрна. Складишни или силосни простор представља најважнији део силоса. У њему се чува осушено и очишћено зрно, а он се састоји из следећа три дела: комора, или основни део силоса у коме се чува зрно, тавански простор (горња галерија) са преносним механизмима за пуњење силоса) и приземни део (доња галерија) са преносним механизмима за пражњење силоса. Из доњег дела силоса роба се отпрема до крајњег корисника у расутом стању или у врећама, тако да је он преносним тракама повезан са железничким, друмским или воденим превозним средствима. Облик комора силоса зависи од материјала од кога се гради, али и од њене величине. Коморе могу бити појединачне правоугаоне, округле, шестоугаоне, звездасте или у низу од више повезаних јединица, које образују различите геометријске облике. Величина силоса зависи од технологије градње, грађевинског материјала и економске

оправданости. Висина коморе силоса је 30-40 m, пречник 5-9 m, а капацитет 200-1.000 тона зрна.

Подела силоса може се извести и према месту подизања. У суштини, они су скоро истог конструктивног решења, али се разликују по локацији и капацитету смештајног простора. Силоси могу да буду: фармерски, индустријски, претоварно-трговачки силоси и велики силосни комплекси. Фармерски силоси су мањег капацитета, примерени количинама зрна, које се произведе и потроши за сопствене потребе. Опремљени су једном пријемном линијом, системом за чишћење, сушење, пуњење и пражњење. У приземном делу може се уградити мешаона за концентровану сточну храну, као и просторија за паковање готовог производа и складиште за чување компоненти и готових производа у врећама. Поред ових просторија могу се изградити радионица, просторије за интерну контролу производа, као и за вођење административних послова. Овакав распоред пратећих објеката уз фармерски силос значајно утиче на смањење додатних трошкова енергије и простора потребног за изградњу објекта.

У поређењу са класичним складиштима, силоси имају следеће предности: потпуно механизован процес свих радних операција, од пријема, до испоруке зрна; мање потребе за физичком радном снагом; олакшана борба против штеточина; боља изолација масе од неповољних утицаја спољне средине; мањи губици зрна; као и мања површина за изградњу објеката.

Предности подних складишта у поређењу са силосима су мањи трошкови изградње, могућност примене једноставнијег грађевинског материјала, брзина израде, боље чување зрна веће влажности без вештачког досушивања и лакше чување зрнастих производа.

Ђ. Гламочлија * Н. Ђурић * Ј. Максимовић

8. ИНДЕКС ПОЈМОВА СРПСКИ - ЕНГЛЕСКИ

А	Биљни покривач - plant cover
Агроеколошки услови - environmental conditions	Биљни угаљ - biochar
Агротехника - farming, cultivation practices	Биогас - biogas
Азот- nitrogen	Биолошке особине - biological properties
Азотно храниво - nitrogen fertilizer	Бразготина - scar
Азотофиксатор - nitrogen-fixing	Биодиверзитет - biodiversity
Алге - algae	Биомаса - biomass
Алкалоид - alcaloide	Биопроизводи - organic products
Алкохол - alcohol	Биоразградљива фолија- biodegradable film
Алтернативна жита - pseudocereals	Бокор - cluster, tuft, stool
Амбијент - environment, surroundings	Бокорење - tillering
Б	Ботаничка припадност - botanical affiliation
База - base	Биогориво - biofuel
Бала сена – hay balle	Бразда - furrow
Бала сламе - straw bundle	Брдско-планински предео - hilly-mountainous landscape
Безазотне екстрактивне супстанце - nitrogen-free extract (N.F.E.)	Брикети - briquettes
Бела детелина - white clover	Бутонизација - budding
Берба - harvest	В
Берба самониклих биљака - wildcrafting	Ваздушна суша - air dry
Биљна заједница - plant community	Ваљак - roller
Биљни лек - herbal medicine	Ваљање - rolling
Биљни лепак (гликопротеин) - mucilage (mucin)	Вегетациона сезона - vegetation season
	Вегетациони период - vegetation period
	Вентилатор - extractor fan, fan
	Висина реза косе - cutting height

Висока пиревина - tall wheatgrass	Глатка покожица - smooth-skinned
Висока температура - high temperature	Глистењак - vermicompost
Витамини - vitamins	Глобално загревање - global warming
Вишак - excess, surplus, overage,	Глодари - rodents
Вишегодишња биљка - perennial plant	Глукоза - glucose
Вишегодишња трава - perennial grass	Гљивичне болести - fungal diseases
Вишегодишњи коренови - perennial roots	Гол плод - naked kernel
Вишегодишњи усев - perennial crop	Гомила - pile, stack, batch, heap
Вишесемни плодови - seed pods	Горети - burn, flame
Влажност - moisture	Горионик, ложиште - burner
Влажност ваздуха - air humidity	Грађевинарство - construction, building
Блажност земљишта - soil moisture	Грађевински материјал - building materials
Влакнасте биљке - bast plants	Гранична вредност - threshold value
Влатање - stem elongation	Грахорице - vetches
Влакно - fiber, fibre	Грашак - garden pea, forage pea
Воденаста зрелост - blistering stage	Груб, необрађен - crude, coarse
Водни режим – water balance	Гуске - geese
Водоземци - amphibians	Густина усева - crop density
Водотокови - waterways	Д
Восак - wax	Деградирано земљиште – degraded soil
Воштана зрелост - wax ripeness	Дезинсекција - disinsection
Време сетве - seedtime, sowing time	Дезинфекција - disinfection
Вретенаст коренов систем - main taproot	Декоративне биљке - ornamental plants
Вретено класа - rachis	Депонија - landfill
Врећа - sack, bag	Дивље патке - wild ducks
Врста - species	Детелина - clover
Г	Дијафоретски ефекат – diaphoretic effect
Гајена биљка - cultivated plant	Дијететски додаци – dietary supplements
Гас - gas	Дискосни плуг - disc topsoil plough
Генотип - genotype	

Диуретички ефекат - diuretic effect	Ефекат стакленика - greenhouse effect
Добит - profit, gain	
Добра пољопривредна пракса - GAP, good agricultural practices	Ж
Додатак - supplement, amendment	Жбун - shrub, bush
Доступан - available	Жетвени остаци - crop residues
Дрвена грађа - timber, lumber	Животна средина - environment
Дрвена пиљевина - sawdust	Жита - cereals, grains
Дрвени угаљ - charcoal	
Дрљање - harrowing	З
Дрљача - harrow	Забарено земљиште - swampy land
Дренирати - drain	Загађење - pollution, contamination
Дубина садње - planting depth	Загађивач ваздуха - air pollutant
Дубина сетве - depth of sowing	Замрзнут - frozen, freezing
	Засад - crops
Е	Засена - shade
Екологија - ecology	Заслањеност земљишта - soil salinity
Еколошки услови - environmental conditions	Загађено земљиште - brownfield
Економичност - economic	Зачин - spice
Економско двориште - barnyard	Зачињен - spicing
Екскременти - faeces, excrements	Заштита усева - crop protection
Екстракција пресовањем - mechanical extraction, pressing	Зелени отпад - green waste
Екстракција растварачима - solvent extraction	Зелена биомаса - green herbage
Електрана - power plant, station	Зелена технологија - green technology
Елементи у траговима - trace elements	Зимзелена биљка - periwinkle plant
Емисија стакленичких гасова - carbon footprint	Зрнене махунарке - legumes
Ендосперм - endosperm	Зрно - grain, kernel, seed
Енергетски усеви - energy crops	
Епикотил - epicotyl	И
Ерозија ветром - wind erosion	Извор - source
Ерозија водом - water erosion	Измрзавање - freezing
Етарско уље - essential oil, ethereal oil, volatile oil	Изолациони материјал - insulating material
	Иловасто земљиште - loamy soil
	Иловача - loam
	Инванзиван коров - invasive weed

Инокулација - inoculation	Клица - germ, seedling
Инсекти - insects	Клицин корен - germ root
Инсектициди - insecticides	Колонија (биол.) - colony, cluster
Интерпсецијес хибрид - interspecies hybrid	Комбајн - combine
Иструлити - rot, decompose, putrefy	Компост- compost
Исхрана биљака - nutrition	Конзервисање - canning
Ј	Контаминација земљишта - soil contamination
Једногодишња биљка - annual plant	Корист - benefit, profit, utility
Јесењи усев - winter crop	Користан - useful, valuable, profitable
Јестив - edible	Кора - bark, cortex, crust, peel, rind
Јестива биљка - potherb	Коров - weed
Јестиво семе лептирњача - pulses	Корови, сузбијање - weed control
К	Котловско постројење - boiler plant
Кабаста сточна храна - forage	Клијанац - seedling
Калијум - potassium	Клијати - germination
Камара - pile, stack	Креч - lime
Каша - mash	Критични период - critical period
Кинеска шаш - chinese silver grass	Крмна биљка - forage crop, roughage
Кисела детергентска влакна - ADF acid detergent fiber (cellulose, lignin, silica)	Крмна смеша - compound feed
Киселина - acid	Крмна смеша, усев - crop mixture
Киселост - acidity	Кртола - potato tuber
Клас - spike, ear	Крунични листић - petal
Класање - earing	Кукуруз - maize, corn
Класификација трава - grass classification	Кућна радиност - homemade
Клизиште - landslide	Кућни љубимци - pets
Клијанац - sprout	Л
Клијање - germination, sprouting	Лако сварљив - digestible
Клима - climate	Ланац исхране - food chain
Климатске промене - climate changes	Ланцетасти лист - lanceolate leaf
Климатски услови - climate conditions	Латица, крунични листић - petal
	Легални опијум - licit opium
	Лековита храна - nutraceutical food
	Лековите биљке - medicinal plants
	Лептирњаче - legumes

Лечење - treatment, curing, healing	Минимална обрада - minimum tillage
Лика, влакно - bast fibre	Мирис - smell, scent, fragrance, aroma
Лиска - leaflet, pinna, blade	Мискан - miscan
Лисна дршка - leaf petiole	Мискантус - giant miscanthus
Лисна розета - leaf rosette, beet tops	Млети, самлети - ground, grind, mill
Лисни нерв - leaf vein, nerve	Монокултура - monoculture
Лисни нерви - leaf ribs	Морфолошке особине - morphological features
Лисни рукавац - sheath	Мраз - frost
Лист - leaf	Муљ - mud
Луковица - bulb, tuber	Мушки цвет - staminate flower
Лупине - lupins	
Луцерка - lucerne, alfalfa	
Љ	Н
Љуска - canola pod, rapeseed fruit	Наводњавање - irrigation
Љушћење зрна - dehulling	Нагнути терен - sloping terrain
М	Надгледање - monitoring
Малчовање - mulch	Надземни део - aerial part
Маргинално земљиште - marginal land	Надземни органи - shoot system
Маса - mass	Назубљен лист - toothed leaf
Материја - matter	Наклијавање - sprouting
Маховина - moss	Наклијало зрно (семе) - sprout
Махуна - pod	Нега усева - crop tending
Међуредна обрада - row cultivating	Неогранска хранива - mineral fertilizers
Међуредно растојање - inter-row width	Неискоришћен - unused, unimproved
Међуредни култиватор - interrow cultivator	Нејестив - unpalatable
Метаболичка енергетска вредност - metabolisable energy (ME) value	Неплодни цвет - infertile flower
Метлица - panicle	Непреживари - monogastric animals
Микроелементи - microelements	Непротеински азот - non-protein nitrogen (NPN)
Микроорганизам - microorganism	Несварљиве целулозе - ADF acid detergent fiber (cellulose, lignin, silica)
Микропропагација - micropropagation	Нето одржива енергија - net energy or maintenance
Минерална хранива - fertilizers	

Неукусан - unpalatable, tasteless
 Ницање - sprouting

О

Обновљива енергија - renewable energy
 Обрада - processing, treatment, adaptation
 Обрада земљишта - tillage, culture
 Обрада минимална - minimum tillage
 Обрадиво земљиште - arable soil
 Ограда, живица - hedgehog, fence
 Огртање - covering
 Одабрати - select, pick, pick out, cull
 Одводњавање - drainage
 Одсечак - cutting
 Озима жита - cool-season cereals
 Озиме усев - winter crop
 Окласак - corn cob
 Оман - elecampane, horse-heal
 Омега-3 масна киселина - omega-3 fatty acid, n-3 fatty acid
 Омотач семена - hull, husk
 Омотач махуне - pod husk
 Оптимална агротехика - optimal cultivation practice
 Орање - ploughing, plowing
 Орати - plough, plow
 Осје - awn
 Основна храна - staple food
 Осока - cattle urine, slash
 Откос - swath
 Отпаци - refuse, offal, litter, sewage, ross, trash
 Остаци зрна - spent grains
 Отвор, одушка - vent
 Отпаци јестивог уља - waste edible oil (WEO)

Отпаци после чишћења зрна - screenings

Отров - poison

Отрован - toxic, poisonous

Оштећење мразом - frost damage

Оштећење сушом - dry damage

П

Падавине - precipitation, rainfall

Пакер ваљак - cultipacker

Панел плоча - panel plate

Папир - paper

Пашњачка врста - ley crop

Пејзаж - landscape

Пелети - pellets

Пепео - ash

Пећ - stove, furnace, kiln, oven

Пећ за биљни угаљ - charcoal kiln

Пећи - bake, roast, fry

Пећница, перна - oven, stove

Печен - roasted, baked, fried

Пиролиза - pyrolysis

Пламен - flame, blaze

Пласт - stack, haystack

Плева - chaff, glume, husk, hull

Плевљење корова - hand-weeding

Племенита дивљач - game, venison

Плетена ограда - wicker fence

Плодоред - crop rotations

Плуг - plough, plow

Повећање искоришћености

ресурса - calability

Повољан - favourable

Подно складиште - floor storage

Поздер конопље - hemp hurds,

shives

Полегливо стабло - vine stem

Покорица - soil crust

Покривка - mulch

Покровни усев - cover crop

Полен - pollen	Пшенично брашно - wheat flour
Потражња - demand	
Потребе у води - water requirements	Р
Потребе у хранивима - fertilizer requirements	Равничарско подручје - lowland area
Права жита - small grains	Раж - rye
Пржионица - roaster, kiln	Ражани хлеб - rye bread
Превенција - prevention	Раонични плуг - mouldboard plough
Предиво - yarns	Расад - plug
Преживари - ruminants	Растворљиви угљени хидрати - water-soluble carbohydrates
Прерада - processing	Развиће - develop
Преријско просо - switchgrass	Растење - growth
Претплужњак - skim coulter	Регенерација после косидбе - regeneration after mowing
Примарни корен - primary root	Режим сагоревања - combustion regime
Принос усева - crop yield	Резерват племените дивљачи - noble game reserve
Прихрањивање усева - top dressing	Рејонизација производње - regionalization of production
Производња - production, output	Речна обала - river bank
Просо - proso millet	Ризом - rhizom
Просолика жита- warm-season cereals	Ризомски - rhizomatous
Простирка - litter	Рото култиватор - rotavator
Протеом (сет протеина) - proteome	Рурално подручје - rural area
Протеини - proteins	
Процена - assessment	С
Прстасто просо - finger millet	Савремена наука - contemporary science
Прстохват - pinch	Сагоревање - combustion, afterburning
Птичја храна - bird food	Садилица - planter
Птица - bird	Садиљка - dibble
Пулпа - pulp	Садња - planting
Пупољак - bud	Самлевен - ground, grinded, minced
Пчела - bee	Самоодрживост - self sufficiency
Пшеница - wheat	Саплементи - supplements
Пшеница, крупник - dinkel wheat	Сапонин - saponins
Пшеница, обична - common, bread wheat	
Пшеница, тврда - durum, pasta wheat	

Сварљиве целулозе - NDF neutral detergent fiber (cellulose, lignin)	Спонтана флора - spontaneous flora
Сварљивост - digestibility	Срж - core
Свежањ, букетић - bunch	Срп - sickle
Светлост - light	Стабилан - stable, steady, stabile
Сејалица - seeder	Стабло - stem, stalk, haulm
Секундарни производи - by-products	Станиште - habitat
Секундарни коренови - secondary roots	Сточна храна - animal diet, feed, feedstuff, fodder, stover
Семе - seed	Сточно брашно - bran
Семењача - seed coat, testa, hull, skin	Струготина - sawdust
Сенажа - senage	Сува биомаса - dry biomass
Сенажер - silage bundler	Сува супстанца - dry matter (DM)
Сеник - hay storage	Сузбијање корова - weed control
Сено - hay	Сузбијање патогена - disease control
Сетва - sowing	Сузбијање штетчина - pest control
Сетвоспремач - presowing cultivator	Супстанца - substance
Сецкан - chopped	Супстрат - substrate
Сечка - chopper	Суша - drought
Силажа - silage	Т
Силирање - ensiling	Таван - attic
Силоров - silage storage	Танин - tannin
Силос - silo, grain tank	Тањирање -
Силоторањ - silage storage silo	Тањираче - disc harrow, harrows
Синтетички гас - syngas	Таруп - straw chopper
Сирак - sorghum	Текстил - textile
Сиров - raw, uncooked	Текстилне биљке - fibers crops
Сировина - raw material	Технички алкохол - technical alcohol
Сировина за биогориво - feedstock	Технологија производње - technology production
Складиште - warehouse, storehouse	Тешки метали - heavy metals
Складиштење - storage	Толерантан на мраз - frost tolerant
Смеша за саксијске биљке - potting mixture	Топлота - heat
Слама - straw, stover, haulms, stubble	Траве - grasses
Слонова трава - elephant grass	Тритикале - triticale
Соја - soy bean	Троп (џибра) - ethanol stillage
Сорта - sort	Тропски предели - tropical regions
	Трстика - reed canarygrass

Ђ

Ђелија - cell
 Ђелијски ѕид - cell wall
 Ђурка - turkey
 Ђурићи - turkey poults

У

Угаљ - coal
 Угљен-диоксид - carbon dioxide
 Угљени - carbonic
 Угљеник - carbon
 Увенути - wilt
 Укупни протеини - crude proteins
 Укупне хранљиве супстанце - total
 digestive nutrients, TDN
 Укоречавање - rooting
 Уља - oils
 Уношење мин. хранива - fertilizer
 application
 Упала - inflammation
 Управљање - management
 Уређење околине - ornamental
 landscaping
 Усвајање хранива - nutrient uptake
 Усправно стабло - erect stem

Ф

Фаза мировања - dormancy phase
 Фармацеутски лек –
 pharmaceutical drug
 Фенофазе - phenological phases
 Физичке особине - physical
 properties
 Фиторемедијација -
 phytoremediation
 Фитотерапија - phytotherapy
 Фолијарно храниво - leaf-
 fed fertilizer
 Фосфор - phosphorus

Фотосинеза - photosynthesis
 Фотосинтетска активност –
 photosynthetic activity
 Фунгицид - fungicide
 Функционална храна - functional
 food
 Фурнир - wood veneer
 Фурфурал - furfural

Х

Хербицид - herbicide
 Хибрид - hybrid
 Хипокотил - hypocotyl
 Храна - food
 Храна за људе - food
 Храна за животиње - feed
 Храниво - feedstuff
 Хранљива вредност - feed value,
 nutritive value
 Хранљиви додаци - nutraceuticals
 Храпав, рапав - coarse

Ц

Цваст - inflorescence, raceme
 Цвет - flower, bloom, blossom
 Цветање - blooming
 Цветно стабло - flower stalk
 Цвећарство - floriculture
 Црвена детелина - red clover

Ч

Чаура - capsule, boll
 Чврст - solid
 Чврсто биогориво - solid biofuel
 Чернозем - chernozem
 Чизел плуг - chisel plough
 Човечанство - humanity, mankind
 Чување производа - crop storage

Ш

Шећерна трска - sugar cane

Шишарка - cone, pinecone

Шкодљива трава - harmful weed

Шпанска трска - spanish cane

Штетни гасови - harmful gases

Штеточине - pests

9. ЛИТЕРАТУРА

Acikel, H. (2011): The use of *Miscanthus x giganteus* as a plant fiber in concrete production. Scientific Research and Essays, Vol. 6, No. 13, pp. 2660-2667.

Adriano, D.C. (2001): Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals, 2nd ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, ISBN 978-0-387-21510-5.

Ahmad, R., P. S. Liow, D.F. Spencer and M. Jasieniuk (2008): Molecular evidence for a single genetic clone of invasive *Arundo donax* in the USA. Aquatic Botany, Vol. 88, pp. 113-120.

Ahmed, M. E., O. A. El-Zelaky, K. M. Aiad and E. I. Shehata (2011): Response of small ruminants to diets containing reed forage either as fresh, silage or hay versus berseem hay. Egyptian J. Sheep & Goat Sci., 6 (1), pp. 15-26.

Albaladejo, J. and E. Díaz (1990): Degradation and regeneration of the soil in a Mediterranean Spanish coastline: Trials in Lucdeme project (Degradación y regeneración del suelo en el litoral mediterráneo español: Experiencias en el proyecto LUCDEME). In Soildegradation and rehabilitation in Mediterranean environmental conditions (Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas), ed. J. Albaladejo et al., pp. 191–214. Madrid: CSIC.

Alderson, J. and W.C. Sharp (1994): Grass Varieties of the United States. Agriculture Handbook, No. 170. USDA, SCS, Washington D. C. pp. 79-81.

Allard, H. A. and M. W. Evans (1941): Growth and flowering of some tame and wild grasses in response to different photoperiods. Journal of Agricultural Research, 62(4), pp. 193-228.

Al-Snafi, A. E. (2015): The constituents and biological effects of *Arundo donax* - A Review. International Journal of Phytopharmacy Research, Vol. 6, Issue 1, pp. 34-40.

Anderson, H. (2012): Invasive Reed Canary Grass (*Phalaris arundinacea subsp. arundinacea*) Best Management Practices in Ontario. Ontario Invasive Plant Council, Peterborough, ON. 37 pp.

Anderson, W., M. Casler and B. Baldwin (2008): Improvement of perennial forage species as feedstock for bioenergy. In: Vermerris, W., Ed., Genetic Improvement of Bioenergy Crops, pp. 347-376.

Andersson, B. and E. Lindvall (1997): Use of biomass from reed canary grass (*Phalaris arundinacea*) as raw material for production of paper pulp and fuel. <http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/-03-003.pdf>

Anonymous (2007): Reed Canary Grass. Saskatchewan Forage Council, Dryland Forage Species Adaptation CD.

Anonymous (2019): Tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum*) for dryland salinity management. Agriculture and Food, DPIRD, Western Australia.

Anonymous (2020): *Phalaris arundinacea* var. *picta* 'Feesey'. Missouri Botanical Garden.

Antonović, G., V. Mrvić, E. Saljnikov, V. Perović, M. Nikoloski and D. Jaramaz (2011): Proposal for the new Serbian soil classification. Soil and Plant. Vol. 60, 3, pp. 132-140.

Arduini, I., A. Masoni, M. Mariotti and L. Ercoli (2004): Low cadmium application increase miscanthus growth and cadmium translocation. Environmental and Experimental Botany, Vol. 52, No. 2, pp. 89-100.

Attenborough, D. (1984): The living planet. British Broadcasting Corporation. ISBN978-0-563-20207-3.

Bailey Stamler, S., R. Samson and C. Ho Lem (2006): Biomass resources options: Creating a BIOHEAT supply for the Canadian greenhouse industry. Final report to Natural Resources Canada, Ottawa, 38 pages.

Ball, D. M., C. S. Hoveland and G. D. Lacefield (2002): Southern forages(3rd ed.) International Plant Nutrition Institute. pp. 26, ISBN 978-0-9629598-3-7.

Ball, D. M., C. S. Hoveland and G. D. Lacefield (2006): Guidelines for rotational stocking of selected forage crops. Forage Crop Pocket Guide. International Plant Nutrition Institute.

Bardos, P. et al., (2008): Biomass production on marginal land. BioCycle, Vol. 49, Issue 12, pp. 50-52.

Barnes, W. J. (1999): The rapid growth of a population of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) and its impact on some riverbottom herbs. Journal of the Torrey Botanical Society, 126(2), pp. 133-138.

Barrett-Lennard E. G., C. V. Malcolm and A. Bathgate (2003): Saltland pastures in Australia - A practical guide, 2nd edn. Land Water and Wool Sustainable Grazing on Saline Lands Sub-Program, Canberra.

Barrett-Lennard, E. G., C. V. Malcolm and A. Bathgate (2003): Saltland pastures in Australia - A practical guide, 2nd edn. Land Water and Wool Sustainable Grazing on Saline Lands Sub-Program, Canberra.

Bar-Sela, G., M. Cohen, E. Ben-Arye and R. Epelbaum (2008): The Medical Use of Wheatgrass: Review of the Gap Between Basic and Clinical Applications. *Mini Rev Med Chem.* 15(12), pp. 1002-1010.

Beale, G. (1993): The Discovery of mustard gas mutagenesis by Auerbach and Robson in 1941. *Genetics*, 134(2), pp. 393-399.

Becker, R., G. D. Hanners, D. W. Irving and R. M. Saunders (1986): Chemical composition and nutritional qualities of five potential perennial grains. *Food Sci. and Techn.* 19, pp. 312-315.

Bell, G. P. (1993): Biology and growth habits of giant reed (*Arundo donax*). In: *Arundo donax workshop proceedings*, (Online). Team Arundo del Norte (Producer).

Bell, G. P. (1997): Ecology and management of *Arundo donax*, and approaches to riparian habitat restoration in southern California. In: Brock, J. H.; Wade, M.; Pysek, P.; Green, D., eds. *Plant invasions: studies from North America and Europe*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers: pp. 103-113.

Benton, J. (2012): *Plant nutrition and soil fertility manual*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, pp. 273.

Bhanwra, R. K., S. P. Choda and S. Kumar (1982): Comparative embryology of some grasses. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 48, pp. 152-162.

Blume, H.-P., G. W. Brümmer, H. Fleige, R. Horn, E. Kandeler, I. Kögel-Knabner, R. Kretschmar, K. Stahrand B.-M. Wilke (2016): *Scheffer/Schachtschabel Soil Science*. Springer. doi:10.1007/978-3-642-30942-7.

Blunk, S. L., B. M. Jenkins, R. E. Aldas, R. H. Zhang, Z. L. Pan, C. W. Yu, N. R. Sakr and Y. Zheng (2005): Fuel properties and characteristics of saline biomass. Online. *Am. Soc. Ag. Eng (ASAE)*.

Boateng, A., H. Jung and P. Adler (2006): Pyrolysis of energy crops including alfalfa stems, reed canarygrass, and eastern gamagrass. *Fuel*, 85, pp. 2450-2457.

Bond, S. (2010): Candidate crops for contaminated land biofuels crop considered. *edie.net/crc*.

Boose, A. B. and J. S. Holt (1999): Environmental effects on asexual reproduction in *Arundo donax*. *Weeds Research*, 39, pp. 117-127.

Boose, A. B. and J.S. Holt (1999): Environmental effects on asexual reproduction in *Arundo donax*. Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside.

Borrajo, C. I., A. M. Sanchez-Moreiras and M. J. Reigosa (2018): Morpho-physiological responses of tall wheatgrass populations to different levels of water stress. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209281>

Bot, A. and J. Benites (2005): The importance of soil organic matter, Key to drought-resistant soil and sustained food and production. Food and Agriculture Organization Of The United Nations. FAO soils bulletin, pp. 80.

Breedlove, D. E. (1986): Flora de Chiapas. Listados Floríst. México, 4: i-v, pp. 1-246.

Brown, P. (2015): Miscanthus – for wildlife and game cover. <https://www.miscanthus.co.nz/>

Brümmer, G.W. (1986): Heavy Metal Species, Mobility and Availability in Soils. In The Importance of Chemical “Speciation” in Environmental Processes; Bernhard, M., Brinckman, F.E., Sadler, P.J., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, Volume 33, pp. 169–192, ISBN 978-3-642-70443-7.

Burner, D. M., A. J. Ashworth, D. H. Pote, J. R. Kiniry, D. P. Belesky, J. H. Houx, P. Carver and F. B. Fritsch (2017): Dual-use bioenergy-livestock feed potential of giant miscanthus, giant reed, and miscane. Agricultural Sciences, 8, pp. 97-112. DOI: 10.4236/as.2017.81008.

Burwell, S. (1984): Cooking and baking application of agroticum and luna grains. Rodale Test Kitchen, Emmaus, PA.

Camarsa, G., J. Sliva, J. Toland, T. Hudson, S. Nottingham, N. Roskopfand C. Thévignot(2014): Life and soil protection. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2779/64447.

Carrillo-Gonzalez, R., J. Simunek, S. Sebastienand D. Adriano (2006): Mechanisms and pathways of trace element mobility in soils. Adv.Agron. 91, pp. 111–179.

Caslin, B., J. Finnan and L. Easson (2011): Miscanthus best practice guidelines. Teagasc, Crops Research Centre, Oak Park, Carlow. AFBI, Agri-Food and Bioscience Institute, Hillsborough, Northern Ireland, pp. 1-46.

Catling, P. and G. Mitrow (2005): A prioritized list of the invasive alien plants of natural habitats in Canada. Canadian Botanical Association Bulletin. 38 (4), pp. 55-57.

Ceoloni, C., L. Kuzmanović, A. Gennaro, P. Forte, D. Giorgi and M. R. Grossi (2014): Genomes, chromosomes and genes of perennial *Triticeae* of the genus *Thinopyrum*: the value of their transfer into wheat for gains in cytogenomic knowledge and precision breeding. In: Tuberosa R., Graner A., Frison E. (Eds), Advances in Genomics of Plant Genetic Resources. Springer, Dordrecht (NL), pp. 333–358.

Chalupa, W.V., J. L. Cason andB. R. Baumgardt (1961): Nutritive value of reed canary grass as hay when grown with various nitrogen levels₁, ₂. Journal of Dairy ScienceVol. 44, Issue 5, pp. 874-878.

Chestnutt, J. C., J. C. Murdoch, F. J. Harrington and R. C. Binnie (1977): The effect of cutting frequency and applied nitrogen on production and digestibility of perennial ryegrass. Jour. British Grass. Soci., 32, pp. 177-183.

Chohfi, C., R. Luengo and J. Miguel (2010): Technology to produce high energy biomass briquettes. Techtp.com. Web.

Christou, M., M. Mardikis and E. Alexopoulou (2001): Research on the effect of irrigation and nitrogen upon growth and yields of *Arundo donax* L. in Greece. Aspects of Applied Biology, No. 65, pp.47-55.

Clayton, W. D. and S. A. Renvoize (1986): Genera graminum, grasses of the world. Kew Bull. Add. Ser. 13, pp. 1-389.

Clayton, W. D., M. S.Vorontsova, H. Williamson and K. T. Harman (2016): Grassbase - the online world grass flora. Royal Botanic Gardens, Kew, UK. www.kew.org/data/grasses-db.html.

Clifton-Brown, J. C. and I. Lewandowski (2002): Screening miscanthus genotypes in field trials to optimise biomass yield and quality in southern Germany. European Journal of Agronomy, 16, pp. 97-110.

Clifton-Brown, J. C. et al. (2016): Progress in upscaling Miscanthus biomass production for the European bio-economy with seed based hybrids. Global Change Biol. Bioenergy, Vol. 9, Issue 1 pp. 6-17.

Cocchi, M. (2011): Global wood pellet industry market and trade study. Biomass Energy Resource Center (PDF).

Colbry, V. L. (1953): Factors affecting the germination of reed canary grass. In: Clark, B. E., ed. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts: 43rd annual meeting; Lincoln, NE, pp. 50-56.

Colmer, T. D., T. J. Flowers and R. Munns (2006): Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. J. Exper. Bot. 57, pp.1059-1078.

Comes, R., D., L. Y. Marquis, Kelley and D. Allen (1981): Response of seedlings of three perennial grasses to dalapon, amitrole, and glyphosate. Weed Science. 29 (5), pp. 619-621.

Coops, H. and G. Van der Velde (1995): Seed dispersal, germination and seedling growth of six helophyte species in relation to water-level zonation. Freshwater Biology, 34(1), pp. 13-20.

Corno, L., R. Pulu and F. Adani (2014): *Arundo donax* L.: A non-food crop for bioenergy and bio-compound production. Biotechnology Advances. Vol. 32, Issue 8, pp. 1535-1549.

Csurhes, S. (2009): Weed Risk Assessment: Giant reed (*Arundo donax*). The State of Queensland, Department of Employment, Economic Development and Innovation, Australia.

Cvetković, O., R. Pivić, Z. Dinić, J. Maksimović, S. Trifunović i Ž. Dželetović (2016): Hemijska ispitivanja miskantusa gajenog u Srbiji – potencijalni obnovljiv izvor energije. Zaštita materijala, 57, (3), pp. 412 – 417.

da Costa, R. M. F., et al., (2019): Nutrient and drought stress: implications for phenology and biomass quality in miscanthus. Annals of Botany, Vol. 124, Issue 4, pp. 553-566.

Dary, M., M.A.Chamber-P'erez, A.J. Palomares and E. Pajuelo (2010): "In situ" phytostabilisation of heavy metal polluted soils using *Lupinus luteus* inoculated with metal resistant plant-growth promoting rhizobacteria. *J. Hazard Mater.* 177, pp. 323–330.

Das, A., U. Raychaudhuri and R. Chakraborty (2012): Effect of freeze drying and oven drying on antioxidant properties of fresh wheatgrass. *Int J Food Sci Nutr.* 63 (6), pp. 718-721.

Davidse, G. (2003): *Arundo*. In *Catalogue of New World Grasses (Poaceae): III. Subfamilies Panicoideae, Aristidoideae, Arundinoideae and Danthonioideae*. *Contr. U.S. Natl. Herb.* 46, pp. 113-115.

Deem, L. M. and S. E. Crow (2017): Biochar. (PDF Available), DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10524-X

Dickeduisberg, M., H. Laser, B. Tonn and J. Isselstein (2017): Tall wheatgrass (*Agropyron elongatum*) for biogas production: Crop management more important for biomass and methane yield than grass provenance. *Industrial Crops and Products*, Vol. 97, pp. 653-663.

Dickinson, N. (2009): Phytoremediation of inorganics: realism and synergies. *Int. J. Phytoremediation*, 11 (2), pp. 97-114.

Dinić, Z., J. Maksimović, A. Stanojković-Sebić and R. Pivić (2019): Prediction Models for Bioavailability of Mn, Cu, Zn, Ni and Pb in Soils of Republic of Serbia. *Agronomy*, 9, 856. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120856>.

DiTomaso, J. M. (1998): Biology and ecology of giant reed. In: Bell, Carl E., ed. In: *Arundo and saltcedar: the deadly duo: Proceedings of a workshop on combating the threat from arundo and saltcedar*; Ontario, CA. Holtville, CA: University of California, Cooperative Extension: 1-5.

Djuric, N. and Ђ. Glamoclija (2017): Introduction of miscanthus in agricultural production in Serbia and the potential for using biomass for obtaining alternative fuels. *International Scientific Conference, Sustainable agriculture and rural development in terms of the Republic of Serbia strategic goals realization within the Danube region - support programs for the improvement of agricultural and rural development, Thematic Proceedings*, pp. 453-470.

Dore, W. G. and J. McNeill (1980): *Grasses of Ontario*. Monograph No. 26. Ottawa, ON: Agriculture Canada, Research Branch. 566 p.

Dražić, G., J. Milovanović, J. Ikanović and Dj. Glamoclija (2010): Influence of agro-ecological factors on the biomass production of miscanthus (*Miscanthus x giganteus*). *Journal of Scientific Agricultural Research*, Vol. 71, No. 253, pp. 81-86.

Dražić, G., J. Milovanović, J. Ikanović i Đ. Glamočlija (2009): *Mischanthus x giganteus* - zvyšenie parametrov v rannej faze vyvoja. Zbornik recenzovanych prispevkov z medzinarodnoj vedeckej konferencie. Nitra 19. november ISBN 97-80-552-0319-5.

Dudley, T. (1998): Exotic plant invasions in California riparian areas and wetlands. *Fremontia*. 26 (4), pp. 24-29.

Dudley, T. L. (2000): Noxious wildland weeds of California: *Arundo donax*. In: Invasive plants of California's wildlands. C. Bossard, J. Randall, & M. Hoshovsky (eds).

Duke, J. A. (1983): *Agropyron elongatum* (Host). Beauv. Poaceae Tall Wheatgrass. Source: Handbook of Energy Crops. unpublished.

Dwire, K. A. and J. B. Kauffman (2003): Fire and riparian ecosystems in landscapes of the western USA. In: Young, Michael K.; Gresswell, Robert E.; Luce, Charles H., guest eds. Selected papers from an international symposium on effects of wildland fire on aquatic ecosystems in the western USA; 2002 April 22-24; Boise, ID. In: *Forest Ecology and Management*. Special Issue: The effects of wildland fire on aquatic ecosystems in the western USA. New York: Elsevier Science B. V; 178 (1-2), pp. 61-74.

Dželetović, Ž. and Đ. N. Glamočlija (2015): Effect of nitrogen on the distribution of biomass and element composition of the root system of *miscanthus x giganteus*. *Archives of Biological Sciences, On Line-First*, pp.547-560.

Dželetović, Ž., I. Živanović, R. Pivić and J. Maksimović (2013): Water supply and biomass production *Mischanthus x giganteus* Greef et Deu. *Proceedings*, 435-450. The 1st International Congress on Soil Science, XIII National Congress in Soil Science, Soil - Water - Plant, Belgrade, Serbia.

Đurić, N., D. Poštić, V. Rajičić, G. Branković, G. Cvijanović, R. Đorđević and S. Savić (2022): Production characteristics of *miscanthus* (*Mischanthus x giganteus* Greef et Deu) under agroecological conditions of Serbia, in *Proceedings of the 1st International Online Conference on Agriculture - Advances in Agricultural Science and Technology*, 10–25 February 2022, MDPI: Basel, Switzerland.

Đurić N., Đ. Glamočlija, S. Janković, G. Dozet, V. Popović, M. Mladenović Glamočlija и V. Cvijanović (2018): Alternativna žita u Srbiji u sistemu održive poljoprivredne proizvodnje. *Agronomski glasnik, Croatia*, Vol. 80, No. 6, pp. 369-384.

Đurić, N., M. Mladenović Glamočlija, M. Đokić, M. Spasić and Đ. Glamočlija (2021): Introduction of tall grasses in Serbian agricultural production and using biomass as an alternative fuel. *Sustainable Agriculture and Rural Development, Thematic Proceeding*, Publisher: Institute of Agricultural Economics, Belgrade, pp 259-270.

Ђурић, Н., В. Поповић, М. Табаковић, М. Ћуровић, З. Јововић, М. Младеновић Гламоћлија, Н. Ракашџан and Ђ. Гламоћлија (2019): Morphological and productive properties of miscanthus in a variable water regime. Journal of PKB Agro-economic, Vol. 25, pp. 1-2.

Elmi, A., A. A. Jafari, A. Farnia and M. Bakhtiari (2014): Studying varieties and relationships of yield and quality traits in tall wheatgrass (*Agropyron elongatum*) under two cutting management procedures. Journal of Rangeland Science, Vol.4, Issue 3, pp. 224-233.

Evans, M. W. and E. J. Ely (1941): Growth habits of reed canarygrass. Journal of the American Society of Agronomy. 33: pp. 1017-1027. (78148).

Falasca, S. L., C. Miranda and S. P. Alvarez (2017): Agro-Ecological zoning for tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum*) as a potential energy and forage crop in salt-affected and dry lands of Argentina. Research article, Vol. 1, Issue 1. DOI: 10.36959/718/597

Fargione, J., J. Hill, D. Tilman, S. Polasky and P. Hawthorne (2008): Land clearing and the biofuel carbon debt. Science, 319, pp. 235-1238.

Farrell, A. D., J. C. Clifton-Brown, I. Lewandowski and M. B. Jones (2006): Genotypic variation in cold tolerance influences the yield of *Miscanthus*. Annals of Applied Biology, 149(3), pp. 337-345.

Fike, J. et al. (2006): Switchgrass production for the upper southeastern USA: Influence of cultivar and cutting frequency on biomass yields. Biomass Bioenergy 30, pp. 207-213.

Franke, W., R. Lieberei and C. Reisdorff (2007): Nutzpflanzenkunde. 7. Auflage. Thieme, Stuttgart/ New York 2007, ISBN 978-3-13-530407-6, S. 411.

Fujita, K. (1977): Wing form composition in the field population of the two species of lygaeid bugs, *Dimorphopterus pallipes* and *D. japonicus*, and its relation to environmental conditions. Japanese Journal of Ecology, 27, pp. 263-267 (in English summary).

Fuller, R. D., E. D. P. Nelson and C. J. Richardson (1982): Reclamation of red mud bauxite residues using alkaline tolerant grasses with organic amendments. J. Envir. Quality 11(3), pp. 533-539.

Funatsu, Y. (2006): A study of the role of arbuscular mycorrhizae on a coastal sand dune and a solfatara field. Journal of the Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, 45, pp. 98-99.

Galatowitsch, S. M., N. O. Anderson and P. D. Ascher (1999): Invasiveness in wetland plants in temperate North America. Wetlands, 19(4), pp. 733-755.

Gao, Y., C. Gregor, Y. Liang, D. Tang and C. Tweed (2012): Algae biodiesel - a feasibility report. Chem. Cent. J. 6 (Suppl 1): S1 doi: 10.1186/1752-153X-6-S1-S1

Ghosal, S., R. K. Chaudhuri and S. K. Dutta (1971): Alkaloids of the flowers of *Arundo donax* L. *Phytochemistry*, 10, pp. 2852-2853.

Ghosal, S., S. K. Dutta, A. K. Sanyal, and Bhattacharya (1969): *Arundo donax* L. (*Gramineae*), Phytochemical and pharmacological evaluation, in the *Journal of Medical Chemistry*, Vol. 12, pp. 480.

Glamočlija, Dj., Snezana Jankovic, S. Rakic, Radojka Maletic, Jela Ikanovic and Z. Lacic(2010). Effects of nitrogen and harvest period on biomass and chemical composition of Sudanese grass, fodder sorghum and their hybrid. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, Vol. 35, No 2, pp. 127-138.

Glamočlija, Đ., M. Staletić, J. Ikanović, M. Spasić, V. Đekić and M. Davidović (2010): Possibilities alternative grain production in the highlands area of central Serbia. *International Scientific Meeting: Multifunctional Agriculture and Rural Development (V) II Book*, pp. 71-77.

Glamočlija, Đ., N. Đurić and M. Spasić (2018): The influence of agro-ecological conditions on the production properties of miscanthus. *Proceedings 8th International Symposium On Natural Resources Managment*, 19. May, Megatrend University, Faculty of Managment, Zaječar, Serbia, 173-178. ISBN 978-867747-590-1.

Glamočlija, Đ., O. Laganin, Ž. Dželetović i S. Oljača (2008): Mogućnosti iskorišćenja zemljišta Republike Srpske za gajenje novih bioenergetskih usjeva. *Agroznanje*, vol. 9, br. 2, str. 23-33.

Głowacka, K., U. Jørgensen, J. B. Kjeldsen, K. Kørup, I. Spitz, E. J. Sacks and S. P. Long (2015): Can the exceptional chilling tolerance of C4 photosynthesis found in *Miscanthus × giganteus* be exceeded? Screening of a novel *Miscanthus* Japanese germplasm collection. *Annals of Botany*, 115(6), pp. 981-990.

González Henao, S. and T. Ghneim-Herrera (2021): Heavy Metals in Soils and the Remediation Potential of Bacteria Associated With the Plant Microbiome. *Front. Environ. Sci.* 9:604216. doi: 10.3389/fenvs.2021.604216.

Govaerts, R. (2016): *Phalaris* bei World Checklist of Selected Plant Families des Royal Botanic Gardens Kew.

Gračanin, M. (1951): *Pedologija*, III deo. *Sistematika tala*. Školska knjiga, Zagreb.

Green, E. K. and S. M. Galatowitsch (2001): Differences in wetland plant community establishment with additions of nitrate-N and invasive species (*Phalaris arundinacea* and *Typha xglauca*). *Canadian Journal of Botany*. 79(2), pp. 170-178.

Grujić, T., J. Maksimović, Z. Dinić, R. Pivić, A. Stanojković Sebić and M. Jovković (2021a): Recognized values of the content of hazardous and harmful substances in the soil from the angle of science and legislation. Environmental protection of urban and suburban settlements: proceedings /XXV International Eco-Conference, 22-24th September 2021, Novi Sad; Ecological Movement Of Novi Sad, pp. 105 – 113.

Grujić, T., R. Pivić, J. Maksimović, A. Stanojković Sebić, Z. Dinić, D. Jaramaz, S. Tošić Jojević (2021b): Sustainable agriculture and sustainability of water resources from the aspect of environmental protection. *Ecocycles*, 7 (1), pp. 88 – 94. DOI 10.19040/ecocycles.v7i1.202.

Guerra, A. (1994): The effect of organic matter content on soil erosion in simulated rainfall experiments in W. Sussex, U.K. *Soil Use Manag.* 10, pp. 60–64.

Guo, Z. H. and X. F. Miao (2010): Growth changes and tissues anatomical characteristics of giant reed (*Arundo donax* L.) in soil contaminated with arsenic, cadmium and lead. *J. Cent. South Univ. Technol.* 17, pp. 770-777.

Hall, M. (1993): Reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) is a tall, leafy, high-yielding perennial. PenState Extension.

Han, F.X. (2007): Biogeochemistry of Trace Elements in Arid Environments; Springer: Cham, Switzerland; Dordrecht, The Netherlands, ISBN 978-1-4020-6024-3.

Hansen, P. et al., (1995): Classification and management of Montana's riparian and wetland sites. Miscellaneous Publication No. 54, Missoula, MT, 646 p.

Hanson, J. D. and H. A. Johnson (2005): Germination of switchgrass under various temperature and pH regimes. *Seed Tech.* 27, pp. 203-210.

Hardion, L., K. Saltonstall, R. Verlaque and A. Leriche (2014): Origin of the invasive *Arundo donax* (*Poaceae*): A trans-Asian expedition in herbaria. *Annals of Botany* 114 (3), DOI: 10.1093/aob/mcu143

Hardion, L., R. Verlaque and B. Vila (2016): The man and the reeds: a taxonomic tale on the genus *Arundo* L. (*Poaceae*). pdf

Hazelton, P., Murphy, B. (2016): Interpreting soil test results : what do all the numbers mean? Office of Environment and Heritage. Third edition. CSIRO Publishing, p. 200.

He, Z. L., X. E. Yang and P. J. Stoffella (2005): Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 19(2-3), pp. 125–140. doi:10.1016/j.jtemb.2005.02.010.

Heaton, E. A. et al., (2010): Chapter 3 - Miscanthus: A Promising Biomass Crop. *Advances in Botanical Research*, Vol. 56, pp. 75-137.

Heaton, E., T. Voigt and S. P. Long (2004): A quantitative review comparing the yields of two candidate C₄ perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 27, pp. 21-30.

Herrera, A. and T. L. Dudley (2003): Invertebrate community reduction in response to *Arundo donax* invasion at Sonoma Creek. *Biol. Invas* 5, pp.167-177.

Heuzé, V., G. Tran, S. Giger-Reverdin and F. Lebas (2014): Giant reed (*Arundo donax*). Feedipedia.org. A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/502>. pp. 18-37.

Hill, J., E. Nelson, D. Tilman, S. Polasky and D. Tiffany (2006): Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, pp. 11206-11210.

Hipple, P. C. and M. D. Duffy (2002): Farmers' motivations for adoption of switchgrass. *American Society for Horticultural Science*, pp. 252-266, (pdf).

Hirata, M., N. Hasegawa, K. Nobami and T. Sonoda (2007): Evaluation of forest grazing as a management practice to utilize and control *Miscanthus sinensis* in a young tree plantation in southern Kyushu, Japan. *Grassland Science*, 53, pp. 181-191.

Hodkinson, T. R. and S. A. Renvoize (2001): Nomenclature of *Miscanthus x giganteus* (Poaceae). *Kew Bulletin* 56 (3), pp.759-760.

Hodkinson, T. R., M. W. Chase, D. M. Lledó, N. Salamin and S. A. Renvoize (2002): Phylogenetics of *Miscanthus*, *Saccharum* and related genera (*Saccharinae*, *Andropogoneae*, *Poaceae*) based on DNA sequences from ITS nuclear ribosomal DNA and plastid *trnL* intron and *trnL-F* intergenic spacers. *J Plant Res*, No 115, pp. 381-392.

Hodkinson, T. T., E. Petrunenko, M. Klaas, S. Barth, S. V. Shekhovtsov and S. E. Petlek (2016): New Breeding Collections of *Miscanthus sinensis*, *M. sacchariflorus* and Hybrids from Primorsky Krai, Far Eastern Russia. *Perennial Biomass Crops for a Resource-Constrained World*, pp. 105-118.

Hoshovsky, M.(2004): Element stewardship abstract: *Arundo donax*-giant reed, [Online]. In: *Invasives on the web: The Nature Conservancy wildland invasive species program*. Davis, CA

Huber, S., G. Prokop, D. Arrouays, G. Banko, A. Bispo, et al. (2008): Environmental Assessment of Soil for Monitoring. Volume I: Indicators & Criteria. Technical Report. hal-02822804.

Husain, N., T. Hussain Trak and D. Chauhan (2017): Wheatgrass: herbal remedy for health and beauty. *Flora and Fauna*, Vol. 23 Special Issue, pp. 143-148.

Hutchison, M. (1992): Vegetation management guideline: reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.). Natural Areas Journal, 12 (3), pp. 159.

Iannone, B. and Galatowitsch S. M. (2008): Altering light and soil N to limit *Phalaris arundinacea* reinvasion in sedge meadow restorations. Restoration Ecology, 16(4), pp. 689-701.

Ikanović, J., V. Popović, S. Janković, S. Rakić, G. Dražić, Lj. Živanović, Lj. Kolarić i Ž. Lakić (2015): Produkcija biomase miskantusa gajenog na degradiranom zemljištu. Zbornik radova, XXIX savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista, Vol. 21. br. 1-2, str. 115-124.

Iketani, Y. and H. Ida (2008): Flora of the grassland producing roof material in northern Nagano Prefecture, central Japan. Bulletin of the Institute of Nature Education in Shiga Heights, Shinshu University, 45, pp. 1-6, (English summary).

Isobe, Y., K. Yamada, Q. Wang, K. Sakamoto, I. Uchiyama, T. Mizoguchi and Y. Zhou (2005): Measurement of indoor sulfur dioxide emission from coal-biomass briquettes. Water, Air and Soil Pollution, 163 (1-4), pp. 341-353.

Jason, M. P. and C. N. von Ende (2008): Correlation of soil nutrient characteristics and reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*) abundance in northern Illinois (USA). The American Midland Naturalist. 160 (2), pp. 430-437.

Jenkins, S., E. G. Barrett-Lennard and Z. Rengel (2010): Impacts of waterlogging and salinity on puccinellia (*Puccinellia ciliata*) and tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum*): zonation on saltland with a shallow water-table, plant growth, and Na⁺ and K⁺ concentrations in the leaves. Z. Plant Soil, Vol. 329, Issue 1-2, pp. 91-14.

Jensen E., K. Farrar, S. Thomas-Jones, A. Hastings, I. Donnison and J. Clifton-Brown (2011): Characterization of flowering time diversity in *Miscanthus* species. GCB Bioenergy, 3, pp. 387-400.

Jones, R.J.A., R. Hiederer, E. Rusco, P.J. Loveland and L. Montanarella (2004): The map of organic carbon in topsoils in Europe, Version 1.2, September 2003: Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.72 (S.P.I.04.72). European Soil Bureau Research Report No.17, EUR 21209 EN, 26pp. and 1 map in ISO B1 format. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Kabata-Pendias, A. (2010): Trace Elements in Soils and Plants, 4th ed.; CRC Press; Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA, ISBN 9781420093681.

Kahle, P., S. Beuch B. Boelcke, P. Leinweber and H-S. Schulten (2001): Cropping of miscanthus in Central Europe: biomass production and influence on nutrients and soil organic matter. *European Journal of Agronomy*, 15, pp. 171-184.

Kallioinen, A. et al (2012): Reed canary grass as a feedstock for 2nd generation bioethanol production. *Bioresour Technol*, 123, pp. 669-672.

Kan, T. (1998): The Nature Conservancy's approach to weed control. *Fremontia*. 26 (4), pp. 44-48.

Kar, S., Na Zhang, T. Nakashima, A. Villanueva-Morales, J. R. Stewart, E. J. Sacks, Y. Terajima and T. Yamada(2019): *Saccharum* × *Miscanthus* intergeneric hybrids (miscanes) exhibit greater chilling tolerance of C₄ photosynthesis and postchilling recovery than sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids). *GCB Bioenergy*, Vol. 11, Issue 11. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12632>

Kiesel, A. and I. Lewandowski (2017): Miscanthus as biogas substrate - Cutting tolerance and potential for anaerobic digestion. *Glob. Change Biol. Bioenergy*. doi: 10.1111/gcbb.12330.

Kim, K. D., E. Kern and D. E Giblin (2006): Controlling *Phalaris arundinacea* (reed canarygrass) with live willow stakes: a density-dependent response. *Ecological Engineering*. 27(3), pp. 219-227.

Kim, K. D., E. Kern and D. E Giblin (2006): Controlling *Phalaris arundinacea* (reed canarygrass) with live willow stakes: a density-dependent response. *Ecological Engineering*. 27(3), pp. 219-227.

Kirsch, E. M., B. R. Gray, T. J. Fox and W. E. Thogmartin (2007): Breeding bird territory placement in riparian wet meadows in relation to invasive reed canary grass, *Phalaris arundinacea*. *Wetlands*. 27(3), pp. 644-655.

Klebesadel, L. J. and S. M. Dofing (1991): Reed canarygrass in Alaska: influence of latitude-of-adaptation on winter survival and forage productivity, and observations on seed productivity. Bulletin 84. Fairbanks, AK: University of Alaska, School of Agriculture and Land Resources Management, Agricultural and Forestry Experiment Station. 24 p.

Kljajić, N., S. Arsić, N. Mijajlović (2012): Zemljište kao ekološki faktor poljoprivredne proizvodnje. *Transition*, Vol. 14 No. 29. str. 38-47.

Knežević, M. M., O. S. Stajković-Srbinić, M. Assel, M. D. Milić, K. R. Mihajlovski, D. I. Delić and A. V. Buntić (2021): The ability of a new strain of *Bacillus pseudomycoides* to improve the germination of alfalfa seeds in the presence of fungal infection or chromium. *Rhizosphere*, 18, 100353. doi:10.1016/j.rhisph.2021.100353.

Knežević, M., T. Berić, A. Buntić, M. Jovković, M. Avdović, O. S-Stanojković and D. Delić (2022): Native Mesorhizobium strains improve yield and nutrient composition of the common bird's-foot trefoil grown in an acid soil. *Rhizosphere* 21, 100487. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2022.100487>.

Knežević, M., T. Berić, A. Buntić, D. Delić, I. Nikolić, S. Stanković and O. Stajković-Srbinović (2021a): Potential of root nodule nonrhizobial endophytic bacteria for growth promotion of *Lotus corniculatus* L. and *Dactylis glomerata* L. *Journal of Applied Microbiology*. doi:10.1111/jam.15152.

Kopittke, P. M., N. W. Menzies, P. Wang, B. A. McKenna and E. Lombi (2019): Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, 132, 105078. doi:10.1016/j.envint.2019.105078.

Koyama, T. (1987): *Grasses of Japan and its neighboring regions: An Identification Manual*. Kodansha Ltd, Tokyo. (pdf).

Kukk, L., H. Roostalu, E. Suuster, H. Rossner, M. Shanskiy and A. Astover (2011): Reed canary grass biomass yield and energy use efficiency in Northern European pedoclimatic conditions. *Biomass Bioenergy*, 35, pp. 4407-4417.

Lakić, Ž., S. Pavlović, Đ. Glamočlija, V. Popović i D. Kondić (2018): Krmne biljke i žita u funkciji zaštite zemljišta od degradacije. Monografija, Poljoprivredni institut, Banja Luka, 403 str.

Lambert, A. M., T. L. Dudley and K. Saltonstall (2010): Ecology and impacts of the large-statured invasive grasses *Arundo donax* and *Phragmites australis* in North America. *Invasive Plant Science and Management*, 3(4), pp.489-494.

Lamp, C.A., S. J. Forbes and J. W. Cades (1990): *Grasses of Temperate Australia A Field Guide*. Inkata Press, Melbourne and Sydney.

Latkovic, D., J. Maksimovic, Z. Dinic, R. Pivic, A. Stanojkovic and A. Stanojkovic-Sebic (2020): Case Study upon Foliar Application of Biofertilizers Affecting Microbial Biomass and Enzyme Activity in Soil and Yield Related Properties of Maize and Wheat Grains. *Biology*, 9(12), 452. doi:10.3390/biology9120452.

Lee, D. K., A. S. Parrish and T. B. Voigt (2014): Switchgrass and giant miscanthus. *Agronomy*. Ed. Shastri, Y., A. Hansen, L. Rodrigues and K. C. Ting Engineering and Science of Biomass Feedstock Production and Provision. Springer, pp. 37-61.

Lee, S.T., B. L. Stegelmeier, D. R. Gardner and K. P. Vogel, (2001): The isolation and identification of steroidal sapogenins in switchgrass. *J. Nat Toxins*, 10 (4), pp. 273-281.

Lewandowski, I. and J. C. Clifton-Brown (eds.) (2000): *European miscanthus. Improvement project, FAIR3CT-96-1392*, 260 pp.

Lewandowski, I. et al. (2016): Progress on optimizing miscanthus biomass production for the European Bioeconomy: Results of the EU FP7 Project OPTIMISC Front. Plant Sci. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01620>.

Lewandowski, I., J. Scurlock, E. Lindvall and M. Christou (2003): The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*, 25, pp. 335-361.

Lin, S. H. et al. (2019): Collecting wild *Miscanthus* germplasm in Asia for crop improvement and conservation in Europe whilst adhering to the guidelines of the United Nations Convention on biological Diversity. *Annals of Botany*, Vol. 124, Issue 4, pp. 591-604.

Linder, H. P. and P. J. Rudall (2005): Evolutionary history of Poales. *Annual Review of Ecology, Evolution, Systematics*, Vol. 36, pp. 107-124.

Liu, L. and S. M. Phillips (2006): *Arundo donax*. In: Wu Zheng-yi, Peter H. Raven, Deyuan Hong (Hrsg.): *Flora of China. Volume 22: Poaceae*. Science Press/Missouri Botanical Garden Press, Beijing/St. Louis, ISBN 1-930723-50-4, S. 448.

Liu, L., W. Li, W. Song and M. Guo (2018): Remediation techniques for heavy metal-contaminated soils: Principles and applicability. *Science of The Total Environment*, 633, 206–219. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.03.1.

Liu, W. and R. C. Wang (2010): Tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum* (Podp.) Z.), Plant Symbol = THPO7 Contributed by: USDA NRCS Plant Materials Center, Pullman, Washington.

Lodewyckx, C., J. Vangronsveld, F. Porteous, E.R.B. Moore, S. Taghavi, M. Mezgeay and D. van der Lelie (2002): Endophytic Bacteria and Their Potential Applications. *Crit Rev Plant Sci* 21, pp. 583-606.

Lončarić, Z., I. Kadar, Z. Jurković, V. Kovačević, B. Popović K. and Karalić (2012): Heavy metals from farm to fork. In *Proceedings of the 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia, 13–17 February 2012*; Pospišil, M., Ed.; University of Zagreb, Faculty of Agriculture: Zagreb, Croatia, pp. 14–23, ISBN 978–953–7878–03–0.

Lord, R. A. (2015): Reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*) outperforms Miscanthus or willow on marginal soils, brown eld and non-agricultural sites for local, sustainable energy crop production. *Biomass and Bioenergy*, 78, pp. 110-125.

Lovett, R. A. (2019): Can switchgrass make better biofuels? *News Biology*, (pdf).

Lyhagen, R. (2009): Tall wheatgrass - a new cultivated crop in Sweden. *Svensk Botanisk Tidskrift*, Vol.103. No. 6 pp. 308-310.

Lyons, K. E. (author), eds. J. Randall, M. Robison, T. Morisawa and B. Rice (1998): *Phalaris arundinacea*. Global Invasive Species Team, The Nature Conservancy.

Maas, E. V. (1993): Plant growth response to salt stress. In Towards the rational use of high salinity tolerant plants. pp. 279-291. Springer, Dordrecht.

Maas, E.V.and G.J. Hoffman (1977): Crop salt tolerancecurrent assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers 103, pp. 115-130.

Magdoff, F.and H. Van Es (2021): Building soils for better crops ecological management for healthy soils, 4th edition. Handbook. pp. 394. ISBN 9781888626193.

Mahmoudabadi, E., F. Sarmadianand R. Nazary Moghaddam (2015): Spatial distribution of soil heavy metals in diferent land uses of an industrial area of Tehran (Iran). Int. J. Environ. Sci. Technol., 12, 3283–3298.

Maksimović, J., R. Pivić, A. Stanojković-Sebić, M. Jovković, D. Jaramaz and Z. Dinić (2021): Influence of Soil Type on the Reliability of the Prediction Model for Bioavailability of Mn, Zn, Pb, Ni and Cu in the Soils of the Republic of Serbia. Agronomy, 11, 141. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010141>

Maksimović, J., R. Pivić, A. Stanojković-Sebić, M. Vučić-Kišgeci, B. Kresović, Z. Dinićand Ђ. Glamočlija(2016): Planting density impact on weed infestation and the yield of Miscanthus grown on two soil types. doi: 234/2016. Issue of8/2016 PSE Plant, Soil and Environment, 62, pp.384-388.

Maksimović, J., Z. Dinić, R. Pivić, A. Stanojković-Sebić, Ž. Dželetović, M. Mladenović Glamočlija and Ђ. Glamočlija (2019): Environmental sustainability of marginal soils by Miscanthus cultivation: A review. Proceedings of the 25th International Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged, Hungary, pp. 186-190.

Mallett, K. and E. Orchard (2002): Flora of Australia. Published by ABRS, Canberra/CSIRO, Melbourne, 385 pp.

Mariani, C., R. Cabrini, A. Danin, P. Piffanelli, A. Fricano, S. Gomarasca, M. Dicandilo, F. Grassi and C. Soave (2010): Origin, diffusion and reproduction of the giant reed (*Arundo donax* L.) a promising weedy energy crop. Annals of Applied Biology. 157, pp. 191-202.

Martíne, I., A. Mariaand P. Bernal (2020): Environmental Impact of Metals, Metalloids, and Their Toxicity. In Metalloids in Plants: Advances and Future Prospects, 1st ed.; Deshmukh, R., Tripathi, D.K., Guerriero, G., Eds.; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, pp. 451–488.

Matović, G., E. Gregorić and Ђ. Glamočlija (2013): Agriculture in Serbia and Portugal. Crop production and drought in Serbia in light of climate change (Chapter 12): Recent developments and economic policy implications. Monografija, Ed. Srdjan Redžepagić and Marta C. N. Simões. Coimbra, Portugal.

Matsumura, M., E. Iwata and N. Nakajima (1975): Fundamental studies on artificial propagation by seeding useful wild grasses in Japan. VII. Field experiments on the seeding practices of *Miscanthus sinensis* and *M. tinctorius*, and some illustrations concerning the actual utilization of these grasses by artificial seeding. Research Bulletin of the Faculty of Agriculture, Gifu University, 38, pp. 351-357.

McAllister, A. (2011): Ecological impact of invasive *Arundo donax* populations in New Zealand: a 10 year study. Journal of Ecology, 53 (9), pp. 62-67.

McKendry, P. (2002): Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. Bioresource Technology, 83 (2002), pp. 37-46.

McLaughlin, S. and L. Kszos (2005): Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States. Biomass and Bioenergy, 28, pp. 515-535.

Meyer, M. H. (2012): Ornamental grasses in the United States. Horticultural Reviews, Wiley Online Library

Michel, R. et al. (2006): *Miscanthus* × *giganteus* straw and pellets as sustainable fuels and raw material for activated carbon. Environmental Chemistry Letters, Vol. 4, pp. 185-189.

Milchunas, D. G., M. W. Van deventer, L. O. Ball and S. Hyberg (2011): Allelopathic Cover Crop Prior to Seeding Is More Important Than Subsequent Grazing/Mowing in Grassland Establishment. Rangeland Ecology & Management, Vol. 64, Issue 3, pp. 291-300.

Miletic, Z., S. Stajic, Z. Radulovic, J. Maksimovic and S. Eremija (2020): Effect of submontane beech forest substitution by artificial Lawson's cypress stand on soil erodibility. Fresen. Environ. Bull. 29, 01, pp. 101-106.

Milovanović, B., G. Stanojević and M. Radovanović (2022): Climate of Serbia in The Geography of Serbia, Eds: Manić, E., Nikitović, V., Djurović, P. Springer International Publishing, pp. 57-68. doi.org/10.1007/978-3-030-74701-5_5.

Milovanović, B., V. Ducić, M. Radovanović and M. Milivojević (2017): Climate regionalization of Serbia according to Köppen climate classification. J. Geogr. Inst. Cvijic. 67(2), pp. 103-114.

Milovanović, M., P. Schuster, M. Radovanović, V. Ristić Vakanjac, C. Schneider and M. Milivojević (2018): Spatial-temporal variability of air temperatures in Serbia in the period 1961-2010. J. Geogr. Inst. Cvijic. 68(2), pp. 157-175.

Mishra, J., R. Singh and N.K. Arora (2017): Alleviation of heavy metal stress in plants and remediation of soil by rhizosphere microorganisms. Front. Microbiol. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01706>

Mitchell, R., K. Vogel and M. Schmer (2019): Switchgrass (*Panicum virgatum*) for biofuel production. Extension, Farm Energy.

Mladenović Glamočlija, M., V. Popović, S. Janković, M. Čurović, V. Mihailović, Ђ. Glamočlija i M. Đokić (2020): Nutrition influence to the productivity of bioenergy crops *Miscanthus x giganteus* in different environments. Geo Eco-Eco Agro Conference, pp. 28-31, Podgorica.

Mleczek, M., M. Gąsecka, J. Kaniuczak, P. Goliński, M. Szostek, Z. Magdziak, P. Rutkowski, S. Budzyńska (2018): Dendroremediation: The Role of Trees in Phytoextraction of Trace Elements. *Phytoremediation*, 267–295. doi:10.1007/978-3-319-99651-6_12.

Mondaca, P., A. Neaman, S. Sauvé, E. Salgado and M. Bravo (2015): Solubility, partitioning, and activity of copper-contaminated soils in a semiarid region. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 178, pp. 452–459.

Mortvedt, J. J. (2000): Bioavailability of micronutrients. In M. E. Sumner (ed.), *Handbook of Soil Science*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. D71–D88.

Mrvić, V., G. Antonović, D. Čakmak, V. Perović, S. Maksimović, E. Saljnikov and M. Nikoloski (2013): Pedological and pedogeochemical map of Serbia. In the Proceedings: The 1st International Congress on Soil Science XIII National Congress in Soil Science Soil Science Society of Serbia. September 23 – 26th, 2013, Belgrade, Serbia.

Mrvić, V., G. Antonović, M. Nikoloski, D. Jaramaz, S. Maksimović, E. Saljnikov and V. Perović (2012): Soil classification of the neighboring countries and relations with the WRB classification. *Soil and Plant*, Vol. 61, No.3, pp. 129-136.

Naidu, R. and R. D. Harter (1998): Effect of different organic ligands on cadmium sorption by and extractability from soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62, pp. 644–650.

Nassi, N. o Di Nasso L. G. Angelin and E. Bonari (2010): Influence of fertilisation and harvest time on fuel quality of giant reed (*Arundo donax* L.) in central Italy. *European Journal of Agronomy*, Vol. 32, Issue 3, pp. 219-227.

Nejgebauer, V., M. Ćirić, G. Filipovski, A. Škorić i M. Živković (1963): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. *Zemljište i biljka*, Vol. XII, br. 1-3. Beograd.

Nelson, D.W. and L.E. Sommers (1982): Total carbon, organic carbon and organic matter. In: *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Soil Science Society of America, 2nd Ed. American Society of Agronomy: Madison, USA.

Nielsen, P. N (1990): Elefantengrassanbau in Dänemark, *Praktikerbericht. Pflug und Spaten*, 3, pp. 1-4. (In German).

Niemuth, N. D. (2000): Land use and vegetation associated with greater prairie-chicken leks in an agricultural setting. *Journal of Wildlife Management*. 64 (1), pp. 278-286.

Nixon, P. and M. Bullard (2018): Planting and growing miscanthus planting and growing. BEST Practice guidelines For Applicants to DEFRA'S Energy Crops Scheme, 17 p. (pdf)

Oljača, S, M. Oljača, D. Kovačević i Ђ. Glamočlija (2007): Ekološke posledice upotrebe biljaka za dobijanje energije. Poljoprivredna tehnika, 32 (4): str. 91-97.

Ondrasek, G. and Z. Rengel (2011): The Role of Soil Organic Matter in Trace Element Bioavailability and Toxicity. Abiotic Stress Responses in Plants, 403–423. doi:10.1007/978-1-4614-0634-1 22.

Palik, D. J., A. A. Snow, A. L. Stottleyer, M. N. Miriti and E. A. Heaton (2016): Relative performance of non-local cultivars and local, wild populations of switchgrass (*Panicum virgatum*) in competition experiments. PLoS One; 11(4): e0154444 doi: 10.1371/journal.

Pascoal Neto, P. C., A. Seca, A. M. Nunes, M. A. Coimbra, F. Domingues, D. Evtuguin, A. Silvestre and J. A. S. Cavaleiro (1997): Variations in chemical composition and structure of macromolecular compounds in different morphological regions and maturity stages of *Arundo donax*. Industrial Crops and Products 6, pp. 51-58.

Paulson, M., P. Bardos, J. Harmsen, J. Wilczek, M. Barton and D. Edwards (2003): The practical use of short rotation coppice in land restoration. Land Contam Manag, 11 (3), pp. 323-338.

Paveglio, F. L. and K. M. Kilbride (1996): Integrated management techniques show promise for control for reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*) in seasonal wetlands (Washington). Restoration and Management Notes, 14 (1), pp. 79-80.

Perdue, R. E. (1958). *Arundo donax* – the source of musical reeds and industrial cellulose. Economic Botany, Vol. 12, pp. 368-404.

Piperno, D. R. and H-D. Sues (2005): Dinosaurs dined on grass. Science. 310 (5751), pp. 1126-1128.

Pivić, R., A. Stanojković Sebić, Z. Dinić, J. Maksimović, D. Jaramaz, T. Grujić and D. Vidojević (2021): Examination of chemical and physical properties of halomorphic soils in the Surčin area- Republic of Serbia. FAO „Global Symposium on Salt-Affected Soils“, 22-24 oktobar 2021, https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/GSAS21/022.pdf.

Pivić, R., A. Stanojković, S. Maksimović and D. Stevanović (2011): Improving the chemical properties of acid soils and chemical composition and yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) by use of metallurgical slag. Fresenius Environmental Bulletin, Published by: Parlar Scientific Publication (PSP), Volume 20, No. 4, pp. 875-885.

Pivić, R., A. Stanojković-Sebić and D. Jošić (2013): Assessment of soil and plants contamination with selected heavy metals along route in the section Belgrade-Preševo. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(5), pp. 1465-1472.

Pivić, R., J. Maksimović, A. Stanojković-Sebić and Z. Dinić (2020): Dangerous and harmful materials in agricultural soil and cultivated crops in the municipality of Prokuplje. 26th International Symposium on Analytical and Environmental Problems, which will be held on-line, 23-24. November 2020. ISBN 978-963-306-771-0, pp. 292-296. Publisher: University of Szeged, Department of Inorganic and Analytical Chemistry, H-6720 Szeged, Dóm tér 7, Hungary.

Pivić, R., Z. Dinić, A. Stanojković, J. Maksimović, D. Jošić and A. Stanojković-Sebić (2017a): Accumulation of heavy metals and trace elements in *Medicago sativa* L. Grown along the E75 route section Belgrade-Leskovac. *Biotechnology in animal husbandry* 33(3), pp. 361-374; Print ISSN 1450-9156 doi.10.2298/BAH1703361P.

Pivić, R., Z. Dinić, J. Maksimović, D. Jošić and A. Stanojković-Sebić (2017b): The effects of irrigation on the structural stability of microaggregates and the risk of soil crusting in the Moravica administrative district in the Republic of Serbia. Book of proceedings, pp. 1358-1365. VIII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2017", Jahorina, October 05 - 08, 2017. East Sarajevo, ISBN 978-99976-718-1-3 COBISS.RS-ID 6954776.

Pivić, R., Z. Dinić, J. Maksimović, D. Poštić, R. Štrbanović and A. Stanojković-Sebić (2020a): Evaluation of trace elements MPC in agricultural soil using organic matter and clay content. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke* 2020 Issue 138, pp. 97-108. doi.:10.2298/ZMSPN2038097P.

Prasad, V et al. (2011): Late Cretaceous origin of the rice tribe provides evidence for early diversification in *Poaceae*. *Nat. Communications*. 2, 480 p.

Quideau, S.A. (2002): Organic matter accumulation. In: *Encyclopedia of soil science*, pp. 891–894. New York, USA, Marcel Dekker Inc.

Quinones, F. A., S. Taylor Shaw and M. Cardenas (1982): Attempts to predict forage yield and protein content of individual plants of tall wheatgrass [*Agropyron elongatum* (Host) Beauv]. *Field Crops Research*, Vol. 5, pp. 365-371.

Raffa, C.M., F. Chiampo and S. Shanthakumar (2021): Remediation of Metal/Metalloid-Polluted Soils: A Short Review. *Appl. Sci.*, 11, 4134. <https://doi.org/10.3390/app11094134>.

Rascio, N. and F. Navari-Izzo (2011): Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? *Plant Science*, 180(2), pp. 169–181. doi:10.1016/j.plantsci.2010.08.01.

Reddy, N. and Y. Yang (2007): Natural cellulose fibers from switchgrass with tensile properties similar to cotton and linen. *Biotechnol. Bioeng.* 97, pp. 1021-1027.

Reed, K. (2008): Tall wheat grass (*Thinopyrum ponticum*). Pastures Australia (pdf).

Reynolds, S. G. (2016): "Grassland of the world". www.fao.org

Rice, C.W. (2002): Organic matter and nutrient dynamics. In: *Encyclopedia of soil science*, pp. 925–928. New York, USA, Marcel Dekker Inc.

Richards, L.A. (1954): *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Handbook. Soil Science; United States Department of Agriculture: Washington, DC, USA, pp. 78.

Rossa, B., A. V. Tu Aers, G. Naidoo and D. J. von Willert (1998): *Arundo donax* L. (Poaceae) - a C3 species with unusually high photosynthetic capacity. *Botanica Acta*, 111, pp. 216-21.

Roundy, B. A. (1995): Emergence and establishment of basin wild rye and tall wheatgrass in relation to moisture and salinity. *J. of Range Mgmt.* 38, pp. 126- 131.

Ryan, M. (2001): *Arundo donax* - Giant reed invades Southern Nevada. Univ. Nevada, Coop. Ext., Fact Sheet 01-87.

Saltonstall, K., A. Lambert and L. A. Meyerson (2010): Genetics and reproduction of common (*Phragmites australis*) and giant reed (*Arundo donax*). *Invasive Plant Sci. Management* 3, pp. 495-505.

Samson et al. (2008): In regions where the potassium and chlorine contents of switchgrass cannot be successfully leached out for thermal applications, it may be that biogas applications for switchgrass will prove more promising. Switchgrass has demonstrated some promise in biogas research as an alternative feedstock to whole plant corn silage for biogas digesters.

Samson, R. (2007): *Switchgrass production in Ontario: A Management Guide Resource Efficient Agricultural Production (REAP) - Canada*.(PDF).

Sanderson, K. (2006): US biofuels: A field in ferment. *Nature*, Vol. 444, pp. 673-676.

Sanderson, M. A. (2008): Upland switchgrass yield, nutritive value, and soil carbon changes under grazing and clipping. *Agronomy Journal*, Vol. 100, Issue 3, pp. 510-516.

Saponjic, B., V. Dragicevic, M. Rakocevic, M. Simic, N. Djordjevic and Dj. Glamoclija (2014): The productive and quality traits of forage maize in relation to the soil type and sowing density. *Nardi Fundulea, Romania Romanian Agricultural Research*, No. 31, First Online; DII 2067-5720 RAR 2014-311

Sarandón, R (1988): *Biología poblacional del gramon (Cynodon spp., gramineae)*. Document type:Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Sarić, M., B. Krstić i Ž. Stanković (1987):Fiziologija biljaka, Naučna knjiga, str. 538.

Sarma, H., N. F. Islam, R. Prasad, M. N. V. Prasad, L. Q. Ma and J. Rinklebe (2021): Enhancing phytoremediation of hazardous metal(loid)s using genome engineering CRISPR–Cas9 technology. *Journal of Hazardous Materials*, 414, 125493. doi:10.1016/j.jhazmat.2021.125493.

Sasaki, R., T. Hirata, F. Nakasuji and K.Fujisaki (2002): Decreased number of nymphal stadia in the lygaeid bug, *Dimorphopterus japonicus* (Heteroptera: Lygaeidae). *Applied Entomology and Zoology*, 37, pp. 335-340.

Schenk, P. M., S. R. Thomas-Hall, E. Stephens, U. C. Marx, J. H. Mussgnug, C. Posten, O. Kruse and B. Hankamer. (2008): Second generation biofuels: High-efficiency microalgae for biodiesel production. *BioEnergy Research*, 1, pp. 20-43.

Schmer, M. R., K. P. Vogel, R. B. Mitchell and R. K. Perrin (2008): Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass. *PNAS*, 105 (2), pp. 464-469.

Schulz-Schaeffer, J. and S. E. Haller (1987): Registration of Montana-2 perennial *Agrotriticum intermediodurum* Khizhnyak. *Crop Sciences*, No 27, pp. 822-823.

Semple, W. S., I. A. Cole and T. B. Koen (2003): Performance of some perennial grasses on severely salinised sites on the inland slopes of New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43(4) pp. 357- 371.

Seppälä, M., T. Paavola, A. Lehtomäki and J. Pintala (2009): Biogas production from boreal herbaceous grasses - specific methane yield and methane yield per hectare. *Bioresour Technol*, 100, pp. 2952-2958.

Shatalov, A. A., T. Quilhó and H. Pereira (2001): *Arundo donax* L. reed: new perspectives for pulping and bleaching 1 raw material characterization. *Tappi Journal Peer Reviewed Paper*, Vol. 84, No 1, pp. 1-11.

Shaw, R.J. (1999): Soil salinity - electrical conductivity and chloride in book *Soil Analysis: An Interpretation Manual*. Edited by Peverill, K.I., Sparrow, L.A., Reuter, D.J. CSIRO Publishing Australia.

Shehata, E. I., M. E. Ahmed, F. F. A. Ammou, A. A. M. Soliman, K. M. Aiad and A. M. Abdel-Gawad (2006): Comparison of feeding reed as hay or silage with feeding berseem hay or maize silage to dairy Zaraibi goat. *Egyptian J. Sheep, Goat and Desert Anim. Sci.*, 1 (1), pp. 233.

Shortall, O. K. (2013): „Marginal land” for energy crops: exploring definitions and embedded assumptions *Energy Policy*, 62, pp. 19-27.

Shremer, M. (2008): Wheatgrass juice and folk medicine. *Sciences Am*. 299(2), pp. 42

Silzer, T. (2000): *Panicum virgatum* L., prairie switchgrass, tall panic grass. Rangeland Ecosystems & Plants Fact Sheets. University of Saskatchewan Department of Plant Sciences.

Smith, K. (2010): Tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum* (Podp.) Z.W. Liu + R.R.C. Wang): A neglected resource in Australian pasture. New Zealand Journal of Agricultural Research, Vol. 39, Issue 4, pp. 623-627.

Soreng, R. J., P. M. Peterson, K. Romschenko, G. Davidse, F. O. Zuloaga, E. J. Judziewicz, T. S. Filgueiras, J. I. Davis and O. Morrone (2015): A worldwide phylogenetic classification of the *Poaceae* (*Gramineae*). Journal of Systematics and Evolution, 53 (2), pp. 117-137.

Speck, O. (2003): Field measurements of wind speed and reconfiguration in *Arundo donax* (Poaceae) with estimates of drag forces. American Journal of Botany. Vol. 90, Issue 8, pp. 1253-1256.

Spencer, D. F. and G. G. Ksander (2006): Estimate *Arundo donax* ramet recruitment using degree-day based equation. Aquat. Botany. 85, pp. 282-288.

Stanojković-Sebić A., R., Pivić, D. Jošić, Z. Dinić and A. Stanojković (2015): Heavy metals content in selected medicinal plants commonly used as components for herbal formulations. Journal of Agricultural Sciences - Tarım Bilimleri Dergisi, 21(3), pp. 317-325.

Stanojković-Sebić, A., J. Maksimović, Z. Dinić, A. Stanojković and R. Pivić (2020): Trace elements content in soils and indigenous medicinal herbs in the area of highly developed industrial activity, International Conference contaminated sites, December 2020 Slovak Republic, ISBN: 978-80-8213-030-3; Proceedings (e-book) pp.110-112.

Stanojković-Sebić, A., J. Maksimović, Z. Dinić, D. Poštić, R. Iličić, A. Stanojković and R. Pivić (2017a): Microelements and Heavy Metals Content in Frequently Utilized Medicinal Plants Collected from the Power Plant Area. Natural Product Communications. Vol. 12, No. 2, pp. 185 – 188.

Stanojković-Sebić, A., R. Pivić and J. Maksimović (2022): Eco-Friendly Use of Metallurgical Slag in Green Vegetables Cultivation. LAP LAMBERT Academic Publishing. pp. 140. ISBN: 978-620-4-74750-7.

Stanojković-Sebić, A., Z. Dinić, D. Poštić, D. Savić, R. Iličić, D. Jošić and R. Pivić (2017b): Levels of Macro and Trace Elements in Vegetable Crops as Influenced by Metallurgical Slag Addition to Marginal Soil. Fresenius Environmental Bulletin, Published by: Parlar Scientific Publication (PSP), Volume 26, No. 1A, pp. 1017-1025.

Stegelmeier, B. L. S. A. Elmore, S. T. Lee, L. F. James, D. R. Gardner, K. E. Panter, M. H. Ralphs and J. A. Pfister (2007): Switchgrass (*Panicum virgatum*) toxicity in rodents, sheep, goats and horses. Poisonous Plant Global Research and Solutions, 19. pp. 113-117.

Stewart, J. R., Y. Toma, F. G. Fernández, A. Nishiwaki, T. Yamada and G. Bollero (2009): The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan: a review. *Bioenergy*, Vol. 1, Issue 2, (pdf)

Sungur, A., M. Soylak and H. Ozcan (2014): Investigation of heavy metal mobility and availability by the BCR sequential extraction procedure: Relationship between soil properties and heavy metals availability. *Chem. Speciat. Bioavailab.*, 26, pp. 219–230.

Suraj Kar, Na Zhang, T. Nakashima, A. Villanueva-Morales, J. R. Stewart, E. J. Sacks, Y. Terajima and T. Yamada (2019): *Saccharum* × *Miscanthus* intergeneric hybrids (miscanes) exhibit greater chilling tolerance of C₄ photosynthesis and postchilling recovery than sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids). *GCB Bioenergy*, Vol. 11, Issue 11 pp. 1318-1333.

Taboada, M. A., G. Rubio and R. S. Lavado (1998): The deterioration of tall wheatgrass pastures on saline sodic soils. *J. Range Manage.*, Vol. 51, pp. 241-246.

Tanji, K. and W. Wallender (2012): Nature and extent of agricultural salinity and sodicity. In: Wallender, W., Tanji, K. (ed) *Agricultural salinity assessment and management*, ASCE manuals and reports on engineering practice No 71. 2nd ed. ASCE, New York, USA, pp. 1094.

Tokuşoglu, O. and M. K. Uenal (2003): Biomass nutrient profiles of three microalgae: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* and *Isochrysis galbana*. *Journal of Food Science*. 68 (4), pp. 1144-1148.

Tomović, S. (2002): *Alternativni izvori energije*. Izdavač, Tehnička knjiga, Beograd.

Trammell, M. (2019): Improving fall yield in tall wheatgrass. *Hay & Forage Grower*, May, pp. 36-37.

Trupp, C. R. (1965): A diallel analysis of seed yield components in intermediate wheatgrass, *Agropyron intermedium* (Host) Beauv. M.S. Thesis, Univ. of Idaho, Moscow.

Tyner, W. E. (2008): The US ethanol and biofuels boom: its origins, current status, and future prospects. *Bioscience*, No 58, pp. 646-653.

Ust'ak, S., J. Šinko and J. Muñoz (2019): Reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) as a promising energy crop. *Journal of Central European Agriculture* 20 (4), pp. 1143-1168.

van der Valk, A. G. and L. C. Bliss (1971): Hydrarch succession and net primary production of oxbow lakes in central Alberta. *Canadian Journal of Botany*. 49(7), pp. 1177-1199.

van der Weijde, T. et al. (2016): Impact of drought stress on growth and quality of miscanthus for biofuel production. *Glob. Change Biol. Bioenergy*. doi: 10.1111/gcbb.12382

Vidojević, D., J. Vasin, N. Marković, N. Bogdanov (2017): Status podataka o zemljištu, klimi i digitalnom mapiranju u Srbiji. U: Područja sa prirodnim ograničenjima u Jugoistočnoj Evropi: procena i preporučene mere. Urednici: Zdruli, P. i Čukaliev, O. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Skoplje, Makedonija. str. 180-202. ISBN 978-608-4536-09-3.

Virtue, J. G., T. Reynolds, J. Malone, C. Preston and C. Williams (2010): Managing the weed risk of cultivated *Arundo donax* L. 17th Australasian weeds conference, New frontiers in New Zealand; pp. 176-179.

Vogel, K. P. and R. B. Mitchell (2008): Heterosis in switchgrass: Biomass yield in swards. *Crop Sci.* 48, pp. 2159-2164.

Vogel, K. P. and J. Moore (1998): Forage yield and quality of tall wheatgrass accessions in the USDA germplasm collection. *Crop Sci.* 38, pp. 509-512.

Von Uexküll, H.R. and E. Mutert (1995): Global extent, development and economic impact of acid soils. *Plant and Soil.* Vol. 171, No. 1, pp. 1-15.

Vose, P. B. (1962): Delayed germination in reed canarygrass, *Phalaris arundinacea* L. *Annals of Botany.* 26(102), pp. 197-206.

Vukadinović, V. i V. Vukadinović (2011): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. str. 442.

Wagoner, P. (1988): Perennial Grain Research at the Rodale Research Center-1987 Summary. RRC/NC-88/33. Rodale Press, Inc. Emmaus, PA.

Wagoner, P. and A. Schauer (1990): Intermediate wheatgrass has as a perennial grain crop. p. 143-145. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *Advances in new crops.* Timber Press, Portland, OR.

Weiss, E. J. and L. J. Iaconis (2001): Tall wheat grass *Lophopyrum ponticum*. An assessment of weed potential for Parks, Flora and Fauna Division. Technical Report (PDF Available)

Wilkins, F. S. and H. G. Hughes (1932): Agronomic trials with reed canary grass. *Journal of the American Society of Agronomy,* 24, pp. 18-28.

Wloka, D., A. Placek, M. Smol, A. Rorat, D. Hutchison and M. Kacprzak (2019): The efficiency and economic aspects of phytoremediation technology using *Phalaris arundinacea* L. and *Brassica napus* L. combined with compost and nano SiO₂ fertilization for the removal of PAH's from soil. *Journal of Environmental Management,* 234, pp. 311-319.

Wolf, D. D. (2009): *Planting and Managing Switchgrass for Forage, Wildlife and Conservation.* VCE Publications, 418, Virginia State University, Petersburg, pp. 418-013.

Wolf, D. D. and D. A. Fiske (2008): *Planting and managing switchgrass for forage, wildlife, and conservation.* Virginia Cooperative Extension Publication, (pdf).

Wong, M. H., J. V. C. Wong and A. J. M. Baker (1998): Remediation and management of degraded lands. Lewis Publishers, 136 pp.

Wrobel, B., B. E. Coulman and D. L. Smith (2009): The potential use of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) as a biofuel crop. Acta Agric Scand Sect B Soil Plant Sci, 59, pp. 1-18.

Xue S, O. Kalinina and I. Lewandowski (2015): Present and future options for *Miscanthus* propagation and establishment. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 49, pp. 1233–1246.

Yan, N., P. Marschner, W. Cao, C. Zuo and W. Qin (2015): Influence of salinity and water content on soil microorganisms. International Soil and Water Conservation Research, 3(4), pp. 316–323. doi:10.1016/j.iswcr.2015.11.003.

Zanetti, F., W. Zegada-Lizarazu, C. Lambertini and A. Monti (2019): Salinity effects on germination, seedlings and full-grown plants of upland and lowland switchgrass cultivars. Biomass and Bioenergy, Vol. 120, pp. 273-280.

Zegada-Lizarazu, W., S. Salvi and A. Monti (2020): Assessment of mutagenized giant reed clones for yield, drought resistance and biomass quality. Biomass and Bioenergy, Vol. 134, 105501.

Антић, М., Н. Јовић и Б. Авдаловић (1982): Педологија. Научна књига. Стр. 403.

Антоновић, Г. и Ж. Видачек (1979): Основни принципи процене земљишног простора. Земљиште и биљка, вол. 28, бр. 1-2.

Антоновић, Г. и Ж. Видачек (1980): Процена производне и употребне вредности земљишног простора (Бонитет земљишта). VI Конгрес Југословенског друштва за проучавање земљишта. Нови Сад.

Антоновић, Г., М. Богдановић, Ж. Живановић, Р. Ћоровић и М. Трифуновић (1976): Земљишта Југоисточног Срема. Град Београд – Градска геодетска управа, Београд. стр. 237.

Антоновић, Г., В. Мрвић, М. Николоски, Е. Саљников, В. Перовић и Љ. Костић-Крављанац (2008): Типови земљишта. У: Земљишта слива Нишаве. Институт за проучавање земљишта, стр 43-120.

Антоновић, Г., В. Никодијевић, Ђ. Танасијевић и Љ. Војиновић (1975): Земљиште Браничевско-Звишке области и Хомоља. Институт за проучавање земљишта, стр. 126.

Антоновић, Г., В. Никодијевић, Ђ. Танасијевић, Љ. Војиновић, Н. Павичевић, Ж. Алексић, Ђ. Филиповић и М. Јеремић (1974): Земљиште басена Тимока. Институт за проучавање земљишта, стр. 343.

Бабовић, Ј. и В. Веселиновић (2010): Аграрна политика ЕУ и рејонизација аграрне политике Србије. Зборник радова (Факултет за економију и инжењерски менаџмент), вол. 3, бр. 5, стр. 7-24.

Борисов, А. М., Д. Р. Банковић и М. С. Дробњак (2011): Евалуација морфометријских карактеристика земљишта при изради карте тенко проходности. Војнотехнички гласник 1/11. стр. 62-80.

Видојевић, Д. (2009): Извештај о стању земљишта у Републици Србији. Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине.

Видојевић, Д. (2016): Процена резерви органске материје у земљиштима Србије. Пољопривредни факултет Универзитета у Новом Саду. Докторска дисертација. стр. 216.

Видојевић, Д., Б. Димић, Н. Баћановић, Л. Јовановић, Н. Јевтић и Н. Алексић (2015): Извештај о стању земљишта у Републици Србији. Министарство пољопривреде и заштите животне средине - Агенција за заштиту животне средине. ISSN 2466-2968.

Гарнизоненко, Т. С. (2005): Справочник современного ландшафтного дизайнера. Ростов-на-Дону: Феникс, ISBN 5-222-06328-3.

Гламочлија, Ђ. (2012): Посебно ратарство 1, Универзитетски уџбеник (2. издање). Пољопривредни факултет, Београд, 373 стр.

Гламочлија, Ђ., С. Јанковић и Р. Пивић (2012): Алтернативна жита. Институт за земљиште, Београд.

Гламочлија, Ђ., С. Јанковић, В. Поповић, В. Филиповић, Ј. Кузевски и В. Угреновић (2015): Алтернативне ратарске биљке у конвенционалом и органском систему гајења. Институт за примену науке у пољопривреди, Београд.

Губанов, И. А. и др. (2002): 188. Phalaroides arundinacea (L.) Rausch (Turphoides arundinacea (L.) Moench, Digraphis arundinacea (L.) Trin.)-Двукисточник тростниковидный/Иллюстрированный определит. растений Средней России. В 3 т. 282 стр. ISBN 8-87317-091-6.

Дакић, Б. (1969): Источни део Параћинско-Светозаревске котлине. Зборник радова Географског института Јован Цвијић, књига 22, стр. 677-707.

Драшковић, Б. и М. Ђукић (2018): Статус пољопривредног земљишта као природног ресурса у процесу приступања Србије ЕУ. Економски видици, XXIII, бр. 1-2, стр. 1 – 21.

Дугалић, Г. и Б. Гајић (2012): Педологија. Универзитет у Крагујевцу, Агрономски факултет у Чачку.

Дуцић, В. и М. Радовановић (2005): Клима Србије. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд. стр. 212.

Ђорђевић, А. и С. Радмановић (2016): Педологија. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.

Ђукић, Д., В. Јемцев, С. Ђорђевић, Б. Трифуновић, Л. Мандић и М. Пешаковић (2013): Биоремедијација земљишта. Будућност, ДОО Нови Сад. стр. 207.

Ђурђевић, В., А. Вуковић и М. Вујадиновић Мандић (2018): Осмотрене промене климе у Србији и пројекције будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија. Програм Уједињених нација за развој.

Ђурић, Н., Б. Кресовић и Ђ. Гламочлија (2015): Системи конвенционалне и органске производње ратарских усева. Монографија. Издавач: Институт ПКБ Агроекономик, Београд, 345 стр.

Ђурић, Н., В. Поповић, М. Табаковић, З. Јововић, М. Чуровић, М. Младеновић Гламочлија, Н. Ракашчанин, Ђ. Гламочлија (2019а): Ефекат рока сетве на принос и неке особине обичног проса (*Panicum miliaceum* L.). XXXIII Саветовање агронома, ветеринара, технолога и агроекономиста, Институт ПКБ Агроекономик, Београд. Зборник радова, вол. 25, бр. 1-2, стр. 89-98.

Ерић, П., Б. Ђупина, Ђ. Крстић и С. Вујић (2016): Травњаци. Пољопривредни факултет, Нови Сад. 433 стр.

Живановић, В. (2014): Природни потенцијали у функцији регионалног развоја и диференцијације Подриња. Зборник радова – Географски факултет Универзитета у Београду 62, стр. 61-90.

Живановић, Љ., Ј. Икановић, Љ. Коларић и Ђ. Гламочлија (2022): Чување ратарских производа (учбеник). Пољопривредни факултет, Београд.

Зеремски, М. (1969): Хидрографске особине удолине В. Мораве, Зборник радова Географског инст. САНУ, 22.

Ивовић, П. и Р. Мијовић (1969): Нове обрадиве површине Косова и Метохије. Уредник: ивовић, П. Виша пољопривредна школа Приштина, Завод за пољопривредне мелиорације и наводњавање, Пећ. стр. 172.

Јанковић, С., Ђ. Гламочлија и С. Продановић (2017): Енергетски усеви (монографија). Издавач: ИПН, Београд, стр. 9-257.

Јелић, М., Ј. Миливојевић, Г. Дугалић, В. Ђекић, Г. Шекуларац, А. Пауновић, М. Биберцић, Н. Тмушић (2015): Калцизација киселих земљишта у Централној Србији. Зборник радова “XX Саветовање о биотехнологији”. Вол. 20.(22). Чачак, 13.- 14. март 2015. године.

Калякин, С. (2016): Просо прутъевидное. (pdf).

Кнежевић, М., А. Ђорђевић, О. Кошанин, З. Милетић, С. Голубовић, С. Пекеч, Љ. Животић, Н. Николић и М. Жарковић (2011): Усклађивање номенклатуре основне педолошке карте са WRB класификацијом. Шумарски факултет Универзитета у Београду.

Костић, М., Љ. Гиговић и Г. Продановић (2014): Евалуација морфометријских карактеристика терена применом гис технологије. Зборник радова међународне научне конференције Универзитета Сингидунум, Утицај интернета на пословање у Србији и у свету, Синтеза, стр. 811-815, 25. 04. 2014. Београд, Србија. Универзитет Сингидунум.

Крајић, А. (2013): Геоеколошки проблеми Срема. Докторска дисертација. Географски факултет Универзитета у Београду. стр. 351.

Кузман, С., М. Степановић и Ђ. Миљковић (2009): Геолошко-геоморфолошке карактеристике Стига. Зборник радова Департмана за географију, туризам и хотелијерство 38/2009.

Максимовић, Ј. (2016): Утицај густине садње на закоровљеност засада и принос биомасе мискантуса (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu), докторска дисертација, Пољопривредн факултет, Београд.

Максимовић, С., Г. Антоновић, Р. Пивић, Б. Бребановић, Николоски, М. и В. Перовић (2009): Земљишта централне Србије. У: Плодност и садржај елеменатаосновних и штетних материјау земљиштимацентралне Србије. Институт за земљиште, Београд. стр. 3-36.

Манојловић, П., С. Драгићевић и С. Мустафић (2004): Основне морфометријске карактеристике рељефа Србије. Гласник Српског географског друштва, Свеска LXXXIV-БР. 2. UDC 911.2:551.4 (497.11).

Миловановић, Б., М. Радовановић, Б. Станојевић, М. Пецељ и Ј. Николић (2017): Клима Србије. У: Радовановић УМ (ед) Географија Србије. Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Београд.

Михајловић, Ј. (2018): Примена савремених класификација климата на климатску регионализацију Србије. Докторска дисертација. Универзитет у Београду, Географски факултет. стр. 325.

Мојашевић, М. и С. Виторовић (2009): Пестициди у земљишту. У: Плодност и садржај елеменатаосновних и штетних материјау земљиштимацентралне Србије. Институт за земљиште, Београд. стр. 189-222.

Мрвић, В., М. Здравковић, Б. Сикирић, Д. Чакмак и Љ. Костић-Крављањац (2009): Штетни и опасни елементи у земљишту. У: Плодност и садржај елеменатаосновних и штетних материја у земљиштима централне Србије. Институт за земљиште, Београд. стр. 75-134.

Новаковић-Костић, Р. (2015): Национална туристичка географија. Висока пословно - техничка школа струковних студија, Ужице, Србија. стр.308.

Павичевић, Н., Г. Антоновић, В. Никодијевић и Ђ. Танасијевић (1968): Земљишта Старог Влаха и Рашке. Институт за проучавање земљишта, Београд. стр. 285.

Павловић, М. (2019а): Географске регије Србије 1, Панонска макрорегија. Универзитет у Београду - Географски факултет, Београд. стр. 375. ISBN 978-86-6283-086-9.

Павловић, М. (2019б): Географске регије Србије 2, Планинско-котлинско-долинска макрорегија. Универзитет у Београду - Географски факултет, Београд. стр. 366. ISBN 978-86-6283-088-3.

Пивић, Р. (2013): Одводњавање псеудоглеја цевном дренажом. Задужбина Андрејевић, стр. 87.

Пивић, Р., Ј. Максимовић, З. Динић, М. Јовковић и А. Станојковић-Себић, (2020в): Потенцијали земљишта Топличке области и предлог мерањихове поправке. Стр 65-72. XXV Саветовање о биотехнологији самеђународним учешћем–Зборник радова 1 – Организатор и издавач: Универзитет у Крагујевцу, Агрономски факултет у Чачку, Чачак, 13 - 14. Март 2020. године. ISBN 978-86-87611-73-3; COBISS.SR-ID 283505932.

Пивић, Р., А. Станојковић-Себић, Ј. Максимовић и З. Динић (2021): Земљишта дела централне Србије и квалитет расположиве воде за наводњавање. Српска Академија Наука и Уметности. III Научни скуп Одељења хемијских и биолошких наука од 25.09.2020. Књига 19, стр. 71-87. Рационално коришћење земљишта и вода у Србији. ISBN 978-86-7025-905-8.

Поповић, Ж. (1989): Агрохемија. ИРО Научна књига, Београд. стр. 391.

Просторни план Републике Србије од 2021. до 2035. године. Нацрт. (2021): Република Србија, Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре, Београд, стр. 424.

Радичевић, З. (2013): Агрометеорологија, Институт за примену науке у пољопривреди, Едукација саветодаваца, Београд 5-8. новембар 2013. године.

Радичевић, З., Љ. Џингалашевић, Ј. Бојовић, С. Милакара и С. Радевић (2017): Агрометеоролошки услови у производној 2016/2017. години на територији Републике Србије. Републички хидрометеоролошки завод Србије – РХМЗ, Београд, новембар 2017.

Радичевић, З., Љ. Џингалашевић, Ј. Бојовић, С. Милакара и С. Радевић (2018): Агрометеоролошки услови у производној 2017/2018. години на територији Републике Србије. Републички хидрометеоролошки завод Србије – РХМЗ, Београд, новембар 2018.

Радичевић, З., Љ. Џингалашевић, Ј. Бојовић, С. Милакара и С. Радевић (2019): Агрометеоролошки услови у производној 2018/2019. години на територији Републике Србије. Републички хидрометеоролошки завод Србије – РХМЗ, Београд, новембар 2019.

Радичевић, З., Љ. Џингалашевић, Ј. Бојовић, С. Милакара и С. Радевић (2020): Агрометеоролошки услови у производној 2019/2020. години на територији Републике Србије. Републички хидрометеоролошки завод Србије – РХМЗ, Београд, новембар 2020.

Радичевић, З., Љ. Џингалашевић, Ј. Бојовић, С. Милакара и С. Радевић (2021): Агроеметеоролошки услови у производној 2020/2021. години на територији Републике Србије. Републички хидрометеоролошки завод Србије – РХМЗ, Београд, новембар 2021.

Ракићевић, Т. (1982): Климатске особине. Гласник Српског географског друштва.

Секуловић, Д. и Л. Гиговић (2008): Европска компонента геополитичког положаја Србије. Војно дело, 60(3), стр. 9-21.

Стевановић, Д., М. Јаковљевић и Љ. Мартиновић (1995): Решавање проблема киселих земљишта Србије—предуслов повећања производње хране и заштите земљишта. Саветовање „Поправка киселих земљишта Србије применом кречног ђубрива „Њивал Са”, Зборник радова, Параћин, стр. 7–21.

Степановић, М. (2011): Савремене геоморфолошке промене у Стигу. Докторска дисертација. Универзитет у Новом Саду, Природно–математички Факултет, Департаман за географију, туризам и хотелијерство.

Танасијевић, Ђ, Антонијевић, Г. и др. (1965): Земљиште басена Велике Мораве и Млаве. Београд.

Танасијевић, Ђ, Г. Антонијевић, Ж. Алексић, Н. Павићевић, Ђ. Филиповић и М. Спасојевић (1966): Педолошки покривач западне и северозападне Србије. Институт за проучавање земљишта, Београд.

Танасијевић, Ђ. (1972): Черноземи Војводине. Институт за пољопривредна истраживања – Нови Сад. стр.138.

Тривић, Н. (2019): Структура пољопривредних газдинстава и коришћење расположивог земљишта у Републици Србији. Републички завод за статистику, Београд, стр. 94.

Филиповић, Ђ. (1959): Педолошка проучавања чернозема у Стигу. Архив за пољопривредне науке, XII св. 36. стр. 64-76.

Џаловић, И., И. Максимовић, Р. Кастори и М. Јелић (2010): Механизми адаптације стрних жита на киселост земљишта. Зборник Матице српске за природне науке. 118:107–120. DOI: 10.2298/ZMSPN1018107D.

Џамић, Р. и Д. Стевановић (2000): Агрохемија, Партенон, Београд. стр. 440.

Џелетовић, Ж. и Ђ. Гламочлија (2011): Привредни значај гајења мискантуса. Пољопривредна техника, бр. 2, стр. 61-68.

Џелетовић, Ж. С., Г. З. Андрејић, И. Б. Живановић, Р. Н. Пивић, А. С. Симићи Ј. С. Максимовић (2014): Заштита, уређење и одрживо коришћење пољопривредног земљиштана територији Р. Србије гајењем биоенергетске траве *Miscanthus × giganteus*. Универзитет у Београду, Институт за примену нуклеарне енергије, Земун.

Целетовић, Ж., Љ. Михаиловић, Ђ. Гламочлија, Г. Дражић, С. Ђорђевић и М. Миловановић (2009): Жетва и складиштење *Miscanthus × giganteus* Greef et Deu. Пољопривредна техника (Београд), Год. XXXIV, бр. 3: стр. 9-16.

Шкорић, А, Г. Филиповски и М. Ђирић (1985): Класификација земљишта Југославије (Classification of Soils of Yugoslavia), Академија наука и умјетности Босне и Херцеговине, Посебна издања, књига LXXVIII, Сарајево.

* Approaches to Managing Intermediate Wheatgrass for Dual-Use Forage and Kernza Perennial Grain Production. 2019. Developed by у Green Lands Blue Waters, the University of Minnesota Department of Agronomy and Plant Genetics, the University of Wisconsin–Madison Agronomy Department, the Forever Green Initiative, The Land Institute, and farmer partners.

* Biochar for Environmental Management. Edited by IBI Board members J. Lehmann and S. Joseph. Science and Technology, (2015).

* BS EN ISO 17225-2 (2014): Solid biofuels - fuel specifications and classes part 2: graded wood pellets. British Standards Institute, London.

* Ernst Seed Catalog Web Page (2007): Switchgrass and Warm Season Grass Planting Guide. Ernst Conservation Seeds.

* Establishing and Managing Switchgrass as an Energy Crop, Forage and Grazinglands, 2008.

* FAO and UNEP (2021): Global assessment of soil pollution - Summary for policy makers. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4827en>.

* Fertilizer manual (RB209) (8th ed.), Department for Environment Food and Rural Affairs, London (2010)

* FRTR (2012): Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0. Federal Remediation Technologies Roundtable, Washington, DC.

* Global Invasive Species Database (2020) Species profile: *Arundo donax*. Downloaded from <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=112>

* IUSS Working Group WRB. (2015): World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

* *Miscanthus*. Natural Resources Conservation Service PLANTS Database. USDA. 2015.

* Switchgrass as a Bioenergy Crop, ATTRA, National Sustainable Agricultural Information Service, 2006.

* The Grass Manual: Distribution map for *Thinopyrum intermedium* (in North America; introduced species). Accessed 1/31.2013

* *Thinopyrum ponticum*. Germplasm Resources Information Network (GRIN). Agricultural Research Service (ARS), USDA, 2018.

* USDA, NRCS, NSSC. (1996): Chemical analyses of organic carbon (6A). Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigation Report No. 42, Version 3.0, US Government Printing Office.

* Републички хидрометеоролошки завод Србије - РХМЗ. 2016. Климатске карактеристике Србије.

* Сл. гласник РС. (1992): Закон о враћању утрина и пашњака селима на коришћење. Службени гласник Републике Србије. 16/1992.

* Сл. гласник РС. (1994): Правилник о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама за њихово испитивање. Службени гласник Републике Србије. 23/1994.

* Сл. гласник РС. (2001): Закон о грађевинском земљишту. Службени гласник Републике Србије. 44/95, 16/97, 16/2001 - одлука СУС.

* Сл. гласник РС. (2010): Уредба о утврђивању критеријума за одређивање статуса угрожене животне средине и приоритета за санацију и ремедијацију. Службени гласник Републике Србије. 22/2010.

* Сл. гласник РС. (2011): Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине. Службени гласник Републике Србије. 37/2011.

* Сл. гласник РС. (2014): Правилник о катастарском класирању и бонитирању земљишта. Службени гласник Републике Србије. 63/2014.

* Сл. гласник РС. (2015а): Закон о заштити земљишта. Службени гласник Републике Србије. 112/2015.

* Сл. гласник РС. (2015б): Правилник о методологији за израду пројеката санације и ремедијације. Службени гласник Републике Србије. 74/2015.

* Сл. гласник РС. (2016): Закон о подстицајима у пољопривреди и руралном развоју. Службени гласник Републике Србије. 10/2013, 142/2014, 103/2015, 101/2016.

* Сл. гласник РС. (2018а): Закон о пољопривредном земљишту. Службени гласник Републике Србије. 62/2006, 65/2008 - др. закон, 41/2009, 112/2015, 80/2017, 95/2018 - др. закон.

* Сл. гласник РС. (2018б): Закон о шумама "Службени гласник Републике Србије. 30/2010, 93/2012, 89/2015 и 95/2018 - др. закон.

* Сл. гласник РС. (2018в): Закон о водама. Службени гласник Републике Србије. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 и 95/2018 - др. закон.

* Сл. гласник РС. (2018г): Закон о заштити животне средине. Службени гласник Републике Србије. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - др.

закон, 72/2009 - др. закон, 43/2011 - УС, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - др. закон.

* Сл. гласник РС. (2019а): Уредба о граничним вредностима загађујућих, штетних и опасних материја у земљишту. Службени гласник Републике Србије. 30/2018, 64/2019.

* Сл. гласник РС. (2019б): Правилник о садржини и начину вођења Катастра контаминираних локација, врсти, садржини, обрасцима, начину и роковима достављања података. Службени гласник Републике Србије. 58/2019.

* Сл. гласник РС. (2019в): Правилник о садржини пројеката ремедијације и рекултивације. Службени гласник Републике Србије. 35/2019.

* Сл. гласник РС. (2019г): Правилник о условима које правно лице мора да испуњава за обављање послова мониторинга земљишта, као и документацији која се подноси уз захтев за добијање овлашћења за мониторинг земљишта. Службени гласник Републике Србије. 58/2019.

* Службени гласник РС. (2020): Закон о територијалној организацији Републике Србије. Службени гласник Републике Србије. 129/2007, 18/2016, 47/2018, 9/2020 - др. закон.

* Сл. гласник РС. (2020а): Закон о државном премеру и катастру. Службени гласник Републике Србије. 72/2009, 18/2010, 65/2013, 15/2015, 96/2015, 47/2017, 113/2017, 27/2018, 41/2018, 9/2020.

* Сл. гласник РС. (2020б): Уредба о систематском праћењу стања и квалитета земљишта. Службени гласник Републике Србије. 88/2020.

* Сл. гласник РС. (2020в): Правилник о условима за обављање контроле плодности обрадивог пољопривредног земљишта. Службени гласник Републике Србије. 115/2020.

* Сл. гласник РС. (2020г): Правилник о условима за израду пројекта претварања необрадивог у обрадиво пољопривредно земљиште. Службени гласник Републике Србије. 102/2020.

* Сл. гласник РС. (2020д): Правилник о условима за израду пројекта побољшања квалитета обрадивог пољопривредног земљишта. Службени гласник Републике Србије. 128/2020.

* Сл. гласник РС. (2020ђ): Правилник о листи активности које могу да буду узрок загађења и деградације земљишта, поступку, садржини података, роковима и другим захтевима за мониторинг земљишта. Службени гласник Републике Србије. 102/2020.

* Сл. гласник РС. (2021а): Закон о пољопривреди и руралном развоју. Службени гласник Републике Србије. 41/2009, 10/2013 - др. закон, 101/2016, 67/2021 - др. закон, 114/2021.

* Сл. гласник РС. (2021б): Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине. Службени гласник Републике Србије. 135/2004, 25/2015, 109/2021.

* Сл. гласник РС. (2021в): Закон о планирању и изградњи. Службени гласник Републике Србије. 72/2009, 81/2009 - исправка, 64/2010 - УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - УС, 50/2013 - УС, 98/2013 - УС, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - др. закон, 9/2020, 52/2021.

* Сл. гласник РС. (2021г): Правилник о условима и поступку давања у закуп и на коришћење пољопривредног земљишта у државној својини. Службени гласник Републике Србије. 16/2017, 111/2017, 18/2019, 45/2019, 3/2020, 25/2020, 133/2020, 63/2021.

* Сл. гласник РС. (2021д): Правилник о садржини и форми извештаја о мониторингу земљишта. Службени гласник Републике Србије. 126/2021.

* Сл. гласник РС. (2022): Устав Републике Србије. Службени гласник Републике Србије. 98/2006, 115/2021 – А.

* Стат. Год. Срб. (2020): Географски показатељи и клима. Републички завод за статистику, Београд, Милана Ракића 5.

Ђ. Гламочлија * Н. Ђурић * Ј. Максимовић

ИЗВОДИ ИЗ РЕЦЕНЗИЈА

Рецензија 1.

Одлуком Научног већа Института за повртарство у Смедеревској Паланци број: 16/18 од 13.04.2022. године, именован сам за рецензента за оцену монографије чији ће издавач бити Институт за повртарство у Смедеревској Паланци, под насловом “Високе траве (fam. *Poaceae*)”, од аутора др Ђорђа Гламочлије, др Ненада Ђурића и др Јелене Максимовић. Први аутор ми је доставио текст монографије у електронској форми, који сам пажљиво прегледао. На основу обављеног прегледа, достављам Научном већу моју оцену.

Рецензија

Техничке карактеристике рукописа – Монографија „Високе траве (fam. *Poaceae*)“ написана је на 360 странице основног текста и садржи 21 табелу и 19 слика. Пре основног текста налазе се насловна страница, подаци о едицији, издавачу, ауторима, рецензентима и издању (импесум), захвалница, садржај и предговор на српском и енглеском језику. Основни текст је организован у 7 поглавља, са одговарајућом поделом на потпоглавља. Након основног текста, налазе се Индекс појмова српски – енглески, Литература и Биографије аутора.

Оцена научно-стручног карактера рукописа – У монографији су за елаборацију теме употребљена савремена научна и стручна достигнућа из области пољопривреде. Посебан акценат је на агро-биодиверзитету, генетичким ресурсима, агроекологији, агротехници, складиштењу производа, технологији прераде, употреби и економској вредности високих трава. Аутори су прво написали одговарајући увод и истакли привредни значај пет врста високих трава: висока пиревина, преријско просо, шпанска трска, мискантус и трстика (поглавље 1), после чега су описали сваку од њих (поглавље 2) и приказали њихову ботаничку (таксономску) припадност (поглавље 3). У наставку су аутори приказали особине високих трава, укључујући морфолошке особине и животни циклус (поглавље 4). Услови успевања високих трава детаљно су анализирани у погледу потреба у топлоти, води и светлости (поглавље 5). Велика пажња у монографији потом је посвећена географским карактеристикама Србије, са нагласком на климатске услове, земљишне услове и рејонизацију (поглавље 6). Технологија производње сваке од пет

високих трава описана је у поглављу 7. Поглавља су постављена логичним редоследом и омогућавају читаоцу свеобухватно сагледавање различитих аспеката у вези високих трава.

У нашој земљи постојала је потреба за оваквом монографијом. Боље познавање високих трава је велика шанса за даљи развој пољопривреде, посебно у подручјима чија земљишта су мање повољних физичких и хемијских особина. У тим условима, високе траве могу дати значајан принос биомасе којом се могу подмирити потребе домаћих животиња у волуминозној и концентрованој храни и допунити палета различитих индустријских грана, као што су прехранбена и фармацеутска. У савременом свету високе траве постају тражен производ у индустрији целулозе и папира, као и компонента за јачање структуре бетона у грађевинарству. Аутори су указали на бројне могућности и иновације у вези са високим травама. Читалац сазнаје да високе траве доприносе секвестрацији угљеника у земљишту, ублажавајући климатске промене, спречавају ерозију, погодују племенитој дивљачи, служе као енергетски усев, имају лековита својства и декоративну вредност. Монографија подстиче пољопривреднике на заснивање усева високих трава, а стручњаке да врше истраживања ових биљака ради унапређења производње, оплемењивања и диверзификације коришћења. Монографија може послужити као уџбеник студентима, будућим пољопривредним стручњацима, с обзиром да омогућује стицање знања из специфичне области, смештене у интердисциплинарни контекст.

Текст монографије је јасан, поткрепљен одговарајућим чињеницама заснованим на сопственим релевантним истраживањима аутора и радовима других компетентних специјалиста у овој области. Сви коришћени извори су наведени у списку литературе.

Рукопис „Високе траве (*fam. Poaceae*)“ је оригинално, савремено, научно и стручно дело из области пољопривреде, које по категорији припада монографији. Сигуран сам да ће ово дело наићи на добар пријем код читалаца. Дело је написано интересантним и прихватљивим стилем за ратаре и технологе, студенте, пољопривредне саветодавце и истраживаче у примењеним биолошким наукама, којима ће овај текст значајно олакшати унапређење производње, учење, трансфер знања и истраживање. Предлажем издавачу да се рукопис „Високе траве (*fam. Poaceae*)“ одобри за штампање.
У Београду, 17. 6. 2022. године

Рецензент

Др Славен Продановић, ред. проф.
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Рецензија 2.

Научно веће Института за повртарство у Смедеревској Паланци одлуком бр. 16/18 од 13.04.2022. године одредило је да будем рецензент материјала будуће монографије Високе траве. После читања садржаја текста подносим следећу:

Рецензију

Текст за монографију Високе траве, др Ђорђа Н. Гламочлија, др Ненада А. Ђурића и др Јелене С. Максимовић има укупно 360 страна текста, самим тим аутори испуњавају услов Правилника о монографијама. У материјалу за рецензију описане су четири вишегодишње биљне врсте из породице трава (fam. *Poaceae*), које самоникло расту на веома широком географском подручју, од тропских, до умерено-континенталних предела. Ове врсте се одликују веома добрим биолошким особинама, тако да су избором најповољнијих клонова и њиховим оплемењивањем у свету створени бројни генотипови подесни за гајење на ораницама. Назив овим травним врстама „високе“ аутори су дали, јер је свака од обрађених просечне висине изнад два метра. Проучавањем односа ових трава према условима спољне средине и земљишта и поређењем са агроколошким условима пољопривредних подручја Србије, аутори истичу да би се оне могле гајити у нашој земљи. Самим тим, овај текст за будућу монографију представља оригиналан научни рад, јер су за сваку врсту детаљно описани начин коришћења главног и споредних производа, затим, ботанички опис (систематика, животни циклус и морфолошке особине), однос ових трава према агроколошким условима, технологија производње и чување производа. Материјал су аутори написали јасним и разумљивим стилем, тако да, осим студентима основних, маистри докторских студија, као и пољопривредним стручњацима агрономима, може послужити као одлично упутство али и пољопривредним произвођачима који би се определили за гајење ових ратарских врста. У приложеном материјалу за монографију аутори су веома детаљно обрадили следећа поглавља: Предговор; Увод и привредни значај високих трава; Опис најважнијих врста, а то су висока пиревина, преријско просо, шпанска трска, мискантус и трстика; Ботаничка припадност високих трава; Биолошке особине; Услови успевања; Географске карактеристике Србије са детаљним описом климатских и земљишних услова и рејонизацијом производње високих трава; Технологија производње и чување производа; Индекс појмова (српски - енглески) и Литература. Аутори су наведена поглавља обрадили веома детаљно и поткрепили бројним резултатима досадашњих проучавања

светски признатих научних радника, како страних, тако и домаћих. Аутори су у другом делу поглавља „привредни значај“ исцрпно истакли свестраност коришћења примарних и секундарних производа високих трава у разним гранама индустријске прераде. Описујући сваку од наведених врста и њиховог односа према агроеколошким условима, посебно су истакли значај ових трава у стварању повољнијих услова у агроекосистему. Ове биљке имају интензиван годишњи прираст биомасе, за коју троше велике количине угљен-диоксида и ослобађају у атмосферу кисеоник. Снажним кореновима упијају биљне асимилативе спречавајући њихову редукацију и испирање у подземне водотокове. Својом бујном биомасом и атрактивним изгледом погодне су као декоративне биљке, затим за гајење поред великих загађивача животне средине, на ловним подручјима и као заштитни усеви на стрмим теренима где ублажавају ерозију воденим бујицама. Правилно одређеном рејонизацијом високе траве биле би интересантне за гајење у руралним пределима, где би се, уз мања агротехничка улагања, добијали комерцијално исплативи приноси сировине за различите начине даље индустријске прераде, у првом реду за добијање биогорива. Посебно треба истаћи Индекс појмова на крају материјала, који читаоцу пружа лакше сналажење у коришћењу светске литературе. Великим бројем литературних извора и аутоцитата по ауторима испуњен је и услов да се приложени материјал штампа као монографија.

Нови Сад, 13. јун 2022. године

Рецензент

Др Вера Поповић, научни саветник
Института за ратарство и повртарство,
Институт од националног значаја
за Републику Србију,
Нови Сад, Србија

Рецензија 3.

Одлуком Научног већа Института за повртарство, бр. 16/18 од 13.04.2022. одређена сам за рецензента научне монографије „*Високе траве*“ аутора Ђорђа Гламочлије, Ненада Ђурића и Јелене Максимовић. Након прегледа и анализе достављене монографије у наставку је приказана рецензија.

У тексту за монографију „*Високе траве*“ аутори др Ђорђе Н. Гламочлија, др Ненад А. Ђурић и др Јелена С. Максимовић су на 360 страна описали четири вишегодишње биљне врсте из породице (*fam.*) *Poaceae*, које се гаје или би се могле гајити у агроеколошким условима пољопривредних подручја Србије. У тексту аутори су веома детаљно обрадили следећа поглавља: Предговор, Увод и привредни значај високих трава; Опис најважнијих врста; Висока пиревина; Преријско просо; Шпанска трска; Мискантус; Трстика; Ботаничка припадност високих трава; Биолошке особине; Услови успевања високих трава; Географске карактеристике Србије, Климатски и земљишни услови Србије, Рејонизација високих трава, Технологија производње и чување производа; Индекс појмова (српски - енглески) и Литература.

Свако од поглавља обрађено је веома детаљно и поткрепљено бројним резултатима досадашњих проучавања еминентних светских научних радника. Аутори су у другом делу поглавља „привредни значај“ исцрпно истакли свестраност коришћења примарних и секундарних производа високих трава у разним гранама индустријске прераде. Након описа сваке од врста и њиховог односа према агроеколошким условима, затим рејонизацији у пољопривредним подручјима Србије, веома детаљно је обрађено неколико система технологије производње, као и чувања производа. Индекс појмова читаоцу пружа бољи увид у светску литературу, као и велики број литературних података, као и аутоцитата

На основу претходно написаног, може се констатовати да монографија „*Високе траве*“ аутора: Ђорђа Гламочлије, Ненада Ђурића и Јелене Максимовић представља целовит приказ појмова, активности и резултата у овој области како у Србији, тако и у свету. Сматрам да разматрани рукопис даје преглед публикованих оригиналних резултата и да представља вредан научни и практични допринос. Дело је изворно и на веома добар начин приказује и анализира ову проблематику. Мишљења сам да рукопис има карактер монографије и може бити од значајне користи за студенате основних, мастер и докторских студија, пољопривредне саветодаваце и друге агрономе. Такође монографију могу да користе и пољопривредни произвођачи који би се определили за гајење ових ратарских врста. Тиме се учвршћује још једна карика у ланцу

теоријских и практичних сазнања за даља истраживања. Наведена монографија је из области биотехничких наука. Аутори су изнели актуелне и релевентне податке о савременим достигнућима производњи и чувању производа и све приказали кроз низ одабраних поглавља, табела и слика. Дело садржи резултате изворних научних истраживања и истраживања других аутора. Текст овог дела је написан веома стручно, језиком и стилем који су разумљиви и за широк круг читалаца. Монографија је базирана на новим сазнањима у овој области, те значајно обогаћује савремену домаћу литературу и представља синтезу модерних сазнања. Монографија је технички добро опремљена и припремљена.

За оваквом монографијом постоји потреба у Србији, јер има образовни и апликативни карактер. Аутори монографије су при писању имали оригинални приступ овој теми, тако да она представља нов и значајан допринос у науци и технолошком развоју. Сматрам да ову монографију треба штампати. Очекујем да ће ова монографија бити интересантна за бројне читаоце и да ће добити запажено место у научној и стручној јавности.

На основу изнетог, мишљења сам да монографија представља значајан допринос домаћој науци и струци, те је топло препоручујем.

Београд, 31. мај 2022. године

Рецензент

Проф. др Снежана Јанковић, научни саветник
Институт за примену науке у пољопривреди,
Београд, Србија

БИОГРАФИЈЕ АУТОРА

Ђорђе Н. Гламочлија рођен је 5. априла 1949. године у Новој Градишци где је завршио основну школу и гимназију. Пољопривредни факултет Универзитета у Београду уписао је 1968/69. године и дипломирао 1972. Последипломске студије је завршио 1980. године, а докторску дисертацију под насловом „Утицај густине усева и азота на фотосинтетску активност, принос и квалитет корена шећерне репе“ одбранио је 1986. године на Пољопривредном факултету у Београду. По завршетку студија кратко је радио у ПКБ, затим три године у ЗППП Војводина Бачка Паланка. Године 1977. дошао је на матични факултет да ради као асистент на предмету Посебно ратарство. Прошавши кроз цео изборни циклус, за редовног професора на истом предмету изабран је 2001. године. Осим на матичном факултету, до 2014. године изводио је наставу на неколико пољопривредних факултета и високих пољопривредних школа, био је гостујући професор на Волгоградској пољопривредној академији. Поред основног предмета Посебно ратарство, формирао је и неколико нових, на пример Чување ратарских производа, Секундарни производни ратарства, Енергетски усеви и Алтернативне ратарске биљке. У периоду од 1980. године боравио је у Русији, Пољској, Немачкој, Румунији и у другим земљама где је учествовао на научним и стручним скуповима, као и на студијским усавршавањима из уже научне области. Уз наставну и научну активност, одређени допринос дао је и у комисијама на Факултету, на Универзитету и у Министарству пољопривреде Србије. Учествовао је као руководилац или члан комисије у изради и одбрани 34 дисертације и великом броју магистарских, специјалистичких, мастер и дипломских радова. У сарадњи са колегама објавио је до сада 40 стручних књига, уџбеника и монографија, а као аутор и коаутор написао је 23 рада у научним часописима М₂₁-М₂₃ категорије и више од 150 научних и стручних радова штампаних у домаћим часописима. Поред рада у настави био је ангажован од стране Факултета у предузећима Енергогас (Србијагас) и Транснафта. Од 2018. године учествује у раду Института Ватрогас, Нови Сад. Приватно, засад има два сина и два унука.

Ненад А. Ђурић рођен је 21. новембра 1971. године у Панчеву, где је завршио основну и средњу пољопривредну школу. Пољопривредни факултет Универзитета у Београду уписао је 1990/91 године и дипломирао 1996. Последипломске студије је завршио 2001. године, а докторску дисертацију под насловом „Фенотипске промене и одржање генетичког идентитета при сортној репродукцији пшенице“ одбранио је 2013. године на Пољопривредном факултету. Као стипендиста Министарства за науку и технологију 1996. распоређен је у Институт ПКБ Агроекономик, Падинска Скела, Београд, на Одељењу за селекцију пшенице. Од 2000. до 2005. године био је на месту руководиоца Одељења за селекцију пшенице и директор Завода за ратарство и повртарство у оквиру Института ПКБ Агроекономик. Од 2005. до 2013. године у два мандата био је директор Института ПКБ Агроекономик из Падинске Скеле. Од 2013. до 2014. године је руководио Одељења за селекцију стрних жита у Институту ПКБ Агроекономик. Од 2014. године изабран је у научно звање научни сарадник и почиње да ради као доцент на Мегатренд Универзитету, Факултет за биофарминг у Бачкој Тополи. 2020. године на Факултету за биофарминг изабран је у звање ванредног професора и стиче звање вишег научног сарадника. Био је ментор, председник и члан комисије за оцену и одбрану већег броја дипломских радова, мастер радова и докторских дисертација на Факултету за Биофарминг. Такође је био члан комисија за избор у истраживачка, научна и наставна звања. Од јула 2021. године запослен је у Институту за повртарство у Смедеревској Паланци, у Одељењу за генетику и оплемењивање поврћа. Као аутор или коаутор, објавио је више од 180 библиографских јединица, које су цитиране у домаћој и страниј научној и стручној литератури, од којих су 14 радова на СЦИ листи и две монографије националног значаја. Аутор или коаутор је 10 признатих и реализованих сората пшенице (6 сората на међународном нивоу и 4 сорте на домаћем нивоу), две сорте тритикалеа, две сорте јечма, једне сорте ражи и два хибрида кукуруза реализованих на домаћем нивоу. Активно је учествовао у реализацији пројектних задатака у оквиру пет пројектних циклуса Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Активни је и редовни члан више академија, научних и стручних организација у земљи и иностранству. Ожењен и отац једног детета.

Јелена С. Максимовић рођена је 20.08.1983. године у Београду где је завршила основну школу. Средњу Пољопривредно – хемијску школу у Обреновцу завршила је 2003. године. Основне академске и докторске студије завршила је на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду. Докторску дисертацију под називом "Утицај густине садње на закоровљеност засада и принос биомасе мискантуса (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.)" одбранила је 05.05.2017. године. По завршетку факултета на кратко је радила у Институту за шумарство на одсеку за испитивање земљишта и биљног материјала. У Институту за земљиште запослена је од 01.03.2012. у оквиру одсека за мелиорације и ерозију земљишта. Поред редовног научно-истраживачког рада, руководи менаџментом квалитета акредитоване лабораторије Института за земљиште према стандарду SRPS ISO/IEC:17025:2017. Заменик је председника Научног већа и члан Управног Одбора Института за земљиште. Такође је овлашћена за извођење мониторинга земљишта испред Института од стране Министарства заштите животне средине и за испитивање и оцену биолошке и храниве вредности ђубрива од Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде. Учествовала је на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја, и у изради више пројеката урађених за потребе привредних субјеката, Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде и Министарства заштите животне средине. Руководилац је пројекта финансираног од стране Фонда за иновациону делатност „Еколошко управљање биомасом мискантуса за добијање средства за оплемењивање и повећање продуктивности пољопривредног земљишта“ и руководи групом истраживача из Института у међународном пројекту финансираног од стране FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations „Јачање националних капацитета за процену ризика од дифузног загађења пољопривредног земљишта“ чије реализације су у току. Учествовала је у организационом одбору међународних симпозијума, избору у звања, као члан у мастер раду и научно-истраживачком раду докторанда Института за земљиште. Члан је Друштва за проучавање земљишта Србије (СДПЗ). У звање научни сарадник изабрана је 28.03.2018. До сада је као аутор или коаутор објавила једну монографију међународног значаја, техничко решење и преко 80 библиографских јединица у области биотехничких наука.

(The smell of the freshly cut grass is produced mainly by cis-3-Hexenal.[34]

*Some common aphorisms involve grass. For example:

"The grass is always greener on the other side" suggests an alternate state of affairs
will always seem preferable to one's own.

"Don't let the grass grow under your feet" tells someone to get moving.

"A snake in the grass" means dangers that are hidden.

"When elephants fight, it is the grass which suffers" tells of bystanders caught in the
crossfire.

A folk myth about grass is that it refuses to grow where any violent death has
occurred.[35]

Мирис свеже покошене траве углавном производи цис-3-хексенал. [34]

Неки уобичајени афоризми који спомињу траву. На пример:

"Трава је са друге стране увек зеленија" наговештава да ће алтернативно стање
увек изгледати боље од властитог.

"Не дозволите да вам трава расте под ногама" говори некоме да се креће.

„Змија у трави“ значи опасности које су скривене.

"Када се слонови боре, трава пати" говори о пролазницима ухваћеним у
унакрсној ватри.

Народни мит о трави је да она одбија да расте тамо где је дошло до било какве
насилне смрти. [35]

