



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Срђан Шеремешкић
Бојан Војнов



АГРОЕКОЛОГИЈА

ПРАКТИКУМ





ПОЉОПРИВРЕДНИ
ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

АГРОЕКОЛОГИЈА

-практикум-

Срђан Шеремешкић
Бојан Војнов

ЕДИЦИЈА ПОМОЋНИ УЏБЕНИК

Оснивач и издавач едиције

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет

Трг Доситеја Обрадовића 8, Нови Сад, Србија

Година оснивања: 1954.

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК ЕДИЦИЈЕ

др Ненад Магазин, редовни професор

Декан Пољопривредног факултета у Новом Саду

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ ЗА ИЗДАВАЧКУ ДЕЛАТНОСТ

др Марица Петровић, доцент – председник

др Зорица Срђевић, редовни професор – члан

др Ивана Давидов, редовни професор – члан

др Дејан Беуковић, ванредни професор - члан

др Ксенија Мачкић, ванредни професор – члан

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

631.95(075.8)(076)

ШЕРЕМЕШИЋ, Срђан, 1975-

Агроекологија : практикум / Срђан Шеремешић, Бојан Војнов. -
Нови Сад : Пољопривредни факултет, 2025 (Ниш : Графика Галеб).
- 90 стр. : илустр. ; 30 см. - (Едиција Помоћни уџбеник)

Тираж 20. - Библиографија.

ISBN 978-86-7520-629-3

1. Војнов, Бојан, 1992-

а) Агроекологија - Практикуми б) Пољопривреда - Еколошки аспект

COBISS.SR-ID 173204489

АУТОРИ:

Др Срђан Шеремешкић, редовни професор

Др Бојан Војнов, доцент

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК ЕДИЦИЈЕ

Др Ненад Магазин, редовни професор

Декан Пољопривредног факултета у Новом Саду

УРЕДНИК

др Ђорђе Крстић, редовни професор

Директор Департмана за ратарство и повртарство

Пољопривредни факултет у Новом Саду

Универзитет у Новом Саду

РЕЦЕНЗЕНТИ

др Горан Јаћимовић, редовни професор

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет

др Јордана Нинков, научни саветница

Институт за ратарство и повртарство Нови Сад, Институт од националног значаја за
Републику Србију

ИЗДАВАЧ

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад

Забрањено прештампавање и фотокопирање. Сва права задржава издавач

Штампање одобрила:

Комисија за издавачку делатност и Наставно-научно веће

Пољопривредног факултета

Штампарија: Графика Галеб, Ниш

Тираж: 20 примерака

ISBN 978-86-7520-629-3

Фотографија на корицама: Срђан Шеремешкић

Место и година штампања: Нови Сад, 2025.

Садржај

1. СВЕТОСТ КАО ВЕГЕТАЦИОНИ ЧИНИЛАЦ.....	7
2. ТОПЛОТА КАО ВЕГЕТАЦИОНИ ЧИНИЛАЦ	12
3. ВОДА КАО ВЕГЕТАЦИОНИ ЧИНИЛАЦ	27
4. ПОЉОПРИВРЕДНА ОЦЕНА КЛИМЕ – показатељи аридности и хумидности	38
5. ПОЉОПРИВРЕДНА ОЦЕНА КЛИМЕ –	46
6. КЛИМАДИЈАГРАМИ И КЛИМАТОГРАМИ	46
7. ЗЕМЉИШТЕ КАО ВЕГЕТАЦИОНИ ЧИНИЛАЦ	54
8. КУЛТУРНО – АНТРОПОГЕНО ЗЕМЉИШТЕ у функцији биљне производње.....	60
9. КВАЛИТЕТ ЗЕМЉИШТА	65
10. ПОЉОПРИВРЕДНА РЕЈОНИЗАЦИЈА – микрорејонозација	72
11. БИОДИВЕРЗИТЕТ АГРОЕКОСИСТЕМА	81
12. КОМПЕТИЦИЈА И АЛЕЛОПАТИЈА У БИЉНОЈ ПРОИЗВОДЊИ	84
13. ИСПИТИВАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНИХ ПРОИЗВОЂАЧА.....	87
14. ЛИТЕРАТУРА	89

ПРЕДГОВОР

Помоћни уџбеник агроекологија је написан по плану и програму за предмет Агрокологија који се као самосталан предмет, на Пољопривредном факултету у Новом Саду, слуша од 2010. године. Први практикум из овог предмета је изашао 2012. године, а ова публикација представља допуњену и унапређену верзију првог издања. Сходно томе помоћни уџбеник Агроекологија резултат је континуитета и вишедеценијског емпириског и практичног истраживања и анализа различитих агроекосистема на предмету Опште ратарство.

Овај рукопис је намењен студентима свих смерова, а нарочито биолошких, како би лакше савладали градиво из овог предмета и стекли неопходна знања како да своју њиву, башту или воћњак сагледавају као једну сложену целину, сачињену од међусобно изпреплетених односа, којима управља човек. Поједина поглавља су конципирана да буду практична, са активним учешћем студента, или семинарског карактера да омогуће интеракцију кроз презентацију сопствених резултата. Овај практикум је конципиран тако да буде мост између еколошких и агрономских учења на чему почивају и темељи агроекологије. Такође, резултат је жеље аутора да приближи овај предмет студентима и покаже ширину коју нуди агрокологија и методе које се користе у њеном учењу кроз детерминацију односа који постоје између живих организама и животне средине у оквирима различитих пољопривредних система. Поједина поглавља су обogaћена и занимљивим иновацијама како би студенти могли да лакше схвате материју и повежу са реалним животним околностима.

У светлу чињенице да агрокологија данас доживљава експанзију, да премошћава традиционалне границе научних дисциплина екологије и агрономије, сматрамо да ће овај помоћни уџбеник подићи свест о неопходности одрживог приступа у пољопривреди и производњи здравствено безбедне хране.

Аутори се овом приликом захваљују рецензентима на корисним саветима и сугестијама којима и допринели на унапређењу и јасноћи поруке коју шаљемо.

Једина исконска потреба човека на планети јесу ваздух, светлост, вода и храна која потиче са плодног земљишта. У савременом концепту човекових потреба, његова бит остаје непромењена. Ко у будућности буде разумео природу, схватиће.

Аутори

СВЕТЛОСТ КАО ВЕГЕТАЦИОНИ ЧИНИЛАЦ

Увод

У процесу фотосинтезе сунчева светлост представља основни и незаменљив извор енергије за биљке у природним условима, иако у вештачким системима могу постојати алтернативни извори светлости. Са физиолошког становишта, светлост значајно утиче и на раст и на развој биљака, док заједно са топлотом чини један од примарних фактора спољашње средине. Она има значајну улогу у формирању хабитуса биљака, као и у обликовању њихове анатомске и морфолошке грађе. Са еколошког аспекта, светлост одређује распрострањеност биљака на Земљи, како у хоризонталном, тако и у вертикалном смеру.

Светлост као вегетациони чинилац делује на биљке:

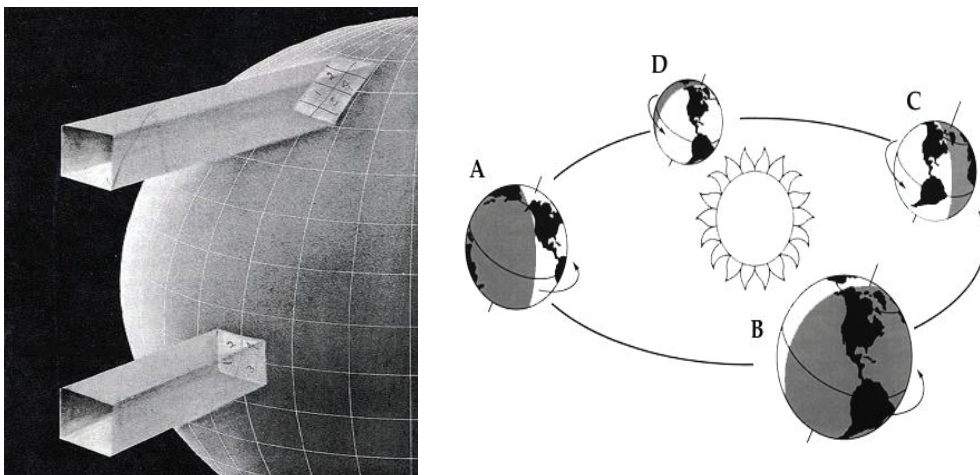
- *квалитетом (саставом),*
- *интензитетом (јачином) и*
- *трајањем дневног осветљења (дужина дана).*

Квалитет светлости

Квалитет светлости се мења у простору и времену. За биљке је најзначајнија фотосинтетички активна светлост (380-780 nm) која се налази у оквиру видљивог дела спектра. У зависности од положаја (географске ширине) и надморске висине, гајене биљке су изложене утицају сунчевих зрака различите таласне дужине (спектралном саставу сунчеве светлости). Кретање Земље око Сунца и око своје осе такође утиче на различит састав светлости која доспева на површину Земље због различитог угла под којим падају сунчеви зраци. Пролазећи кроз атмосферу део светлости се губи, а нарочито ултраљубичасти зраци.

Интензитет светлости

Као последица различитог угла под којим падају сунчеви зраци на површину земље и њиховог распореда по јединици површине, биљке су изложене различитом интензитету сунчеве светлости. Интензитет светлости мења се у простору и времену. Просторни распоред детерминишу варијације у топографији, односно географијом и положајем места, који је условљен кретањем Земље у односу на Сунце, односно различитим положајем места према надморској висини. Поред тога, интензитет светлости којем ће бити изложене биљке динамички се мења у зависности од положаја Земље у односу на угао сунчевих зрака током дана и године (годишња доба).



Слика 1. Интензитет светлости у зависности од географског положаја (лево) и доба дана и годишњих доба (десно)

Дужина трајања дана

Трајање дневног осветљења (астрономска дужина дана), истовремено утиче на раст и развиће, тј. на дужину појединих развојних фаза, а тиме на укупну дужину вегетације. Светлосни услови се током дана мењају, а дневна светлост се састоји из директне и дифузне светлости. До површине земље доспева око **27% директне и 16% дифузне светлости.**

Дужина дана је различита на Земљиној кугли и мења се према астрономским законима. Дужина интервала од изласка до заласка Сунца (астрономска дужина дана), на средњој географској ширини, где се на пример налази и Нови Сад, варира од најмањег трајања дана, које у децембру (21. или 22. децембар - краткодневница - зимски солстициј) износи нешто мање од 9 сати, до највеће дужине, која у јуну (20. или 21. јуна - дугодневница - летњи солстициј) износи приближно 16 часова. Приближавајући се екватору, опада интервал варирања дужине дана током године, све до екватора где дан и ноћ имају исту дужину трајања током целе године, а то је 12 сати. Дужина трајања дана и ноћи имају исту дужину (равнодневница) на почетку пролећа и јесени. Према половима повећава се разлика у дужини трајања дана и ноћи. Тако је на 60° географске ширине најкраће трајање дана 6 сати и 8 минута, а најдуже трајање дана у току године 18 сати и 17 минута. На половима дан траје 6 месеци, колико и поларна ноћ.

Варирање дужине трајања дана и ноћи, како су то први експериментално доказали Garner and Allard (1920), може утицати на развој биљака, на тај начин што се раније или касније формирају репродуктивни органи, или да чак изостане њихово формирање. Ова реакција биљака на дужину дневног осветљења назива се **фотопериодизам**. Смењивање светлих и тамних периода и њихово трајање током дана (24 часа) назива се **фотопериод**.

Способност биљака да на одговарајући начин реагују на светлосне услове указује на њихову прилагођеност климатским приликама оних географских ширина са којих воде порекло. Фотопериодске промене омогућавају биљкама да вегетативну и репродуктивну фазу животног циклуса усагласе са сезонским променама које се дешавају у спољашњој средини.

На основу фотопериодске реакције биљке се могу сврстати у три групе:

- биљке дугог дана,
- биљке кратког дана,
- неутралне (индиферентне) биљке.

Биљке дугог дана су оне врсте којима је за формирање генеративних органа потребан дуг дан, у трајању од преко 12-14 часова, дужи од тзв. "критичне дужине" дана. Продужење дана убрзава развиће и доводи до бржег цветања и плодношења. Биљкама дугог дана, за разлику од биљака кратког дана, није потребно смењивање светлих и тамних периода. Оне расту и развијају се и у условима перманентног осветљења, а у таквим условима долази до највећег убрзања развића. Од културних биљака у ову групу биљака убрајају се: **пшеница, јечам, раж, овас, шећерна репа, луцерка, црвена детелина, уљана репица, већина трава, лан, боб, лук, грашак, спанаћ, салата, купус, мрква, мак** и др. Ове биљке воде порекло из предела умереног појаса.

У биљке **кратког дана** спадају оне врсте којима је за стварање генеративних органа (за прелазак из вегетативне у генеративну фазу) потребан дан краћи од 12-14 часова. Скраћивање дневног осветљења убрзава развиће, скраћује временски период до цветања, а тиме и дужину вегетације биљака. Биљкама кратког дана је неопходно смењивање тамних и светлих периода. Чак и краткотрајно осветљење за време тамног периода задржава биљку у вегетативној фази развоја. Биљке кратког дана воде порекло из јужних крајева, из предела мањих географских ширина. У биљке кратког дана спадају: **конопља, соја, кукуруз, пиринач, памук, просо, кафа, ананас, паприка, дивље форме кромпира, неки варијетети дувана** и др.

Неутралне биљке цветају и доносе плод независно од дужине дана. На географским ширинама умереног појаса биљке из ове групе не показују никакву реакцију на дужину дана. Ту спадају: **сунцокрет, неки варијетети дувана, хељда, грахорица, малина, парадајз, краставац, пасуљ** и др.

Биљке код којих се прелазак из вегетативну у генеративне фазу убрзава у условима индуктивног фотопериодизма, али и код неодговарајућег фотопериода успорено али ипак прелазе у генеративну фазу развоја, имају **квантитативан (неиндуктиван) тип** фотопериодске реакције. Овој групи биљака припадају соја и кукуруз. Биљке код којих се прелазак из вегетативне у генеративну фазу одвија само у условима индуктивне фотопериодске реакције имају **квалитативан (индуктиван) тип** фотопериодске реакције (дуван). Иако се за манифестацију индуктивне реакције биљака узима почетак цветања, каснија истраживања су показала да је прецизније ако се узима почетак диференцирања вегетационе купе, што се морфолошки поклапа са заметањем генеративних органа.

Познавање фотопериодске реакције различитих биљних врста је значајно пошто:

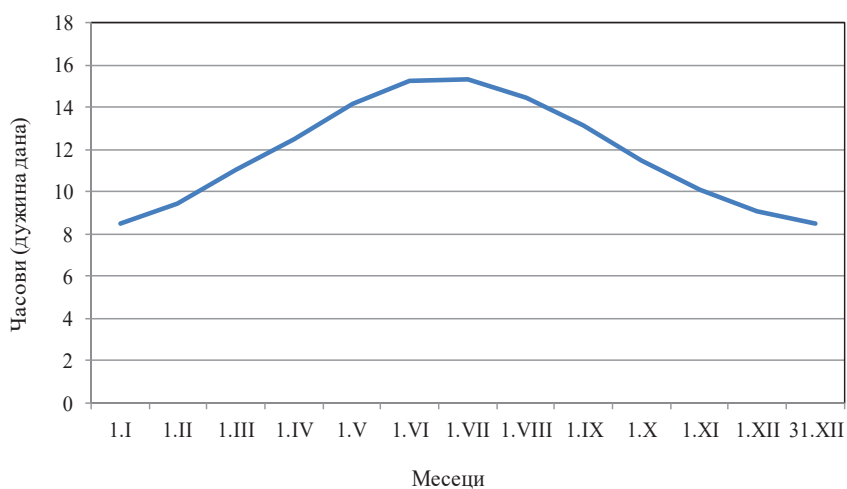
- Омогућава правилну рејонизацију сорти и хибрида и предвиђање њихових реакција на услове спољашње средине када се гаје изван подручја стварања;
- На основу познавања фотопериодске реакције могуће је ускладити цветање биљака које у природним условима не цветају у исто време, што има значај у практичном селекционарском раду;
- Фотопериодска реакција утиче на датуме сетве појединих културних биљака (грашак, салата, спанаћ, ротквице, цвеће итд) на отвореном пољу;
- Могуће је управљати развићем биљака подешавањем дужине дана и температуре, што има примену у повртарству и цвећарству (у заштићеном простору).

ЗАНИМЉИВОСТИ:

- Интересантан пример фотопериодизма код биљака је сунцокрет (*Helianthus annuus*). Сунцокрет је познат по својој способности да прати кретање Сунца током дана, па је овај феномен познати као хелиотропизам.
- При описивању фотопериодске реакције користи се појам **критична дужина дана**. Она означава онај фотопериод при којем код биљака кратког и дугог дана наступа цветање и плодношење. У условима умереног појаса проучавање и описивање фотопериодске реакције је отежано јер код многих биљака не постоји јасно разграничена критична дужина дана.
- Биљке садрже специфичне светлосне рецепторе, попут фитохрома и криптохрома, који им помажу да детектују интензитет, спектар и трајање светлости. Ови рецептори играју кључну улогу у регулацији различитих физиолошких процеса. Светлост поседује дуалну природу, што значи да се понаша и као електромагнетни талас и као честица, у зависности од околности у којима се посматра. Честична природа светлости описује се фотонима који носе енергију и директно је одговорна за процес фотосинтезе. Биљке користе ову енергију да би претвориле угљен-диоксид и воду у шећере и кисеоник.
- Светлост путује брзином од око 299.792,00 km/s у вакуму. Ово је најбржа позната брзина у универзуму. Према Ајнштајновој теорији релативности. Ово правило важи само у вакууму, у другим медијима, светлост путује спорије због интеракције са честицама медија.

ЗАДАТАК 1:

Уз помоћ Excel-а (*Microsoft Excel*) графички приказати варирање дужине дана током године на различитим географским ширинама користећи податке дате у Табели 1. На графикону 1. дат је пример промене дужине дана у зависности од годишњих доба (по месецима).



Графикон 1. Дужина дана (по месецима) у зависности од годишњих доба у Новом Саду, Република Србија

Табела 1. Астрономске дужине дана у току године у зависности од географске ширине

Географска ширина	0° с.г.ш. Quito-Еквадор		20° с.г.ш. Zamor-Мексико		45° с.г.ш. Нови Сад-Србија		60° с.г.ш. Oslo-Норвешка		65° с.г.ш. Буске-Шведска	
	И	З	И	Д	И	Д	И	Д	И	Д
1.1	6,00	18,07	6,36	17,32	7,39	16,29	8,50	6,01	10,07	3,57
1.II	6,10	18,17	6,36	17,52	7,21	17,07	9,46	7,57	8,50	6,49
1.III	6,09	18,16	6,21	18,05	6,40	17,46	11,06	10,25	7,13	10,01
1.IV	6,01	18,07	5,54	18,15	5,42	18,27	12,45	13,17	5,18	13,34
1.V	5,54	18,00	5,30	18,24	4,50	19,05	14,15	15,58	3,26	17,04
1.VI	5,55	18,00	5,18	18,37	4,17	19,39	15,22	18,18	1,39	20,40
1.VII	6,00	18,07	5,23	18,44	4,16	19,50	15,34	18,44	1,13	21,39
1.VIII	6,03	18,10	5,35	18,37	4,44	19,28	14,44	16,53	2,55	18,20
1.IX	5,57	18,03	5,45	18,16	5,21	18,38	13,17	14,08	4,37	14,45
1.X	5,47	17,53	5,51	17,49	5,57	17,42	11,45	11,31	6,07	11,24
1.XI	5,41	17,47	6,02	17,25	6,38	16,49	10,11	8,44	7,48	7,50
1.XII	5,46	17,52	6,20	17,18	7,17	16,20	9,03	6,29	9,30	4,38
31.XII	6,00	18,06	6,36	17,30	7,38	16,28	8,50	6,06	10,08	4,06

И – излазак Сунца, З – залазак Сунца, Д – дужина дана

ТОПЛОТА КАО ВЕГЕТАЦИОНИ ЧИНИЛАЦ

Увод

Сва топлота, која је као вегетациони чинилац неопходна у биљној производњи, космичког је порекла и потиче од Сунца у систему гајења на отвореном пољу. Она има свој физиолошки и еколошки утицај на биљке. Топлота је форма енергије која прелази са тела са вишом температуром на тело са нижом температуром као резултат разлике у температури између њих. Топлота није изолована физичка особина, већ представља скуп више сила које међусобно делују. Управо зато, познавајући топлотне услове неке микролокације, добијамо ширу информацију о биотичким и абиотичким карактеристикама те локације.

Физиолошки значај топлоте састоји се у томе што она омогућава одвијање бројних животних процеса у биљном организму које се манифестују само при одређеним топлотним условима: клијање, ницање, фотосинтеза, транспорт материја, дисање, транспирација и др. Поред тога, топлота истовремено утиче и на развиће биљака, на брже или спорије прелажење појединих фаза развоја. Због тога и топлота, као и светлост спадају у примарно делујуће факторе спољне средине. **Еколошки значај топлоте** је у томе што она условљава географски распоред флоре на Земљиној кугли.

Због различитог положаја Земље према Сунцу као извору топлоте, различите географске ширине, топографског положаја, доба године и дана - разликује се распоред топлоте у простору и времену. Поред тога, дејство топлоте на биљке може се испољавати директно, убрзавајући или успоравајући пролазак кроз поједине фазе раста и развоја, или индиректно у виду јаровизације.

РАСПОРЕД ТОПЛОТЕ У ПРОСТОРУ

Просторни распоред топлоте на глобалном нивоу може се посматрати у **хоризонталном и вертикалном смеру**.

Хоризонталну зоналност и њен утицај на пољопривредну производњу кроз различите агроеколошке зоне су описали неколико аутора. **Кörpen-ова** класификација климе дели климу на Земљи у пет главних климатских група, при чему је свака група подељена на основу образаца сезонских падавина и температуре. Подела према **Global Plant Hardiness Zones (Глобалне зоне отпорности биљака)** представља систем класификације који помаже у идентификацији одговарајућих климатских услова за узгој различитих врста биљака. Зоне се углавном заснивају на просечним минималним температурама у току године. Подручја са сличним климатским условима груписана су у исту зону. Иако је оригинално развијен у Сједињеним Америчким Државама, концепт зона отпорности адаптиран је за различите делове света. Он дефинише 13 зона на основу дугорочних просечних годишњих екстремних минималних температура. Према Metzger et al. (2005) **Environmental Stratification of Europe** класификацији Европа је сврстана у 13 зона

које се међусобно разликују по погодности за биљну производњу. Према овој класификацији Србија доминантно припада континенталној и панонској зони.

На хоризонтални распоред топлоте на Земљи највише утиче географска ширина. Полазећи од екватора према половима, места на Земљиној површини примају све мање и мање топлоте, јер се мења угао под којим сунчеви зраци падају на површину земље. Тај распоред топлоте показује све особине зоналности. На основу таквих запажања *Haberlandt* је дефинисао следеће биљне зоне: ледени појас, умерени појас и жарки појас (Табела 2).

У топлим биљним зонама расту биљке које за свој раст и развиће захтевају велику количину топлоте, а њихови плодови су богати шећером, беланчевинама, скробом и ароматичним материјама. У тим пределима температурна колебања су врло мала, а услед високих температура и велике влажности изражена је појава биљних болести, штеточина и корова. Због уништавања штеточина, болести и корова у жарком појасу интензивна производња може бити скупља него у умереном појасу.

Умерени појас је најзначајнији јер у највећем делу овог појаса постоје повољни услови за успешан раст и развој биљака, због чега се у њему одвија најинтензивнија биљна производња. Температурна колебања могу бити велика, као и варијације у количини и распореду падавина током вегетације. Умерени појас (34° - 58°) се карактерише израженом сменом годишњих доба, што у извесној мери омогућава гајење већег броја различитих културних биљака, уз примену одговарајуће технологије производње.

У леденом појасу услед недостатака топлоте постоје врло неповољни услови за гајење биљака.

Табела 2. Биљне зоне по *Haberlandt*-у

Биљна зона	Географска ширина	Вегетација
I Ледени појас: 9% земљине површине		
1. Поларна	72-90°	Алпско зеље, лишаји, маховина
2. Арктичка	66°-72°	Алпско зеље
3. Субарктичка	58°-66°	Четинари, бреза, пашњаци
II Умерени појас: 49% земљине површине		
4. Хладнија умерена	45°-58°	Буква, храст, ливаде, стрна жита
5. Топлија умерена	34°-45°	Зимзелени лишћари, кукуруз, винова лоза, просо
III Жарки појас: 42% земљине површине		
6. Суптропска	23°-34°	Мирта, ловор, лимун, памук, чај, шећерна трска
7. Тропска	15°-23°	Смоква, траве, палме, дрволике папрати
8. Екваторијална	0°-15°	Палме, банане

Вертикални распоред топлоте

На истој географској ширини, највећу количину топлоте примају она места која се налазе у нивоу мора. Идући навише, средња годишња температура ваздуха се смањује у просеку за 0,6 °C на сваких 100 m надморске висине. Смањење средње годишње температуре настаје услед тога што сунчеви зраци на путу до површине земље пролазе кроз атмосферу, а да значајније не загревају ваздух. **Ваздух се**

загрева од површине копна или воде, зато су нижи слојеви ваздуха топлији, а са повећањем надморске висине ваздух постаје све хладнији.

Аналогно хоризонталним, разликујемо и вертикалне биљне зоне. У умереном појасу Европе, по Тодоровићу (1955), разликујемо следеће вертикалне биљне зоне:

- На висини 400-600 m надморске висине престаје гајење хибрида кукуруза дуж вегетације, винове лозе, сунцокрета, шећерне репе и других врста са повећаним захтевима према топлоти;
- На висини 800-1.000 m престаје гајење озимих усева, као што су јечам, пшеница, грахорица, а сеју се јари усеви, и то врсте које имају скромније захтеве према топлоти: рани кромпир, хељда, јари јечам, јара пшеница;
- На висини 1.000-2.000 m налази се појас планинских ливада, пашњака и четинарских шума и
- Преко 2.000 m налази се појас вечитог снега и леда.

Наведену зоналност треба схватити условно, јер је познато да се хибриди кукуруза FAO групе 500-600 узгајају у брдовитим пределима централне Србије и Косова, а озима пшеница се у Европи, а и у нашој земљи гаји до 1.000-1.100 m надморске висине (Тара, Златибор и Сјеница).

ВРЕМЕНСКИ РАСПОРЕД ТОПЛОТЕ

Временски распоред топлоте је последица различитог положаја Земље према Сунцу, који се стално мења и доводи до правилне периодичности температуре у току дана и године. У току дана, најхладнији период је ујутро, пред излазак сунца, а најтоплије је у периоду од 13 до 15 часова. У току године, у умереном топлотном појасу, изражена је појава годишњих доба.

Појмови који су везани за временски распоред топлоте:

Безмразни период - одређује дужину трајања вегетационог периода, а представља период између појаве последњег мраза у пролеће и првог мраза у јесен. У агроколошким условима Покрајине Војводине дужина безмразног периода је између 150 и 180 дана.

Вегетациони период - представља период у току године у коме постоје повољни услови за раст, развиће и сазревање биљака. У нашим агроколошким условима вегетациона сезона почиње 1. априла, а завршава се 30. септембра. Трајање вегетације одређује се збиром дана са температуром преко +5 °C. Свака биљка започиње своју биолошку активност на одређеној температури. Вегетационим данима за биљке умереног појаса сматрају се дани са средњом дневном температуром изнад +5 °C.

Активна температура (средња дневна температура) подразумева вредности средње дневне температуре која се израчунава из просека мерења температуре три пута дневно (7, 14 и (21 час чија се измерена вредност помножи са два) и подели са 4).

Ефективне температуре су оне температуре које испољавају позитиван ефекат на одвијање физиолошких процеса у биљкама. Ефективну температуру добијамо када од активне температуре одбијемо конвенционалну вредност физиолошке нулте тачке биљака (нпр. за стрна жита то је 5 °C, а за кукуруз, соју, сунцокрет и њима сличне врсте 10 °C). Ове граничне температуре су *конвенционалне величине* и не поклапају се увек и код сваке врсте са биолошким минимумом. На пример, за пшеницу: ако је активна температура 13,5 °C (средња дневна температура), тада је ефективна температура 8,5 °C (разлика 13,5 - 5,0 °C = 8,5 °C). Код кукуруза, када је активна температура 15,4 °C, тада је ефективна температура 5,4 °C (15,4 - 10,0 °C = 5,4 °C).

Коришћењем сума ефективних температура можемо предвидети наступање појединих фаза раста и развоја код биљака.

Метод топлотних јединица служи за предвиђање појаве појединих фаза развоја биљака. Према Максимовићу (1978) дневна топлотна сума (DTS) се добија по формули:

$$DTS = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2} - BM$$

t_{\max} - дневна максимална температура,

t_{\min} - дневна минимална температура,

BM – биолошки минимум.

Израчунавање топлотних јединица се заснива на израчунавању суме максималне и минималне дневне температуре која се дели са 2 и умањује за вредност биолошког минимума за поједине биљне врсте (кукуруз 10 °C, соја 10 °C, пшеница 5 °C и др.). Ако је одређеног дана температура била испод биолошког минимума, за тај дан се уписује вредност 0. Сумирањем израчунатих вредности се добија збир топлотних јединица за целу вегетацију, која је различита за поједине биљне врсте и у оквиру њих различите сорте, односно хибриде.

Метод топлотних сума

У агроекологији се као мерило односа биљака према топлоти може користити и тзв. **топлотних сума**. Топлотне суме представљају збир свих средњих дневних температура у онтогенези једне биљке од сетве до сазревања, односно „од семена до семена“. Oettingen (1879) је поставио правило о топлотној суми, према којој је захтев биљака према топлоти константан и независан од места узгајања. Ово правило полази од тога да развиће биљака искључиво зависи од температуре. Међутим, како је данас познато, на развиће делују и други чиниоци, у случају ако се не мењају други чиниоци спољне средине, пре свега дужина дана, односно када нема појаве интеракције међу овим чиниоцима.

Према количини топлоте коју поједине културне биљке захтевају, извршена је подела у три групе:

I ГРУПА - Биљке које захтевају више од 2000 °C температурне суме:

Пиринач	3550-4500 °C
Дуван	3200-3600 °C
Кукуруз	2400-3000 °C
Соја	2600-3200 °C
Паприка	2500-3000 °C
Пасуљ	2400-3000 °C
Конопља	2600-2900 °C
Сунцокрет	2600-2800 °C
Шећерна репа	2400-2700 °C

II ГРУПА - Биљке које захтевају више од 1700 °C:

Пшеница	1900-2300 °C
Раж	1700-2200 °C
Грахорица	1800-1900 °C

III ГРУПА - Биљке којима је довољно и мање од 1700 °C:

Лечам	1600-2100 °C
Хељда	1000-1200 °C

Кромпир	1300-3000 °C
Лан	1600-1800 °C
Сочиво	1500-1800 °C

У агроекологији појам о топлотним сумама, потребним једној културној врсти, наилази на озбиљне замерке. Из тога се не види када је биљци потребно више, а када мање топлоте и како се поједине биљне врсте понашају према температурним променама, а исто тако, не узима се у обзир да на развиће биљака утиче и дневно-ноћни ритам температуре. Топлотна сума може да послужи само за општу оријентацију при оцењивању захтева биљака према топлоти. На основу топлотне суме може се закључити да ли нека биљна врста може да успева у одређеном подручју или не.

Кардиналне температурне тачке

За ближе оцењивање захтева биљака према топлоти, са становишта раста и развића, служе **кардиналне температурне тачке**, а то су **минимум, оптимум и максимум**. Испод температурног минимума, а изнад максимума престају физиолошки процеси биљака, а при оптималној температури одвијају се најповољније. Оптимална температура код већине културних биљака је ближа температурном максимуму, а удаљенија од минимума. Биљке умереног појаса имају нижи температурни оптимум, између 25-30 °C, а тропске и суптропске културе између 30-35 °C. Минималне температуре код већине врста умереног појаса су од 5 до 10 °C, а максималне 40-45 °C. Кардиналне температуре зависе од посматране врсте, сорте и хибрида. Оптималне температуре се за време раста и развића биљака мењају, па тако најповољнија температура за клијање није истовремено најповољнија за раст вегетативних органа. Због тога је неопходно познавати биолошке захтеве биљака према топлоти, а одређивање кардиналних тачака се обавља за сваку фазу раста и развића.

Треба истаћи да су минималне температуре за клијање од посебног значаја у биљној производњи јер се на основу њих одређује време сетве, а самим тим и почетак вегетације. Према вредности минималне температуре за клијање постоји подела гајених биљака на три групе:

- 0-5 °C - пшеница, јечам, раж, овас, боб, грашак, луцерка, траве;
- 8-10 °C - кукуруз, просо, пасуљ, мрква;
- 15-20 °C - лубеница, краставци, тикве, дуван.

Да бисмо добили средњу дневну температуру, треба вршити мерења три пута дневно: у 7, 14 и 21 час и добијене вредности сабрати, али тако да вредност добијену мерењем у 21 час удвостручимо и добијени збир поделимо са 4.

$$t = \frac{t_7 + t_{14} + 2t_{21}}{4}$$

JAROVIZACIJA – Индиректни утицај температуре на биљке

Јаровизација (вернализација) представља топлотни стадијум кроз који биљке пролазе како би из вегетативне прешле у генеративну фазу. Топлотни надражај који биљке примају најчешће у јувенилној фази (рани развојни период у животном циклусу биљке, када она није способна за репродукцију) (пшеница, јечам, кукуруз) или током мировања вегетације код двогодишњих биљака (шећерна репа, лук,

мрква) на хормонском нивоу иницира квантитативне промене вегетационе купе, чиме се омогућава наставак раста и развића биљака.

У највећем броју случајева, јаровизација се одвија на ниским позитивним температурама (0-5 °C) код озимих, односно 10-15 °C код јарих биљака. Дејство температура не мора да буде континуирано, пошто је ефекат њиховог деловања кумулативан.

ФЕНОЛОГИЈА

Фенологија је део екологије који се бави појавама периодичности у развићу живог света (биљака и животиња). Пошто су објекти посматрања фенологије биљке или животиње, она се може поделити на фенологију биљака и фенологију животиња. Фенологија представља праћење промена живих организама у односу на сезонске и климатске промене у оквиру станишта у коме се налазе. У току раста и развића биљака долази до видљивих промена које настају као резултат појављивања појединих органа (листови, цветови, плодови и др.). Ове промене на биљкама се називају фазе раста (фенофазе), а динамика њиховог појављивања зависи од услова спољашње средине (температура, падавине, минерална исхрана и др.). У циљу утврђивања брзине протицања појединих фаза раста биљака врше се фенолошка осматрања. Предмет осматрања могу бити различите културне биљке (ратарске, повртарске, воћарске, виноградарске итд.) или дивље зељасте и дрвенасте биљке. Датуми појаве појединих фенолошких фаза у току фенолошких осматрања уносе се у дневник који се саставља за одређени усељ, биљну врсту, сорту или хибрид.

У агрометеорологији фенолошки подаци, поред метеоролошких, представљају основу за проучавање утицаја времена и климе на раст и развиће биљака. Они у ствари представљају биолошке границе у којима се испитује однос биљака према условима спољне средине.

Биљке као индикатори времена и климе имају велики значај при проучавању климе неког подручја. Врста и распоред биљака већ само својим присуством указују на одређене макроклиматске карактеристике подручја, углавном на његов термички и плувиометријски режим (расподела падавина (по декадама или по месецима) током године. Тако, на пример, биљке цветају знатно раније на јужним него на северним експозицијама. У условима израженог рељефа, услед отицања хладног ваздуха ка дну котлине или долине, на падинама настаје "топла падинска зона".

Фенологија има велику примену и у воћарству. При подизању нових засада избор сорти треба вршити на фенолошкој основи. Емпиријска посматрања почетка вегетације су показала да су воћне врсте веома подложне температурним променама што се најпре манифестује почетком вегетације у пролеће. Код воћака до пуног цветања најпре долази код кајсије, а након 10-ак дана код брескве. Пуно цветање вишње, крушке и шљиве наступа истовремено, најчешће 10-20. априла, а најкасније код нас цветају јабуке и орах.

Фенолошка осматрања прате фазе развића (етапе органогенезе) биљака током њиховог вегетационог периода. Под фазом раста или фенолошким фазом (скраћено фенофаза) подразумева се спољна промена на биљци, која настаје као резултат унутрашњих физиолошких и биохемијских процеса развића биљке. Фенолошка осматрања су визуелна, а тачност добијених резултата зависи како од избора места и биљака, тако и од обучености осматрача.

Праћење фенофаза код озимих жита

Код фенофаза озимих жита први податак који се уноси у дневник осматрања јесте датум сетве, а након тога се уписују датуми наступања појединих фенофаза. Код нас се ратарска производња одвија углавном до висине до 1.000 метара изузев озиме ражи и јарог овса који се гаје и на 1.300-1.400 m надморске висине у топлијим јужним крајевима.

Клијање – По завршетку бубрења, клица семена почиње да расте. Први, по правилу, избијају *примарни - клицини коренчићи* (изузетак чини пиринач сејан у воденом слоју, код којег се прво развија клицино стабаоце). Они пробијају омотач зрна и излазе напоље.

Број клициних коренчића је различит код појединих врста жита. По правилу, права жита клијају са више примарних - клициних коренчића (3-8), док просолика само са једним. Број коренчића код клијанаца правих жита износи: код озиме пшенице 3, код јаре 5, код ражи 4, јечма 5-8, овса 3-4, а код просоликих жита увек један. Одступања од ових вредности су могућа, али доста ретка.

Одмах након избијања коренчића, из клице почиње да расте *примарно клицино стабаоце*. Оно такође пробија омотач зрна, и растући нагоре усмерава се према површини земљишта.

Клијање семена завршава се појавом *поника* (првог зеленог листа) над површином земљишта; што се назива ницањем, односно прелазом младе биљке на аутоτροφни начин исхране.

Ницање – Појава првог правог листа изнад површине земљишта означава почетак ницања пшенице. Међутим, датум општег ницања бележи се у моменту када се на већем делу (>50%) осматране парцеле појаве биљчице са првим правим листом и када се назире редови биљака високих 2 до 3 cm (ако је сетва обављена сејалицом), или се појави зелени покривач од биљака истог узраста (при сетви омашке). Брзина ницања зависи од температуре и при температури од 5 °C тај период траје дуже него када су температуре око 10 °C (при повољној влажности земљишта).

Бокорење – Бокорење представља гранање стабла пшенице и других жита. Бочна стабла избијају из пупољака који се налазе на коленцу стабла испод површине земљишта (чвор бокорења). Појава врхова првих бочних изданака из пупољака на првом коленцу подземног стабла означава почетак бокорења. Датум пуног бокорења бележи се у моменту када се на више од половине биљака на осматраној парцели појаве први бочни изданци из чвора бокорења главног стабла. Бокорење се одвија од јесени до раног пролећа. Најуспешније се одвија на температури од 5 до 15 °C.

После бокорења наступа влатање. **Влатање** почиње када се на примарној стабљивици појави прво коленце (нодус) изнад површине земљишта. Изнад овог нодуса налази се зачетак цвасти (клас) с већ одређеним бројем класака. У овој фази одређује се број зрна у цвасти, као главна компонента приноса. Интернодије се издужују, формира се право стабло и долази до интензивног пораста вегетативне масе. Како би пшеница могла прећи у фазу влатања, потребно је да у свом развоју прође термо-стадијум (температура 0-10 °C) и светлосни стадијум (дневна светлост 12 и више сати, зависно од сорте). Влатање обично траје 35-40 дана. У овој фази биљке имају велике потребе за водом, хранивима и топлотом.

Класање – Кад стабљика заврши растење појављује се клас (или метлица код овса) из пазуха вршног листа. Датум пуног класања бележи се када се на више од 50% биљака појаве класови на половини своје дужине из рукавца вршног листа. Средња дневна температура ваздуха при којој се у највећем делу земље одвија фаза

класања озимих жита је 14 до 16; односно 15 до 17 °C за озиму пшеницу и јечам. Најповољнији услови за класање су када постоји висока влажност земљишта и ваздуха као и обилна светлост. Од стрних жита озима раж класа најраније.

Цветање и оплодња – Наступају убрзо после класања (3 до 10 дана). Датум пуног цветања обележава се у моменту када на више од 50% биљака на парцели из класића избију прашници на издуженим кончићима, прашне кесе напукну и из њих се лако истреса полен. Цветање се најинтензивније одвија по тихом и умерено топлом времену (од 16 до 18 °C), без падавина. Високе температуре (30 до 35 °C) неповољно утичу на оплодњу, нарочито уз ниску релативну влажност ваздуха (мању од 25%) и земљишта. На цветање веома неповољно утичу суви и јаки ветрови.

Сазревање – После завршене оплодње настаје развијање семеног заметка до величине која одговара нормалној величини зрна за дату сорту (формирање зрна). После формирања долази до попуњавања (наливања) зрна органским материјама. Сазревање озимих жита наступа при средњим дневним температурама од 19 до 21 °C. Озима раж сазрева приближно у исто време када и озима пшеница. Кад зрно достигне нормалну величину долази до његовог сазревања које се карактерише одређеним подфазама: млечно, воштано и пуно зрење.

Млечно зрење препознајемо по следећим знацима: стабљика и горњи листови су још увек зелени, само доњи су пожутели, зрно је зелено и испуњено млечно пахуљастом масом. У том моменту зрна у средњем делу класа су постигла своју нормалну величину, са приметном клицом. Зрна су зелене боје, а конзистенција садржаја им је житко-млечна. При притиску на зрно истискује се млечно-бела течност, која представља раствор органских материја - углавном скробних зрнаца, јер се у ендосперму још нису формирани ћелијски зидови. Наливање зрна почиње после потпуног формирања зрна. У овом периоду зрно повећава своју ширину и дебљину; а у њему наступа интензивно накупљање резервних хранљивих материја. Фаза наливања зрна је најдужи период, узевши у обзир целокупно време од оплодње до пуне зрелости. Такође, ова фаза се карактерише и најинтензивнијим накупљањем хранљивих (тзв. пластичних) материја у зрну, дакле и највећим повећањем суве материје зрна. Топло и суво време уз недостатак воде у земљишту могу да изазову прерано сушење и смежуравање зрна што доводи до смањивања приноса пшенице.

Воштано или жуто зрење наступа око 2 недеље после млечне зрелости. Датум пуне воштане зрелости бележи се у моменту када се на већини биљака појаве следећи знаци: стабљика је осим вршне интернодије жута, па усев има уједначен жути изглед. Наливање зрна је завршено, зрно је жуто и мекано као восак и садржи 25 до 30% воде. Од озимих жита јечам најраније улази у фазу воштане зрелости.

Пуна зрелост се карактерише жућењем целе биљке и сушењем-одумирањем листова. Клас и зрно имају типичну боју за сорту. Зрно се сасушује, отврдњава и нешто смањује запремину. На њему не остаје траг нокта, али лако „пуца“ под зубима. Повећања приноса више нема. Садржај воде у зрну се смањује са 20 на 14%. У фази пуне зрелости прегруписавање продуката синтезе је завршено. Слама је потпуно сува, а листови одумрли.

Фенолошке прогнозе

Динамика развића биљака и ритам смењивања фаза у великој мери зависи од дејства спољашњих фактора, у првом реду од температуре. Фенолошке прогнозе се заснивају на утврђивању квалитативне везе раста и развића биљака и температуре, односно на утврђивању вероватног трајања међуфазног периода развића.

У пракси се највише, у ове сврхе, користи метода Шигољева (1957) односно метода сумирања ефективних температура. За одређивање датума наступа фаза раста пољопривредних култура формула Шигољева гласи:

$$D = D_1 + \frac{A}{T - B}$$

где су:

D – прогнозирани датум наступања фазе раста и развића,

D₁ – датум наступања претходне фазе раста и развића,

A – константна сума ефективних температура ваздуха за одређени период раста и развића (добијена на основу вишегодишњих осматрања),

B – почетна температура раста и развића (биолошки минимум) која за многа жита и дрвенасте врсте износи 5 °C, а за термофилне врсте 10 до 15 °C,

T – средња температура ваздуха за предстојећи период (очекивана).

Ова формула се модификује у случају да се фенолошка прогноза саставља неколико дана после наступања претходне фазе раста и гласи:

$$D = D_2 + \frac{A - \sum t_{ef}}{T - B}$$

D₂ – датум састављања прогнозе,

A – константна сума ефективних температура међуфазног периода,

∑t_{ef} – температурна сума за период од кретања вегетације до датума састављања прогнозе,

T – средња температура ваздуха за предстојећи период (очекивана),

B – почетна температура раста и развића (биолошки минимум).

При практичном израчунавању уместо датума (**D**, **D₁**, **D₂**) у формулу се уноси редни број дана од почетка године, а крајњи резултат који се добије је такође редни број који се помоћу посебних таблица претвори у датум.

ЗАДАТАК 2

Израчунати суму ефективних температура за кукуруз на локалитету Римски Шанчеви користећи табеле 3 и 4.

а) сетва извршена 10. априла 2021. године а жетва 5. октобра 2021. године

б) сетва извршена 15. априла 2022. године а берба 15. октобра 2022. године

Април _____

Мај _____

Јуни _____

Јули _____

Август _____

Септембар _____

Октобар _____

Сума ефективних температура: _____

ЗАДАТАК 3

Израчунати суму ефективних температура за:

а) јари јечам, локалитет Златибор, сетва 15. март, а жетва 11. јул 2021. године,

б) кукуруз, локалитет Лозница, сетва 10. април, а жетва 2. септембар 2022 године.

Октобар _____
 Новембар _____
 Децембар _____
 Јануар _____
 Фебруар _____
 Март _____
 Април _____
 Мај _____
 Јуни _____
 Јули _____

Сума ефективних температура: _____

ЗАДАТАК 4

Одредити температурну суму ратарских биљних врста (озими јечам, соја, сунцокрет, шећерна репа) користећи податке за Римске Шанчеве из табела 3 и 4.

Биљна врста: _____ **Датум сетве:** _____

Сорта: _____ **Датум жетве:** _____

Месеци: Јануар _____
 Фебруар _____
 Март _____
 Април _____
 Мај _____
 Јуни _____
 Јули _____
 Август _____
 Септембар _____
 Октобар _____
 Новембар _____
 Децембар _____

Температурна сума (укупно):

Табела 3. Средње дневне температуре ваздуха °C 2021. године (Римски Шанчеви)

Месец	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Септ.	Окт.	Нов.	Дец.
Дан 1.	6,3	0,5	4,2	15,5	21,7	15,1	23,7	28,0	16,5	14,8	11,1	9,1
2.	6,9	2,2	4,8	14,4	17,6	16,9	20,6	21,8	17,2	13,1	9,2	10,2
3.	8,0	8,5	8,0	7,5	11,8	18,2	22,0	24,7	17,8	16,9	12,8	2,7
4.	7,5	11,0	9,0	5,0	14,8	19,3	24,3	25,1	17,8	18,5	17,4	0,7
5.	4,2	12,1	8,3	8,7	17,9	21,2	25,5	20,7	20,1	18,7	9,4	4,3
6.	7,4	10,8	1,6	3,1	13,4	18,0	26,2	21,2	18,0	13,8	8,2	3,3
7.	3,4	9,6	1,7	3,1	13,0	21,8	29,1	24,6	18,1	12,8	7,2	1,4
8.	1,9	7,0	3,7	4,5	10,9	21,2	30,4	28,0	18,1	10,1	8,5	0,9
9.	-0,5	8,0	2,7	8,4	15,5	22,5	29,2	24,8	18,8	8,1	6,6	3,3
10.	-0,8	10,1	4,2	11,5	20,4	20,8	25,0	25,7	19,7	8,2	6,1	2,7
11.	-1,1	-2,1	5,3	12,1	21,5	20,6	26,7	26,1	19,3	9,0	4,7	3,7
12.	-1,1	-6,5	8,2	15,9	16,4	21,7	26,7	25,4	20,3	10,3	5,5	0,4
13.	0,6	-6,5	9,6	4,7	15,3	18,2	30,5	26,0	22,1	7,7	7,2	0,0
14.	-0,1	-1,8	10,8	4,3	15,6	17,2	30,1	27,5	21,9	4,5	7,6	-0,9
15.	-0,6	-3,0	5,4	3,1	17,3	20,2	26,8	28,7	22,9	6,1	4,8	0,5
16.	-3,1	0,0	5,5	4,9	16,5	22,6	22,4	28,8	24,1	9,3	7,3	2,5
17.	-3,8	2,0	5,3	6,8	13,7	24,3	22,3	20,0	20,2	9,4	5,4	3,4
18.	-4,2	5,4	3,2	7,3	15,7	25,1	22,5	18,8	17,1	11,0	7,3	2,6
19.	1,8	7,4	2,1	8,0	13,7	26,0	21,1	20,5	19,2	9,7	7,5	4,2
20.	6,5	5,0	2,6	9,9	11,0	26,5	21,9	21,9	11,3	12,5	8,5	2,0
21.	8,7	5,3	1,5	11,6	16,0	28,1	20,5	23,1	12,7	14,9	7,3	-1,5
22.	10,3	7,8	1,6	13,4	19,4	29,0	22,2	23,7	10,3	12,2	4,4	-1,6
23.	11,0	9,2	5,4	11,1	18,1	29,6	22,6	22,0	12,0	9,9	4,3	-1,0
24.	9,2	8,2	4,6	11,4	16,6	31,3	23,6	18,6	15,8	5,9	2,2	10,1
25.	3,0	10,5	4,6	14,1	18,3	26,3	26,5	16,4	18,2	7,3	5,5	10,8
26.	1,1	10,6	8,6	11,2	16,5	24,3	28,2	18,3	19,9	9,2	6,0	0,5
27.	0,2	7,8	12,1	9,1	18,9	25,6	30,1	14,2	20,7	7,0	8,1	0,2
28.	1,9	4,9	9,9	11,2	16,2	27,7	29,5	13,9	17,8	5,8	9,0	1,7
29.	7,4		10,6	17,1	17,1	29,1	25,9	14,9	15,6	10,9	3,3	4,6
30.	8,0		12,4	20,1	14,0	29,7	27,9	16,6	13,2	11,2	3,9	3,9
31.	1,9		13,9		12,6		27,1	16,8		10,8		8,0

Табела 4. Средње дневне температуре ваздуха °C 2022. године (Римски Шанчеви)

Месец	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Септ.	Окт.	Нов.	Дец.
Дан 1.	8,9	0,5	2,8	12,5	16,7	22,0	31,1	25,2	16,9	17,5	12,5	4,5
2.	7,5	3,3	1,6	3,4	15,3	23,6	23,9	25,0	16,0	15,1	10,3	3,5
3.	6,2	2,5	2,7	3,2	15,9	24,6	27,0	26,5	17,9	12,8	9,2	4,0
4.	9,6	3,9	2,1	4,9	17,5	26,0	28,5	26,9	19,9	11,7	13,4	5,2
5.	10,3	6,4	0,1	20,5	18,4	26,5	25,7	28,3	20,5	12,3	10,0	6,7
6.	3,1	6,8	1,1	14,2	18,1	22,7	23,4	30,0	21,8	14,3	11,4	5,2
7.	0,0	4,9	1,7	10,8	16,6	23,3	23,9	26,5	22,5	14,3	11,5	4,9
8.	0,4	4,7	1,2	16,6	17,8	21,1	21,9	26,1	24,6	15,9	9,5	4,2
9.	-0,2	7,3	2,6	10,5	18,5	22,5	21,6	23,2	22,9	15,8	8,6	10,8
10.	-0,5	7,6	1,6	6,7	16,1	22,2	20,4	24,0	19,7	13,7	10,0	10,2
11.	-0,8	9,0	-2,3	6,9	20,0	22,5	17,8	22,7	17,8	14,3	8,9	2,4
12.	-3,4	3,0	-0,4	10,1	22,8	22,9	19,6	24,4	16,7	14,7	8,8	-0,9
13.	-3,4	2,7	2,1	11,9	24,1	22,8	22,6	20,1	16,7	14,8	7,7	-0,8
14.	2,4	7,5	5,0	12,6	20,7	19,2	26,9	23,4	22,6	13,2	8,9	2,2
15.	1,4	10,9	8,9	14,9	21,2	20,9	26,3	25,7	22,5	15,0	8,8	3,8
16.	0,5	7,9	8,7	11,2	22,5	23,8	22,4	26,8	16,7	13,7	12,3	10,6
17.	4,7	9,9	5,3	8,0	20,5	21,8	21,8	27,5	12,0	12,8	8,6	2,5
18.	-0,1	9,7	4,2	5,0	15,7	21,7	22,2	29,7	12,5	11,4	9,2	-1,6
19.	-0,6	6,9	4,3	8,3	17,2	24,4	25,2	27,3	9,5	11,9	7,6	-0,7
20.	0,6	5,1	3,2	7,6	21,9	27,2	27,8	21,9	11,1	9,5	5,7	0,8
21.	-0,9	7,8	4,1	12,6	24,3	25,6	29,6	19,3	9,5	12,5	4,7	4,0
22.	-2,2	4,7	7,8	14,8	19,7	23,8	29,8	19,7	9,9	16,6	6,6	5,3
23.	-4,7	4,3	9,2	13,3	19,1	21,2	31,0	20,1	10,9	15,5	5,7	9,3
24.	-7,4	4,6	10,9	15,3	22,5	24,6	25,8	24,0	13,0	17,1	6,1	8,4
25.	-2,7	5,8	9,9	14,9	24,7	23,3	27,0	26,3	16,1	14,0	4,3	9,5
26.	0,8	5,7	10,4	14,9	20,7	25,4	27,4	26,5	17,3	13,9	2,8	13,2
27.	2,0	5,7	10,2	13,5	24,5	27,4	25,9	25,3	15,2	14,7	3,8	8,1
28.	4,0	1,6	11,4	11,0	14,3	28,6	25,2	23,5	15,2	12,5	2,0	2,9
29.	2,4		13,3	13,6	15,0	27,5	27,8	23,5	17,1	11,5	3,1	8,8
30.	5,2		14,4	14,4	14,4	29,8	25,6	23,0	19,7	12,1	4,4	10,4
31.	2,6		14,1		17,7		22,6			10,8		11,6

Табела 5. Средње дневне температуре ваздуха °C 2021. године (Златибор)

Месец	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Септ.	Окт.	Нов.	Дец.
Дан 1.	2,0	2,4	0,9	10,9	16,6	8,6	18,6	26,9	11,8	9,2	8,4	1,6
2.	4,3	3,7	2,1	9,1	16,0	11,1	15,9	20,7	12,7	10,6	10,7	6,3
3.	3,1	6,7	5,9	2,0	8,6	12,6	16,0	19,4	13,7	13,9	10,8	-0,5
4.	3,1	6,7	7,9	-0,7	12,9	14,3	17,4	23,0	14,9	15,3	14,2	0,5
5.	2,5	7,7	6,0	3,8	13,0	17,3	16,8	21,7	14,8	15,0	7,9	4,6
6.	3,1	9,0	-4,9	-1,5	11,2	15,7	20,8	17,1	15,0	10,4	4,3	-1,4
7.	0,1	10,9	-0,6	-3,5	14,4	13,5	23,8	21,2	14,2	6,6	12,4	-4,1
8.	-2,2	6,3	1,3	-1,3	6,1	15,2	25,4	25,8	13,0	3,7	5,7	-2,1
9.	-3,7	5,4	-1,6	2,5	11,7	17,3	23,8	25,0	13,4	1,5	2,7	3,4
10.	-4,5	7,5	-3,8	6,1	17,7	16,2	18,9	24,0	15,8	3,6	2,4	1,0
11.	-5,4	-4,8	-1,2	8,1	18,5	14,3	21,2	22,4	16,8	3,6	5,6	-1,5
12.	-4,6	-10,2	4,1	12,8	12,8	16,2	21,1	21,8	16,3	3,5	4,0	-4,1
13.	-4,5	-12,2	4,9	3,3	10,0	12,6	25,5	21,5	16,8	3,1	7,3	-3,4
14.	-6,1	-10,3	6,0	-1,2	11,0	9,7	26,1	22,5	17,5	1,1	6,1	-3,2
15.	-6,3	-7,6	-1,8	-0,7	11,3	12,8	22,4	24,3	19,7	1,8	2,5	-2,5
16.	-8,3	-4,9	-1,2	1,0	12,2	16,5	18,6	25,9	18,8	3,7	2,5	-1,1
17.	-8,9	0,9	-1,9	-0,4	10,9	18,7	15,4	19,1	16,0	6,6	2,6	-1,1
18.	-9,2	1,7	-2,4	2,7	11,5	18,8	15,6	13,3	12,1	6,2	1,5	-3,7
19.	-4,1	2,9	-2,4	2,8	11,3	19,5	15,5	16,2	15,1	5,8	2,7	-2,4
20.	0,8	4,2	-3,2	3,7	5,3	20,8	16,8	18,4	10,8	9,6	5,7	-2,5
21.	3,8	4,0	-4,1	6,3	11,4	23,1	16,0	19,4	7,3	10,7	6,5	-6,7
22.	6,3	6,9	-3,6	7,7	15,1	25,2	17,3	20,3	6,0	12,1	6,7	-5,3
23.	4,4	9,0	-2,5	5,8	18,6	25,6	18,0	21,0	7,6	5,2	0,8	-2,3
24.	3,4	7,3	-2,0	6,8	17,9	25,6	19,2	15,8	13,8	3,2	-0,9	4,1
25.	-1,6	9,3	-0,5	9,9	19,7	25,3	23,7	12,2	15,5	5,1	5,0	5,8
26.	-4,9	9,4	3,3	9,7	13,1	20,4	24,4	15,1	17,6	4,5	6,2	6,4
27.	-5,4	4,5	6,6	9,2	14,6	20,9	25,9	11,6	17,4	4,0	7,3	1,7
28.	-3,1	0,8	5,2	9,9	9,0	23,3	26,7	10,9	13,4	3,3	7,4	3,8
29.	1,9		6,2	14,1	11,7	25,4	25,1	9,6	12,3	6,8	-0,4	3,5
30.	3,3		6,5	17,0	8,3	26,4	24,5	12,7	8,8	7,9	-4,0	1,9
31.	3,6		8,0		7,2		22,8	14,5		6,8		4,9

Табела 6. Средње дневне температуре ваздуха °C 2022. године (Лозница)

Месец	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Септ.	Окт.	Нов.	Дец.
Дан 1.	9,6	1,6	1,5	12,8	15,7	22,8	28,0	24,0	16,9	19,1	13,3	4,4
2.	7,9	4,1	2,4	6,0	14,5	23,5	23,1	25,1	16,1	15,8	11,0	4,4
3.	6,5	3,1	2,3	4,3	13,6	23,6	27,1	25,7	18,6	13,1	10,6	3,5
4.	6,0	5,2	2,5	5,3	16,2	25,6	27,0	25,6	19,2	12,8	13,0	5,4
5.	9,0	5,9	2,2	9,8	17,7	26,4	23,1	26,3	19,9	12,3	10,0	7,2
6.	3,1	6,6	0,3	16,2	16,4	21,0	23,4	28,6	20,4	13,8	10,0	6,6
7.	0,1	6,3	0,7	10,9	16,7	23,6	23,3	25,4	21,8	13,7	10,6	6,3
8.	0,0	4,3	0,2	17,6	18,7	18,5	19,3	24,4	23,3	14,7	10,2	5,6
9.	0,1	7,3	2,3	12,2	18,1	19,4	20,1	20,7	21,5	15,1	10,1	9,9
10.	-0,6	7,2	2,1	6,1	16,1	18,0	20,1	22,2	20,8	14,0	12,1	9,9
11.	-1,1	9,2	-0,9	6,7	18,5	21,3	18,6	21,4	16,8	15,2	9,6	3,5
12.	-1,8	4,5	-0,6	10,7	21,4	22,4	19,3	22,2	18,2	15,9	7,9	-1,0
13.	-2,7	2,0	1,5	10,1	22,9	23,5	21,3	19,4	18,2	14,9	8,2	-0,4
14.	2,1	4,0	4,6	11,8	20,6	20,0	24,7	20,4	22,1	12,9	8,2	2,5
15.	1,0	10,3	9,5	16,5	19,6	20,1	25,2	24,9	24,7	12,9	9,0	4,4
16.	0,4	6,6	10,5	12,6	21,6	21,9	22,9	24,3	17,8	13,7	11,9	12,8
17.	7,1	9,7	8,0	7,8	20,6	22,2	21,6	25,4	11,4	13,1	10,6	3,8
18.	1,4	8,7	2,8	6,0	14,9	21,3	21,2	27,5	12,9	12,1	10,3	0,5
19.	-0,1	9,0	3,2	8,9	15,4	23,2	22,7	25,3	9,4	13,1	7,6	-0,7
20.	3,5	5,6	2,7	6,7	20,0	25,3	25,0	22,8	11,9	9,5	5,7	-0,7
21.	0,2	7,7	4,2	10,8	22,5	26,4	26,7	19,7	10,6	12,4	4,8	5,9
22.	0,6	6,4	7,5	15,6	20,7	23,4	27,3	19,6	11,8	17,6	6,7	8,8
23.	-1,8	6,6	8,8	14,2	20,4	22,3	29,3	19,2	10,7	15,7	6,2	8,3
24.	-3,9	4,6	11,3	15,5	23,6	26,1	26,7	19,3	12,9	16,8	7,8	9,2
25.	-2,0	7,3	9,7	15,6	25,2	23,0	25,6	22,2	15,9	15,4	6,1	9,2
26.	1,7	3,8	11,1	15,9	21,8	23,9	25,7	24,2	17,5	14,9	4,1	9,5
27.	3,2	3,8	12,2	12,9	24,4	26,0	25,8	24,8	15,3	13,8	6,0	8,8
28.	3,4	2,6	12,8	11,8	14,2	26,1	23,8	24,7	16,6	13,9	4,5	4,3
29.	2,6		15,2	13,3	15,6	27,3	25,9	22,3	17,9	12,6	3,8	9,4
30.	6,7		15,6	13,8	14,9	26,7	23,8	22,4	18,9	13,4	5,0	10,3
31.	3,1		15,6		18,5		22,7	23,2		13,0		9,7

ЗАНИМЉИВОСТИ:

- Највиша забележена температура на планети Земљи од када се мери температура ваздуха била је 56,7°C, измерена 1913. године у Furnace Creek Ranch у Калифорнији, САД, док је најнижа забележена на антарктичкој висоравни на руској метеоролошкој станици Восток, 21.7.1983. године када је температура пала на невероватних -89,2 °C.
- Сунце емитује огромну количину топлоте. Површина Сунца има температуру од око 5.500 °C, док унутрашњост Сунца досеже милионе степени Целзијуса.
- Највиша температура икада постигнута у контролисаним условима у лабораторији била је око 5,5 трилиона степени Целзијуса ($5,5 \times 10^{12}$ °C), постигнута у Великом сударачу хадрона (LHC) на ЦЕРН-у.
- Феномен топлотног острва јавља се у урбаним подручјима. Бетон и асфалт апсорбују и задржавају топлоту, стварајући појаву познату као топлотно острво. Градови су често топлији од околног руралног подручја.
- Најтоплији град Европе је Атина са средњом годишњом темепературом од 18,5 °C, за разлику од Новог Сада где је средња годишња температура 12 °C.
- Покровни усеви и суви малч на површини земљишта, значајно доприносе стабилизацији температуре. Истраживања показују да малч може смањити температуру земљишта за 2–5°C током врућих летњих дана, чиме штити биљаке од прегревања. У исто време, смањује губитак влаге испаравањем за чак 25–50%, што је посебно важно у сушним регионима.

ВОДА КАО ВЕГЕТАЦИОНИ ЧИНИЛАЦ

Увод

Вода је неопходна биљкама током читавог њиховог живота. Она је неопходан и незаменљив фактор у свим физиолошким процесима у биљци. Многе гајене биљке садрже и до 93% воде, али квантитативно посматрано највећа количина воде која пролази кроз биљку има транзитни карактер. На пример, једна биљка кукуруза у току вегетације испари и до 200 литара воде.

Од 1.000 g усвојене воде, 990 g биљка расходује у виду "транзитне воде" и та вода се губи у процесу транспирације, док преостали део од 10 g представља задржану воду, односно хемијски везану или конституциону воду, која узима учешће у одређеном стању хидратације биљног ткива, као и при фотосинтези за синтезу органских једињења.

Водни режим биљака

Биљка својим кореновим системом усваја воду из земљишта и у води растворене минералне материје и преноси их својим спроводним судовним снопићима (ксилем) у надземне делове. Створена органска материја у надземним зеленим деловима транспортује се у друге делове биљке помоћу воде спроводним системом (флоем).

Целокупан процес промета воде кроз биљку назива се водни режим. Он се састоји из три међусобно повезана процеса:

- примање (усвајање) воде (апсорпција),*
- спровођење воде кроз биљку,*
- одавање воде (транспирација).*

Транспирација је процес испаравања воде од стране биљака. То је за биљку важан физиолошки процес јер се на њему заснива транспорт биљних хранива које биљка усваја кореном. Испаравањем воде преко листова, снижава се температура биљке, па биљка може да врши асимилацију и при вишим температурама. Од спољашњих чинилаца, на процес транспирације највећи утицај има температура и релативна влажност ваздуха. Под утицајем директног сунчевог зрачења биљка се загрева и транспирација се повећава. Ветар такође утиче на процес транспирације, јер односи ваздух обогаћен влагом, а замењује га новим, мање засићеним ваздухом. Биљна ткива, односно ћелије младих листова садрже највише воде, а затим и неки плодови - на пример лубеница. Вода служи за стварање одређеног напона у биљним ћелијама, који се ствара по законима осмозе и назива се **тургор**. Најмањи садржај воде је у семену биљака.

Транспирација биљака може да се карактерише помоћу више показатеља, од којих су најважнији: интензитет транспирације и релативни интензитет транспирације, транспирациони коефицијент, продуктивност транспирације и коефицијент водног биланса.

- **Интензитет транспирације** представља масу транспирисане воде са јединице лисне површине у јединици времена ($\text{g m}^{-2} \text{дан}^{-1}$).

- **Релативни интензитет транспирације** означава однос између транспирације листа и испаравања воде са исте слободне водене површине.
- **Продуктивност транспирације** представља масу суве органске материје која се ствара при испаравању једног килограма воде.
- **Транспирациони коефицијент** представља количину транспирисане воде потребну за стварање једне јединице суве органске материје.
- **Коефицијент водног биланса** представља однос између транспирисане и примљене (усвојене) масе воде.

По Таиз et al. (2015), вредности неких од ових показатеља крећу се у следећим границама:

- интензитет транспирације: 15-250 g m⁻² дан⁻¹,
- продуктивност транспирације: 1-8 g kg⁻² воде,
- транспирациони коефицијент 125-1.000.

На потребе биљака за водом, од наведених показатеља, најбоље указује транспирациони коефицијент. Транспирациони коефицијент је различит за различите биљне врсте (Табела 7). Тако, за пшеницу он износи 450-600, за кукуруз 250-300, за пиринач 500-800, конопљу 600-800, за већину трава 500-700, а за већину повртарских култура 500-800.

Табела 7. Потребне неких гајених биљака за водом (према различитим литературним изворима)

Биљна врста	Принос t ha ⁻¹	Укупна потреба за водом у mm
Пшеница	7-8	430-510
Кукуруз	8-10	350-450
Шећерна репа	60-80	550-650
Кромпир	50-60	600-750
Луцерка	12-15	700-750

Различите вредности транспирационог коефицијента за исту биљну врсту говоре да величина овог показатеља зависи и од спољних вегетационих чинилаца. Иако су вредности транспирационог коефицијента различите за сваку биљну врсту, али и за једну исту врсту у зависности од временских услова у појединим годинама, могућа је класификација културних биљака према величини транспирационог коефицијента. Тако су на пример још Briggs and Schantz (1912) дошли до закључка да неке врсте захтевају мање, а неке више воде за стварање једне јединице суве органске материје, односно да различито економишу са водом.

Из ових истраживања произилази да су у погледу потрошње воде најштедљивији просо, кукуруз, црни лук; мање су штедљиви: јечам, овас, кромпир и вигна; а најмање луцерка, трава и конопља. На основу познавања просечне вредности транспирационог коефицијента за одређену биљну врсту, могуће је приближно одредити очекивани ниво приноса на неком станишту и потребе одређених усева за водом. Поред вредности транспирационог коефицијента, потребни су и подаци о годишњој суми падавина и коефицијенту искоришћавања падавина, који највише зависи од агроколошких услова, а нарочито од особина земљишта. Одређивање потенцијалне висине приноса је од практичног значаја при избору врсте за одређене агроколошке услове.

Због високе вредности транспирационог коефицијента, укупне потребе биљака за водом су веома велике; и у умереном појасу често премашују дугогодишњи

просек падавина, услед чега се јавља недостатак воде од 50-250 mm током вегетације.

Значајне разлике у вредности транспирационог коефицијента постоје и између сорти и хибрида. По правилу, интензивне сорте и хибриди у просеку имају мањи транспирациони коефицијент, али због већих приноса имају већу укупну потребу за водом у поређењу са екстензивним сортама и хибридима. Оплемењивањем и гајењем високоприносних сорти, са повољнијим жетвеним индексом и бољим искоришћавањем воде, смањена је потрошња воде за производњу јединице зрна кукуруза на око половину. Сматра се да се усмереном селекцијом потрошња воде и даље може значајно смањити.

Транспирациони коефицијент зависи и од спољних чинилаца, као што су температура и релативна влажност ваздуха, струјање ваздуха, интензитет светлости, минерална исхрана, количина приступачне воде у земљишту и др. Утицај температуре на вредност транспирационог коефицијента приказан је у Табели 8.

Табела 8. Утицај температуре ваздуха на вредност транспирационог коефицијента

Биљке умерене климе	При температури ваздуха	
	10-13 °C	27 °C
Пшеница	385	826
Јечам	298	758
Овас	403	760
Луцерка	429	906
Биљке топле климе		
Кукуруз	249	210
Пиринач	2.566	585
Сирак	1.236	223

Температура ваздуха до извесне границе код сваке врсте повећава транспирацију, међутим вредност транспирационог коефицијента мења се различито у зависности од порекла врсте. Биљке умерене климе продуктивније троше воду при нижим температурама, док се са порастом температуре транспирациони коефицијент нагло повећава. Потпуно супротно реагују врсте које су прилагођене топлијој клими. На вредност транспирационог коефицијента утиче и минерална исхрана (Табела. 9)

Табела 9. Утицај минералне исхране на вредност транспирационог коефицијента (Laether, цит. Petrasovits et al., 1975)

Биљна врста	Без ђубрења	Ђубрено		
		N	P	NPK
Пшеница	800	977	545	480
Лан	1.093	1.196	1.000	787

У условима оптималне, хармоничне исхране, потрошња воде по јединици створене суве материје се значајно смањује. Из тога произилази да се ђубрењем може утицати на рационалнију потрошњу воде. На плоднијим земљиштима транспирациони коефицијент је нижи, јер биљка треба мање да транспирише како би дошла до исте количине хранива него на сиромашнијем земљишту.

Недостатак или сувишак неког биогеног елемента може у значајнијој мери да повећа потрошњу воде. Тако на пример, биљке обилно храњене азотом имају велику лисну површину, бујан хабитус, слабије развијен коренов систем и интензивнију

транспирацију. Код таквих усева значајно се повећава потрошња воде, а истовремено се смањује отпорност (толерантност) према суши.

Наводњавање по правилу повећава не само укупну (нето) потрошњу воде по биљци већ и транспирациони коефицијент (Табела 10).

Табела 10. Утицај количине воде за наводњавање на вредност транспирационог коефицијента у контролисаним условима

	Ако се количина воде за наводњавање повећава у односу на почетну вредност						
	1	1,5	2	2,5	5	7	10
Тада је:							
Транспирациони коефицијент	853	869	948	1.038	1.317	1.530	1.809
Луксузна потрошња	-	13	89	182	461	674	953

Ови подаци Вилијамса доказују да се са повећањем садржаја приступачне воде у земљишту долази до прекомерне, тзв. луксузне потрошње, а тиме и до повећања вредности транспирационог коефицијента. Транспирациони коефицијент зависи и од интензитета светлости.

Вредност транспирационог коефицијента биљака мања је при обиљу светлости, а већа при недостатку светлости.

Транспирациони коефицијент зависи и од релативне влажности ваздуха. Уколико је релативна влажност већа, транспирациони коефицијент ће бити мањи и обрнуто. Такође, вредност транспирационог коефицијента зависи и од струјања ваздуха - уколико је струјање ваздуха веће и транспирациони коефицијент ће бити већи.

Од агротехничких мера, густина склопа усева у значајној мери утиче на потрошњу воде. У ређем склопу потрошња воде је већа по биљци, а и транспирациони коефицијент је већи. Са повећањем густине склопа до оптимума, смањују се губици воде евапорацијом (испаривањем са површине земљишта), земљишна влага се боље искоришћава и услед повољније микроклиме смањује се потрошња воде по биљци, дакле и вредност транспирационог коефицијента. Код дрвенастих биљака, неправилном резидбом поспешује се бујност биљака, што значајно повећава потрошњу воде транспирацијом.

Поред наведених спољашњих фактора, на вредности транспирационог коефицијента код биљака утичу и „унутрашњи чиниоци“ који се манифестују преко: положаја (архитектуре) листова; величине, броја и положаја стома на биљци; прилагођености биљака условима животне средине (хигрофите - ксерофите); присуства патогена и сл.

Потреба гајених биљака према води утиче на избор усева у плодореду и на примењене агротехничке мере. Међу гајеним биљкама налазимо такве које су прилагођене условима оскуднијег или јачег влажења. На основу потреба културних биљака за водом извршена је подела у три групе: хигрофите, мезофите и ксерофите.

- **Хигрофите** су оне биљне врсте које захтевају велику количину воде за одвијање животних процеса (пиринач, купус, паприка, грашак, црвена детелина, лупина, соја, конопља, траве и др.).

- **Мезофите** су биљке које троше умерене количине воде. Такве биљке су: пшеница, јечам, овас, кромпир, парадајз.
- **Ксерофите** су биљке које успевају и уз мањи утросак воде. У ову групу се убрајају јара пшеница, тврда пшеница, шесторедни јечам. Степске властасте траве су типични представници ксерофита.

За нормалан раст и развиће биљке захтевају стално присуство воде у земљишту током целе вегетације. Међутим, ти захтеви нису подједнаки. Због тога се вегетациони период озиме пшенице може поделити на четири подпериода, с обзиром на захтеве према води:

- **Фаза клијања и ницања.** Биљке захтевају присуство довољних количина воде у земљишту како би семе могло набубрити и исклијати, али потрошња воде од стране биљака је мала.
- **Фаза успореног раста биљака и укорјењавања.** Биљке немају велике захтеве за водом, па њен недостатак у овом подпериоду се неће значајније одразити на смањење приноса. Уколико биљке располажу са мање воде, оне ће интензивније развијати коренов систем у потрази за влагом, што може повољно деловати на принос уколико у каснијим фазама дође до појаве суше. Ако у овом периоду биљка има воде у изобиљу, она ће формирати велику вегетативну масу и слабије развијен коренов систем, што може негативно да се одрази на принос ако касније наступе суше.
- **Фаза интензивног раста, цветања и оплодње.** У овом делу вегетације биљкама су потребне највеће количине воде, те ако је немају довољно, то се драстично одражава на смањење приноса. Због тога се овај период назива „критичним периодом за водом“. Код пшенице он почиње половином априла и траје до краја маја; односно од почетка влатања па до млечне зрелости. Код кукуруза овај период наступа 15-20 дана пре метличења и траје до млечне зрелости, односно од краја јуна до половине августа.
- **Фаза сазревања и лаганог опадања тежине биљке.** Биљке имају смањене захтеве за водом, потрошња воде је мала и њен недостатак се неће битније одразити на принос.

Услед неравномерног распореда падавина у времену и простору, вода је са становишта биљне производње далеко осетљивији и нестабилнији климатски фактор од светлости, топлоте и ваздуха, те се она најчешће налази у минимуму и тиме ограничава обим биљне производње.

Распоред падавина у хоризонталном смеру је сличан распореду топлоте. У тропским пределима просечна годишња количина падавина износи преко 1.000 mm, у умереном појасу просечно 600 mm, а у поларним областима око 210 mm.

У областима са мање од 400 mm падавина годишње, за успешну пољопривредну производњу неопходно је додатно наводњавање. Код нас се најважнији пољопривредни рејони налазе у семихумидној клими (500-1.000 mm). Просечна годишња количина падавина у Покрајини Војводини је 651 mm.

Водни биланс биљака

Водни биланс биљака представља однос између усвојене воде преко корена и отпуштене воде преко стома, као и осталих видова транспирације.

При повољним условима за раст и развој биљака, када температуре нису превисоке, количина усвојене воде од стране биљака једнака је количини отпуштене воде у атмосферу и тада кажемо да је водни биланс у равнотежи.

Међутим, дешава се да у топлим летњим месецима, услед високих температура и дувања сувих и топлих ветрова, долази до наглог повећања транспирације, па биљка више воде отпушта у атмосферу него што је у могућности да је усвоји из земљишта. Тада долази до водног дефицита. Биљка у таквим условима затвара стоме и на тај начин се опире превеликом испаравању (транспирацији).

Ксерофите биљке, прилагођене животу у сушним условима, на различите начине се супротстављају прекомерном одавању воде. На пример, кукуруз уврће листове и на тај начин ствара микроклиму засићенију воденом паром у непосредној близини стома смањујући транспирацију. Кактуси, на пример, дефолијацијом (трансформацијом листова у трновите израштаје) знатно смањују транспирациону површину, док мрква и многе врсте фамилије *Ariaceae* умањују транспирацију формирањем уско усечених лиски са знатно мањом површином. Такође, сунцокрет има трихоме (длаке) на својој површини које могу помоћи у смањењу испаравања воде јер стварају слој ваздуха који смањује директну изложеност сунцу и ветру, што може смањити температуру на површини листова и смањити губитак воде.

При водном дефициту долази до опадања тургора и лишће се гравитационо опушта надолу; односно почиње да вене. Међутим, у вечерњим сатима, када долази до снижавања температуре, биљка поново успоставља равнотежу и листови попрамају нормалан положај.

У природи постоје три врсте већења код биљака:

- **почетно већење** – почетни симптоми које није могуће визуелно утврдити јављају се на ћелијском нивоу,
- **привремено већење** - када дефицит воде не прелази 5-10%; у току топлих дневних интервала опада тургор, међутим у вечерњим сатима биљка поприма нормалан изглед,
- **трајно већење** - када је водни дефицит код већине биљака већи од 10%, што наступа онда када у земљишту нема довољно воде, па биљка својом усисном снагом (која у просеку износи 15 атмосфера) није у могућности да усвоји довољне количине воде. Установљено је да водни дефицит може да износи чак и до 25%, међутим ако траје краће не долази до трајног већења. Трајно већење наступа при дужем трајању водног дефицита, односно при дуготрајној суши. Тургор опада у свим деловима биљке, чак и у кореновим длачицама, те биљка више није у стању да усваја воду, чак и у условима накнадног обилног влажења. То доводи до дехидратације ткива, коагулације колоида протоплазме, разградње угљених хидрата и беланчевина и до угинућа биљке.

Појмови везани за принос који се користе приликом одређивања потребних количина воде за његово формирање

Биолошки принос представља укупно створену органску материју по јединици површине у току вегетационог периода једне биљке. Под биолошким приносом се подразумева да је једна биљка, нпр. кукуруза, током своје вегетације створила укупну органску материју коју чине како вегетативни (листови, стабло и корен) тако и генеративни органи те биљке (плодови, односно семе које ће се користити за даље умножавање (сетву), или зрно које ће се користити као меркантилна роба за исхрану људи, животиња или у друге индустријске сврхе).

Пољопривредни принос је део биолошког приноса који има употребну, односно економску вредност (семе, односно зрно кукуруза, сунцокрета, соје и пшенице; корен шећерне репе, кртоле кромпира и др.).

Жетвени индекс је број који показује колики је удео пољопривредног приноса у укупном биолошком приносу. Он је различит за различите биљне врсте, а у оквиру исте биљне врсте знатно варира у зависности од сорте или хибрида. Такође је у великој мери зависан од агроеколошких услова производне године и примењене агротехнике (нпр. ђубрења). Вредност жетвеног индекса за пшеницу је око 0,50, за кукуруз 0,30-0,45, соју 0,30-0,40, сунцокрет 0,25-0,35.

Ваздушно суво зрно је зрно које је осушено до тачке где садржи количину влаге обично око 12-14%, што значи да је влага у зрну доведена до нивоа који је довољан да се спречи раст микроорганизама. Ова количина влаге га чини стабилним и спремним за складиштење и законски је прописано (<https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/slsfrj/drugidrzavniorganiorganizacije/pravilnik/1987/47/1/reg>).

Термин „**апсолутно суво**“ и „**ваздушно суво зрно**“ који се користе приликом обрачуна приноса се односи на потпуно осушено зрно, када се суши у сушници на 105°C до константне масе и минимале, изузетно мале количине влаге у зрну. У пракси се ови термини веома ретко користе јер се овакав третман сушења не примењује осим за потребе научно истраживачког рада.

Потребне количине воде за поједине биљне врсте

Биљка не користи сву воду која јој стоји на располагању. У току вегетације, од укупне количине воде која доспе падавинама у земљиште, биљка искористи само део који се изражава у процентима и назива **кофицијент искоришћавања падавина**. Овај коефицијент зависи од бројних фактора и најчешће износи око 50%.

ПРИМЕР 1: У току једне године пало је 590 mm воденог талога (падавина). Колико је воденог талога биљци било ефективно на располагању ако је коефицијент искоришћавања падавина 45%?

$$590:100 = X:45$$

$$X = \frac{590 \cdot 45}{100} = 265,5$$

Значи да од 590 mm падавина биљке искористе свега 265,5 mm воденог талога.

Потребна количина воде за поједине биљне врсте може се лако израчунати уколико је познат принос суве материје те врсте и њен транспирациони коефицијент. При томе треба знати да 1 mm падавина одговара количини од 1 l воде на површини од 1 m², или 10.000 литара воде по једном хектару; односно 10 m³ ha⁻¹. Израчунавање вршимо по следећим формулама:

$$Q = P_u \cdot T_k$$

Q - количина воде у l ha⁻¹,

P_u - укупан принос суве материје у kg ha⁻¹

T_k - транспирациони коефицијент.

$$Pu = \frac{P}{z}$$

P - принос сувог зрна у kg ha^{-1} (сведеног на стандардни % влаге),
z - жетвени индекс.

ПРИМЕР 2: Ако је са једног хектара добијен принос од 6.000 kg „апсолутно сувог зрна“ пшенице, а жетвени индекс је 0,5, израчунати колико је за тај принос било потребно mm воденог талога ако је транспирациони коефицијент 560?

$$Pu = \frac{P}{z}$$

$$Pu = \frac{6000}{0,5} = 12.000$$

Укупан принос суве материје је $12.000 \text{ kg ha}^{-1}$.

$$Q = Pu \cdot Tk$$

$$Q = 12.000 \cdot 560 = 6.720.000$$

За принос од 6.000 kg апсолутно сувог зрна пшенице по хектару потребно је 6.720.000 l воде по хектару, односно 672 mm воденог талога.

Такође, може се ићи и обрнутим редоследом: ако знамо годишњу количину воденог талога и транспирациони коефицијент за одређену врсту, може се израчунати колики принос се може остварити са одређене површине.

$$Pu = \frac{Q}{Tk}$$

$$P = Pu \cdot z$$

ПРИМЕР 3: Ако је вишегодишња просечна количина падавина (1990-2020.) на локалитету Римски Шанчеви (10 km од Новог Сада) 668 mm , колики принос кукуруза се може очекивати? Транспирациони коефицијент је 320, а жетвени индекс 0,4.

$$Pu = \frac{Q}{Tk}$$

$$Pu = \frac{668 \cdot 10.000}{320} = 20.875$$

$$P = Pu \cdot z$$

$$P = 20.875 \cdot 0,4 = 8.350$$

Може се очекивати принос од 8.350 kg ha^{-1} „сировог“ апсолутно сувог зрна кукуруза. Ако је принос апсолутно сувог зрна кукуруза 8.350 kg ha^{-1} , принос ваздушно сувог зрна (са стандарним садржајем влаге 14%) добијамо на следећи начин:

$$P : 86 = P_{14} : 100$$

$$P_{14} = 8.350 \cdot \frac{100}{86} = 9.709$$

P- принос апсолутно сувог зрна kg ha^{-1}

P_{14} - принос ваздушно сувог зрна,

Принос зрна кукуруза са 14% влаге је 9.709 kg ha^{-1} .

Израчунавање приноса са одређеним процентом влаге

Семе гајених биљака у фази формирања садржи око 80% воде, а свега 20% суве материје. Сазревањем оно постепено губи воду, а нагомилава суву материју, тако да у фази млечне зрелости садржи више од 50% воде, а у воштаној зрелости од 50 до 25%. У пуној зрелости семе садржи мање од 25% воде.

Жетва се код већине ратарских биљних врста обавља у *пуној зрелости* или *крајем воштане зрелости*.

Воштана зрелост је стање када зрно у себи има толико воде да се може запарати ноктом и да при томе остане браздица на зрну (као код воска). Кад се семе налази у пуној зрелости то више није могуће учинити.

По СРПС стандардима Института за стандардизацију Србије за обрачунски квалитет, који се узима у обзир приликом плаћања, зрно се своди на следећи % влаге:

Табела 11. Захтеви квалитета за складиштење пољопривредних производи који се складиште у јавном складишту (према Сл. гласник РС, бр. RS, 37/2010 и 10/2014.)

Културна биљка	Највећи садржај влаге (%)	Примесе (%)	Хектолитарска маса (kg ha^{-1}), најмање
Пшеница	13	1,5	76
Дурум пшеница	13	1,5	78
Јечам	13	2	66
Кукуруз	14	6	65
Соја	13	2	
Сунцокрет	9	2	

Зрно се може складиштити са максимално 13% воде код житарица и зрених махуњача, а са 9% воде код уљаних врста. То значи да се код израчунавања приноса појединих врста принос сировог зрна мора свести на принос сувог зрна, јер се произвођачу обрачунава принос и исплаћује количина не сировог него ваздушно сувог зрна.

Зрно са стандардним садржајем влаге (ако се односи на одређени проценат влаге - 13% или 9%). Израчунавање садржаја сувог зрна када није дат податак о садржају примеса (или је непознат) врши се по формули 1 за кукуруз, соју, јечам и сунцокрет:

$$P = NP \frac{100 - x}{100 - y} \quad (\text{формула 1})$$

где је:

P - принос сувог зрна kg ha^{-1} ,

NP - принос сировог зрна - натурално семе kg ha⁻¹,
 x - садржај влаге у сировом зрну у %,
 y - садржај влаге ваздушно сувог зрна у % (законски одређен за сваку културу).

ПРИМЕР 4: Принос сировог зрна кукуруза износи 11 t ha⁻¹. Израчунати принос зрна са 14% влаге ако је влажност сировог зрна 21%.

NP = 11 t/ha,
 x = 21%,
 y = 14%,
 P = ?

$$P = 11 \cdot \frac{100 - 21}{100 - 14} = 10.104 \text{ t/ha}$$

Принос сувог зрна са 14% влаге је 10,1 t ha⁻¹.

Поред садржаја влаге, натурално семе непосредно након бербе садржи одређену количину примеса. Приликом откупа пољопривредних производа врши се њихово одређивање истовремено са садржајем влаге, након чега се може прецизно одредити принос „наплативог” зрна (формула 1 и 2).

То прерачунавање се врши по следећим формулама:

$$X = \frac{100 - (V_N + N_N)}{100 - (V_T + N_T)} \times Q \text{ (формула 2)}$$

где су:

X – коригована маса семена према заштитној цени (kg),
 V_N – нађени садржај влаге у маси семена (%),
 N_N – нађени садржај нечистоћа у маси семена (%),
 V_T – тражени садржај влаге у семену према квалитету (%),
 N_T – тражени садржај нечистоћа у семену према квалитету (%),
 Q – количина семена која се откупљује (kg).

$$Q_{(13)} = \frac{100 - \left(\frac{W_1 - 13}{87} \times 100 + 0,5\right)}{100} \times Q_0 \text{ (формула 3)}$$

где су:

Q₍₁₃₎ – количина пшенице на бази садржаја влаге од 13%,
 W₁ – стварни садржај влаге у пшеници, у процентима,
 Q₀ – количина откупљене пшенице.

ЗАНИМЉИВОСТИ

- Око 71% површине планете Земље прекривено је водом, али само мали проценат (око 2,5%) је слатка вода, док остатак чини слана вода у океанима.
- Слатка вода је ограничен ресурс. Мање од 1% светске воде је доступно као слатка вода за људску употребу. Већи део ове слатке воде налази се у језерима, рекама и подземним изворима.
- Лед представља чврсто агрегатно стање воде, има мању густину од воде у течном стању, због чега плута на води. Ово својство је кључно за очување живота у хладним климатским условима.
- Вода је најнестабилнији фактор агроекосистема (јер се не може предвидети њена количина и распоред) и због тога је често ограничавајући фактор одвијања производње у агроекосистему.
- Сукуленти су биљке које су прилагођене сушним условима и складиште воду у својим ткивима, обично у сочним листовима, стабљикама или корењу. Ова воштана покривка делује као природни заптивач који помаже биљкама да задрже влагу. Ово им омогућава да преживе дуже периоде без кише.
- Различите биљке захтевају различите количине воде за производњу, а ова количина се мери као "водени отисак". На пример, за производњу 1 килограма пшенице потребно је око 1,300 литара воде, за производњу 1 килограма соје потребно је око 2,000 литара, а за производњу 1 килограма памука чак 10,000 литара. За производњу 1 килограма меса, међутим, потребно је у просеку чак 15,400 литара воде. Ови подаци указују на важност рационалног коришћења водних ресурса и представљају разлог за глобални заокрет у политикама које промовишу веће коришћење биљних протеина.

ЗАДАТАК 5

Планирани принос кукуруза је $11,5 \text{ t ha}^{-1}$ укупне суве материје. Која количина воде је потребна за тај принос, ако је транспирациони коефицијент 280?

ЗАДАТАК 6

Транспирациони коефицијент за пшеницу је 510, а остварени принос $5,1 \text{ t ha}^{-1}$ сувог зрна. Жетвени индекс је 0,5. Колико је воде било потребно за остварење тог приноса?

ЗАДАТАК 7

У неком подручју годишње у просеку падне 550 mm воденог талоба. Колики принос кукуруза се може очекивати ако посматрамо само воду као ограничавајући фактор? Транспирациони коефицијент је 320, а жетвени индекс 0,37.

ЗАДАТАК 8

Принос сировог зрна пшенице је $7,5 \text{ t ha}^{-1}$. Колики је принос сувог зрна по хектару, ако је влага сировог зрна 17,5%?

ЗАДАТАК 9

Ако се у приколицама налази 16 t сировог зрна сунцокрета са измереним садржајем влаге од 18%, колико се у приколицама налази ваздушно сувог зрна?

ЗАДАТАК 10

На парцели 1 добили смо принос кукуруза 9 t ha^{-1} са 22% воде у зрну, а на парцели 2 принос је био 8 t ha^{-1} са влагом 16%. На којој је парцели кукуруз остварио већи принос?

ПОЉОПРИВРЕДНА ОЦЕНА КЛИМЕ – показатељи аридности и хумидности

Увод

Клима је стање метеоролошких појава посматрано у једном месту или подручју током дужег временског периода (најмање 30 година).

Годишње и дневно колебање климе је **време**.

Од спољних чинилаца клима у великој мери утиче на биљну производњу. На овај чинилац спољашње средине човек најмање може утицати (изузев у заштићеном простору), те је зато принуђен да гајење биљака прилагођава условима климе тј. временским приликама.

Неповољне временске прилике човек настоји да ублажи различитим мерама као што су: наводњавање, одводњавање, обрада, ђубрење, плодоред, противградна заштита, пољозащитни шумски појасеви, избор одговарајућих врста и сорти прилагођених одређеним условима климе.

Познавајући карактеристике климе и колебање временских услова у појединим годинама, могу се планирати одређени агротехнички захвати. У такве мере спадају обрада, ђубрење, рокови сетве и садње, наводњавање, мере неге и заштите усева.

За оцену погодности климе за биљну производњу важни су: средње годишње и месечне температуре, дужина безмразног периода, број дана са снегом, количина падавина, њихов распоред у току године, интензитет кише, учесталост и јачина ветра, појава града, температура земљишта, и др. Осим података о просечним вредностима климатских услова за вишегодишњи период на неком подручју, за биљну производњу су од значаја одступања од тих вредности у појединим годинама, а посебно у току вегетационог периода. На основу тога могу се оценити године или периоди године који су повољни или неповољни за гајење одређених врста. На основу дугогодишњих осматрања може се установити учесталост појава суше, превлаживање земљишта, појава ниских и високих температура, града, јаких ветрова и слично.

Постоје различите методе оцене погодности климе за биљну производњу засноване на метеоролошким показатељима. За оцену погодности климе најчешће се узимају у обзир падавине и температуре, јер су ова два показатеља од највећег значаја за биљну производњу. Неки аутори за оцену погодности климе користе и релативну влажност ваздуха, евапотранспирацију и др.

Пољопривредна производња, иако је у значајној мери условљена деловањем климатских чинилаца, такође испољава значајан утицај на формирање и карактер климе.

Климатске промене представљају значајна одступања од вишегодишњих просечних вредности климе посматрано на неком већем подручју, или глобално на планети. На основу данашњих сазнања, глобалне климатске промене у значајној мери се одражавају на пољопривредну производњу и њену способност да произведе довољно хране за људску популацију и исхрану стоке. Повећање концентрације угљен диоксида у атмосфери за 0,6% у 21-ом веку такође ће утицати на принос гајених биљака. Праћење глобалних климатских промена и анализа њиховог утицаја

на пољопривреду омогућиће прилагођавање садашњег начина производње променама агроекосистема, које ће омогућити успешну производњу и стабилне приносе.

Аридност или хумидност климе неког подручја може се оценити на основу годишњих количина падавина. Према аридности или хумидности, географска подела климе била би следећа:

Табела 12. Вредности аридности и хумидности климе у зависности од количине падавина

Годишња количина падавина (mm)	Оцена аридности или хумидности климе
250	аридна
250-500	семиаридна
500-1000	семихумидна
1000-1500	хумидна
преко 1500	перхумидна

Биљна производња налази најповољније услове у субхумидној и хумидној клими уз повољну евапотранспирацију. У аридној и семиаридној клими за успешно гајење биљака потребно је наводњавање, или увођење специфичних система ратарења уз избор усева који траже мање воде. У хумидној и перхумидној клими потребно је изградити системе за одводњавање и гајити усеве са повећаним захтевима према води.

У топлим областима перхумидне климе, са израженом евапорацијом, узгаја се шећерна трска, пиринач, памук и др. При слабијој евапорацији, преовлађују плантаже вишегодишњих полудрвенастих и дрвенастих култура (палме, какао, банане, кафа и др.). У условима преко 3.000 mm падавина годишње, гајене врсте не могу да издрже конкуренцију са природном вегетацијом. У тим областима преовлађују тропске прашуме.

Оцена климе само на бази годишњих количина падавина не даје праву слику о погодности климе за биљну производњу, јер и температура и релативна влажност ваздуха у значајној мери утичу на аридност или хумидност климе. Тако нпр., Римски Шанчеви са 668 mm падавина годишње имају семиаридну климу (због високих температура и ниске релативне влажности ваздуха), док северна Европа са око 300 mm падавина годишње има хумидну климу (због ниских температура и високе релативне влажности).

За оцену аридности и хумидности климе најчешће се користи Мајеров (Mayer) коефицијент (Q) и Лангов (Lang) кишни фактор (KF).

Мајеров коефицијент - представља однос између годишње количине падавина и дефицита засићености. Израчунава се по формули:

$$Q = \frac{N}{S}$$

где су:

Q - Мајеров коефицијент,

N - годишња количина падавина (mm),

S - дефицит засићености.

Мајер на основу вредности овог коефицијента, разликује следеће педолошке и климатолошке области.

Табела 13. Вредности Мајеровог коефицијента

Педолошке и климатолошке области	Мајеров годишњи коефицијент
Пустиње и пустињске степе	0-100
Медитеранска област	50-200
Област кестењастих земљишта	100-275
Област чернозема	125-350
Област гајњаче	275-400
Атлантска област	375-1000
Тундре	преко 400
Планинска област	1.000-4.000

Лангов кишни фактор - је однос између годишње количине падавина и средње годишње температуре ваздуха. Израчунава се по формули:

$$F = \frac{P}{T}$$

где су:

F - кишни фактор,

P - годишња количина падавина (mm),

T - средња годишња температура ваздуха (°C).

Грачанин (1950), на основу Ланговог кишног фактора, предложио је следећу класификацију климе:

- аридна клима <40,
- семиаридна клима 40-60,
- семихумидна клима 60-80,
- хумидна клима 80-160,
- перхумидна клима >160.

При вредности кишног фактора 50 и мање, за успешну биљну производњу потребно је вршити наводњавање. При вредности Ланговог кишног фактора између 50-60, услови су веома погодни за окопавинско ратарење; између 60-80 постоје општи добри услови за ратарење; између 80-120 су повољни услови за стрна жита и крмно биље, а ако је вредност Ланговог кишног фактора преко 120, услови су повољни за гајење крмног биља.

ПРИМЕР 1: Израчунати просечну вредност Ланговог кишног фактора за Римске Шанчеве, ако знамо да је дугогодишњи просек падавина 668 mm, а средња годишња температура 12 °C.

$$KF = \frac{668}{12} = 55,7$$

Према добијеној вредности Ланговог кишног фактора Римски Шанчеви спадају у подручје семиаридне климе.

Лангов кишни фактор није довољан показатељ погодности климе за биљну производњу јер не изражава климатске карактеристике по годишњим добима и

месецима. Зато је Грачанин (1950) предложио израчунавање **месечног кишног фактора** на основу месечне количине падавина и средње месечне температуре.

$$KFm = \frac{P}{T}$$

где су:

KFm - месечни кишни фактор,

P - месечна количина падавина (mm),

T - средња месечна температура ваздуха.

Према месечном кишном фактору ознаке аридне и хумидне климе су следеће:

KFm:	до 3,3	аридна клима,
	3,4-5	семиаридна клима,
	5,1-6,6	семихумидна клима,
	6,7-13,3	хумидна клима,
	>13,3	перхумидна клима.

ПРИМЕР 2:

Користећи податке из табела 15 и 17 израчунајте вредност месечног кишног фактора за Нови Сад и одредите припадност климатском типу:

јануар:	$KFm = \frac{39}{0,7} = 55,7$	перхумидна клима
фебруар:	$KFm = \frac{36}{2,3} = 15,6$	перхумидна клима
март:	$KFm = \frac{39}{7,0} = 5,6$	семихумидна клима
април:	$KFm = \frac{47}{12,4} = 3,8$	семиаридна клима
мај:	$KFm = \frac{77}{17,3} = 4,5$	семиаридна клима
јуни:	$KFm = \frac{92}{20,9} = 4,4$	семиаридна клима
јули:	$KFm = \frac{68}{22,5} = 3,0$	аридна клима
август:	$KFm = \frac{60}{22,4} = 2,7$	аридна клима
септембар:	$KFm = \frac{59}{17,2} = 3,4$	семиаридна клима
октобар:	$KFm = \frac{59}{12,0} = 4,9$	семиаридна клима
новембар:	$KFm = \frac{52}{6,8} = 7,6$	хумидна клима
децембар:	$KFm = \frac{49}{1,8} = 27$	перхумидна клима

Кишни фактор за неко место може се израчунати за годину или за поједине месеце, како за дужи период осматрања, тако и за једну годину. С обзиром да временски услови јако варирају у појединим годинама, може се догодити да неко место на основу дугогодишњих осматрања има хумидну климу, а у некој години особине аридне климе и обратно.

Недостатак Ланговог кишног фактора је у томе што је код ниских годишњих температура његова вредност несразмерно велика, а при температурним вредностима испод нуле вредност кишног фактора добија негативни предзнак. Међутим, претпоставка је да при негативним температурама нема сврхе

израчунавати овај фактор, јер је тада земљиште смрзнуто, а падавине су искључиво у облику снега.

Да би се избегли ови недостаци Ланговог кишног фактора код ниских температура, de Martonne је увео индекс суше или аридности.

Индекс суше - представља однос суме падавина и просечне температуре увећане за 10.

$$I_s = \frac{Q}{T + 10}$$

где су:

I_s - индекс суше,

Q - годишња количина падавина (mm),

T - средња годишња температура (°C).

Према de Martonne-у, области са индексом суше мањим од 5 су суве области у које спадају Сахара, Арабија, централна Аустралија и др.

- Области са индексом 5-10 обухватају граничне пустињске области са умереним отицањем воде, али још увек слабом флором (пустињска степа).
- Области са индексом 10-20 одликују се травним формацијама помешаним са жбуњем и трновитим дрвећем. Ту је наводњавање корисно, а за врсте које захтевају већу влажност, неопходно.
- Званично је прихваћена констатација да се области у којима је индекс суше мањи од 20 сматрају сувим (аридним).
- Уколико се индекс суше приближава броју 30, наводњавање у таквим областима није неопходно, изузев код оних врста које за свој раст и развој захтевају више воде.
- У областима са индексом суше 30-40, у слободној природи, дрвеће почиње заузимати све више простора.
- У областима са индексом суше већим од 40, у слободној природи, шуме заузимају скоро читав расположиви простор, а житарице су изложене опасности од сувишне влаге.

На основу претходно написаног, индекс суше може се применити и за краће временске периоде, нпр. за један месец. У том случају месечне суме падавина се морају помножити са 12, а формула гласи:

$$I_{sm} = \frac{12 \cdot Q}{T + 10}$$

I_{sm} - месечни индекс суше,

Q - месечна количина падавина (mm),

T - средња месечна температура (°C).

Сви месеци који имају месечни индекс суше мањи од 20 могу се сматрати месецима са недовољно падавина.

ПРИМЕР 3: Израчунајте годишњи индекс суше de Martonne-а, као и индекс суше по појединим месецима за Нови Сад користећи податке дате у табелама 15 и 17.

Годишњи индекс суше: $I_s = \frac{676}{11,9+10} = 30,8$

јануар:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 39}{0,7 + 10} = 43,7$
фебруар:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 36}{2,3 + 10} = 35,1$
март:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 39}{7,0 + 10} = 27,5$
април:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 47}{12,4 + 10} = 25,2$
мај:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 77}{17,3 + 10} = 33,8$
јуни:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 92}{20,9 + 10} = 35,7$
јули:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 68}{22,5 + 10} = 25,1$
август:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 60}{22,4 + 10} = 22,2$
септембар:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 59}{17,2 + 10} = 26,0$
октобар:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 59}{12,0 + 10} = 32,2$
новембар:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 52}{6,8 + 10} = 37,1$
децембар:	$I_{sm} = \frac{12 \cdot 49}{1,8 + 10} = 49,8$

У агрометеорологији се разликују два типа суше:

1. **Атмосферска суша** под којом се подразумева дужи бескишни период праћен високом температуром и ниском релативном влажношћу ваздуха,
2. **Земљишна суша** настаје када се услед интензивне евапотранспирације (испаривање са земљишта и биљака) при атмосферској суши исуши најпре површински слој земљишта, а ако сушни период потраје, и дубљи слојеви земљишта, у којима се налазе коренови биљака.

Хидротермички коефицијент

Један од критеријума којим је могуће окарактерисати интензитет суше је хидротермички коефицијент Сељанинова, НТК (Константинов, 1968). Овај коефицијент се израчунава преко формуле:

$$\text{НТК} = \frac{10 \sum H}{t \geq 10^\circ \text{C}}$$

Σ – сума падавина у датом периоду,

$\Sigma t \geq 10^\circ \text{C}$ – сума температуре ваздуха $\geq 10^\circ \text{C}$.

По овој формули биланс влаге је представљен као количник између количине падавина и суме температура ваздуха за одређени период. Коефицијент 10 у бројиоцу у формули, потиче од чињенице да се сума температура ваздуха умањује десет пута што условно карактерише могуће испаривање. Ова формула је врло погодна, јер може да се користи како за вегетациони период у целини тако и по сезонама и месецима, а неопходни подаци који се користе за израчунавање редовно се публикују (Табела 14).

Табела 14. Модификована климатска класификација Сељанинова за наше климатске услове (Оторепец, 1973)

НТК	Обележје
до 0,5	суво
0,5–0,7	врло сушно
0,7–0,9	сушно
1,0–1,3	недовољно влажно
1,3–1,5	умерено влажно
1,5–2,0	влажно
2,0–3,0	врло влажно
> 3,0	прекомерно влажно

Недостатак формуле Сељанинова у оцени степена сушности је у томе што не узима у обзир залихе влаге у земљишту, површинско отицање, а такође ни стварно испаравање, уместо кога је узета условна величина, која карактерише испаравање.

Наравно, могуће је стећи одређене представе о клими неког подручја и из детаљних климатских табела са подацима о температури, падавинама, релативној влажности ваздуха, ветровима, осунчавању, облачности итд. Успешна пољопривредна производња је заснована на свакодневном праћењу метеоролошких појава и усклађивању технологије производње са агроколошким условима производног подручја.

Стандардизовани индекс климатског водног биланса (Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index, SPEI) се користи за потребе квантификавања стања суше на посматраном подручју. За своје израчунавање користи вишегодишње низове податаке температуре и падавина. SPEI се може рачунати за различите временске интервале (1, 3, 6, 9, 12, 24 и 48 месеци) ради праћења краткорочних резерви воде за употребу у пољопривреди или дугорочних резерви воде што је значајно за хидрологију. SPEI се заправо базира на месечним вредностима климатског водног биланса срачунатог по методи Thornthwaite-а, где се водни биланс рачуна као разлика између падавина и потенцијалне евапотранспирације. Овај показатељ омогућава поређење јачине суше кроз време и простор, пошто се може израчунати за широк спектар климатских услова. Међутим, кључна предност SPEI у односу на друге широко коришћене индексе суше који разматрају ефекат PET-е на јачину суше је то што његове мултишкаларне карактеристике омогућавају идентификацију различитих типова суше и утицаја у контексту глобалног загревања (Vicente-Serrano et al., 2010; Rajić i Zemunac, 2017).

Појам метеоролошких еквивалената

Описивање погодности климе подразумева анализу и поређење временских серија приноса гајених биљака и тумачење утицаја појединих чинилаца на одступања од очекиваних вредности. Један од начина за сагледавање „ефекта године“ и детерминацију сушних и кишних година, те њихово предвиђање назива се анализа метеоролошких еквивалената.

Фактори климе према Azzi-у се деле на две групе:

1. *варијабилни* (температура, падавине),
2. *стални* (фиксни) – дужина дана, инсолација.

Стални или фиксни фактори климе варирају од места до места и од сезоне до сезоне, али када се једном фиксира место и датум, тада ови фактори имају очекиване вредности током године који су карактеристични за посматрано место.

ЗАДАТАК 11

На основу података у табелама 15 и 17 израчунајте вредност Ланговог кишног фактора за поједина места у Војводини и одредите ком климатском типу припадају.

ЗАДАТАК 12

Користећи податке из табела 15 и 17 израчунајте вредност месечног кишног фактора за поједина места у Војводини и одредите припадност климатском типу.

ЗАДАТАК 13

Израчунајте годишњи индекс суше de Martonne-а, као и индекс суше по појединим месецима за одређена места у Војводини и окарактеришите задата места, као и временске периоде, у погледу обезбеђености водом. При томе користите податке дате у табелама 15 и 17.

ПОЉОПРИВРЕДНА ОЦЕНА КЛИМЕ – КЛИМАДИЈАГРАМИ И КЛИМАТОГРАМИ

Увод

Оцена погодности климе за биљну производњу не може се изразити само једним бројем. Неопходно је знати барем годишњи ток температура и падавина, јер су ова два климатска фактора најважнија у биљној производњи. Такође је потребно знати присуство и одсуство, као и учесталост сушних и влажних периода. Због тога су за пољопривредну оцену климе у широкој примени климадијаграми.

Климадијаграми су графикони који се користе за приказивање климатских података за одређену локацију током дужег временског периода, обично за сваки месец у години. Они обично укључују информације о температури и падавинама.

Температура се приказује линијама или стубићима, док се падавине обично приказују хистограмима. Ови дијаграми омогућавају лакше поређење температуре и падавина током различитих месеци или годишњих доба.

Климадијаграми су корисни алати за анализу климатских образаца и помажу у разумевању климе одређеног подручја, што је важно за планирање активности које зависе од временских услова.

У нашим агроколошким условима за оцену погодности климе користимо најчешће два типа климадијаграма: по **Walter-у** и по **Иванов-у**.

КЛИМАДИЈАГРАМ ПО WALTER-у

Walter (1957) је предложио климадијаграм за обележавање климатских карактеристика неког подручја и његове погодности за биљну производњу. То је значајно јер се најважнији фактори климе изражавају у њиховом годишњем току, као и комплексност и узајамна условљеност одређених климатских фактора (Слика 3).

Некада се климадијаграм цртао на милиметарском папиру, а подаци су се уносили у координатни систем и то тако да се на апсциси за један месец узима 1 cm. На левој ординати 2 cm представља 10 °C, а на десној ординати 2 cm представља 20 mm падавина. Тако уз однос температуре према падавинама као 1:2 добијамо јасно изражен сушни период, уколико постоји у неком подручју. Сушни период пада у оно годишње доба у коме крива, или изломљена линија температуре надвисује криву падавина. Веће количине падавина од 100 mm приказују се у односу 1:10 и означавају се црним пољем.

Данас се употребом одређених рачунарских програма попут Excel-а могу приказати графикони са просечним месечним температурама и месечним количинама падавина за одређено подручје.

Вредности месечних температура се повезују тањом линијом, а вредности месечних количина падавина дебљом линијом (Слика 3). Површина испод кривуље падавина, а изнад температурне кривуље се шрафира усправним линијама и означава влажни период у току године. Површина изнад криве падавина до температурне криве се означава хоризонталним цртицама и представља сушни период. Однос ове две површине даје општи степен аридности или хумидности климе неког места или периода године.

На то да ли ће неки период у години имати сушни или влажни карактер, поред температуре и падавина, утичу и други фактори који нису узети у обзир приликом

израде одређеног климадијаграма (интензитет дувања исушујућих ветрова, текстурне особине земљишта, итд.). На климадијаграму, где се линија падавина приближава линији температуре, у тим месецима влада извесни полусушни (умерено сушни) период. То углавном важи за степске области. Да би се на том делу климадијаграма боље изразио недостатак падавина, Walter предлаже да за те месеце однос температура и падавина буде 1:3. Зато се крива падавина у Excel-у креира помоћу алата за графиконе који омогућавају детаљно уређивање и прилагођавање података за 1/3 ниже и то испрекиданом линијом. Тако добијена површина представља умерено сушни период и означава се водоравним испрекиданим линијама. На тај начин, поред сушног периода, који означава екстремну сушу са високим температурама, уз изражен дефицит падавина, на климадијаграму Walter се уочавају и мање екстремни сушни периоди у областима са летњим кишама, означени као умерено сушни период на климадијаграму по Иванову (слика 4). Ефекти суше на локалитету Римски шанчеви су приказани на Слици 2.

Климадијаграм се може допунити и подацима о месецима са средњим минимумом температуре испод нуле који се приказују црним пољима, као и месецима са апсолутном температуром испод нуле и приказују се шрафираним пољима испод апсцисе. Бела поља испод апсцисе означавају месеце без мразева. Са леве стране дијаграма даје се вредност средње минималне температуре најхладнијег месеца, а испод тога даје се вредност апсолутног температурног минимума. У горњем левом делу графикана исписује се име места за које је рађен климадијаграм, са податком о надморској висини, а испод тога наводи се број година током којих су вршена осматрања. Са горње десне стране је просечна годишња температура ваздуха у °C и годишња сума падавина у mm. Сваки детаљ на климадијаграму мора бити означен одређеним малим писаним словом.

Недостаци климадијаграма су што се мерење температуре врши у метеоролошким кућицама, на два метра висине, а биљке се у слободној природи обично налазе ближе земљиној површини и изложене су непосредном утицају сунца.

Климатограм - Преко просечних вредности месечних температура и месечних количина падавина, добијених дугогодишњим осматрањем, не добија се сасвим јасна слика климе, пошто ниједна година током тог дугог периода осматрања нема практично такву климу. За сваку годину, температуре и падавине по месецима су различите. Неки месеци су сувљи, а неки влажнији, или топлији и хладнији од просека.

За пољопривредну производњу је веома важно да се зна колико често се јављају сушне, а колико често влажне или изразито влажне године. Просечна количина воденог талога за Покрајину Војводину износи 651 mm. Од тога око 55% падне у вегетационој сезони, од априла до септембра. Међутим, нпр. током дугогодишњег осматрања и мерења на локалитету Римски Шанчеви у јужној Бачкој у периоду од 1990 до 2020. године регистроване су године и са 1042 mm падавина (2010), а исто тако и године када је било свега 280 mm падавина забележених 2000. године.

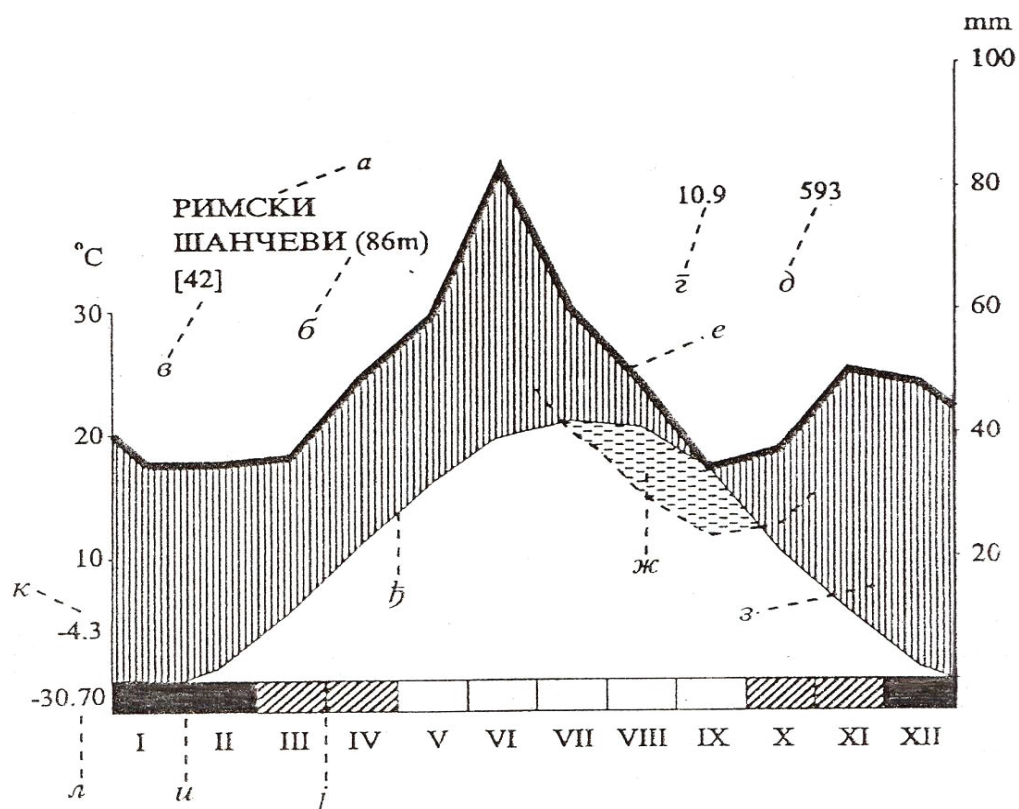
Да би се добила јаснија представа о томе колико често се јављају кишне, а колико често сушне године, израђују се климатограми (Слика 3 и 4).

Под **климатограмом** се подразумева **приказ временског стања**, односно климадијаграм за конкретну календарску годину. Климатограми представљају серију дијаграма који се цртају, односно графички приказују помоћу одговарајућих програма за сваку годину посебно; те се из такве серије може закључити о

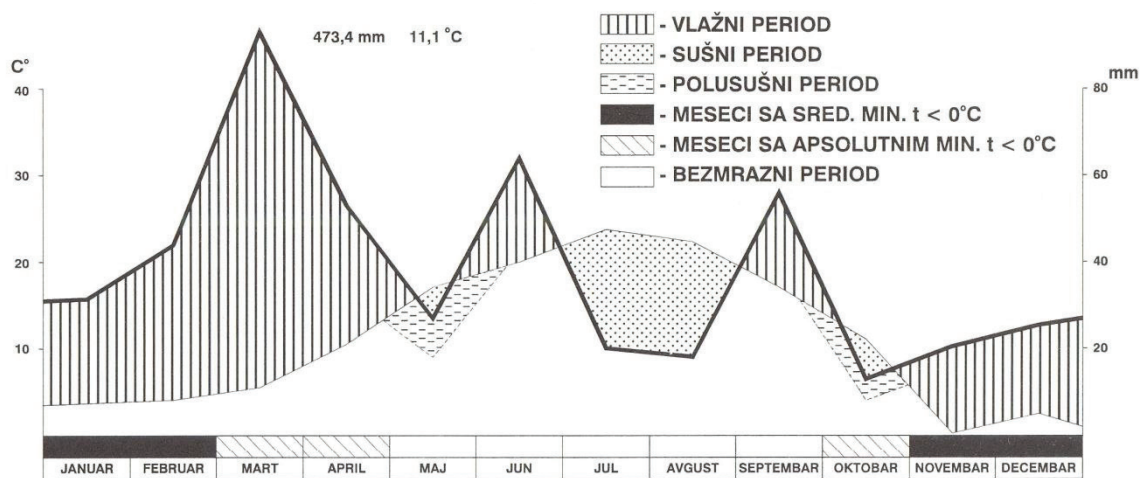
учесталости сушних година. Ово графичко приказивање је једноставно и прегледно и такви климатограми дају јасну слику о клими за посматране године.



Слика 2. Утицај године на усеве соје и кукуруза из накнадног рока сетве (лево – 25.8.2017.) – (десно – 25.8.2018.) (Фото: *Бојан Војнов*)



Слика 3. Климадијаграм по Walter-у за Римске шанчеве (а-локалитет, б-надморска висина, в-број анализираних година, г-средња годишња температура (°C), д-средња годишња количина падавина (mm), ђ-кривуља танка - температуре, е-кривуља дебела - падавине, ж-умерено сушни период, з-влажни период, и-период са средњим дневним минимумом месеци испод 0 °C, ј-период са апсолутним минимумом испод 0 °C, к-средњи минимум најхладнијег месеца, л-апсолутни минимум)



Слика 4. Климатограм по Walter-у за Римске Шанчеве за 2003. годину

ЗАДАТАК 14.

Уз помоћ Excel-а (*Microsoft Excel*) графички приказати климадијаграм по Walter-у за задато место користећи податке дате у табелама 15, 16, 17, 18 и 19 а затим оцените погодност климатских прилика тог подручја за биљну производњу.

КЛИМАДИЈАГРАМ ПО ИВАНОВУ

Иванов (1958) за израду својих климадијаграма користи падавине у mm и испарљивост, такође изражену у mm воденог талога. Испаравање (евапорација) се израчунава по формули:

$$E_m = 0,0018 (25+T)^2 \cdot (100-a)$$

где су:

E_m - испарљивост за месец дана у mm,

T - средња месечна температура у °C,

a - средња месечна релативна влажност ваздуха у процентима.

Испарљивост по Иванову (1958) је комплексан елеменат климе, пошто она посредно или непосредно изражава температуру ваздуха, релативну влажност, радијациони биланс, циркулацију ваздушних маса, количину воде која се испарава са земљишта и вегетације, облачност и др.

Овај аутор смара да се степен атмосферске влажности неког места најбоље може представити односом суме падавина и величине испарљивости током одређеног временског периода. Овај однос Иванов је означио као коефицијент влажности датог места (**K**) и он се изражава у процентима:

$$K = \frac{P}{E_m} \cdot 100$$

K - коефицијент влажности у %,

P - месечна сума падавина у mm,

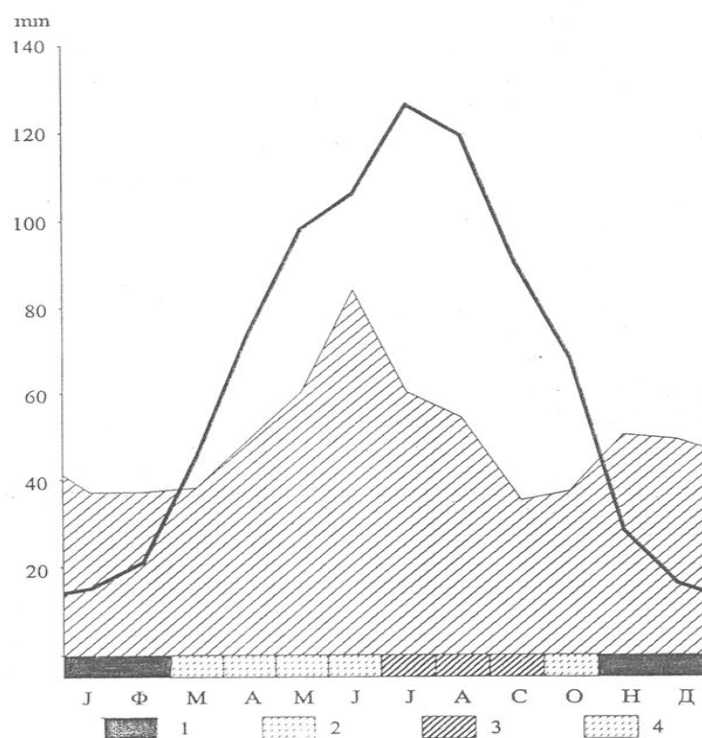
E_m - испарљивост за месец дана у mm.

На основу вредности коефицијента влажности Иванов разликује следеће степене влажности:

Вредност K	Степен влажности
0-10	период суше
10-25	период умерене суше
25-50	период недовољне влажности
50-100	период умерене влажности
преко 100	влажан период

На климадијаграму Иванова (Слика 5) годишња кривуља падавина у mm дата је танком линијом. Дебелом линијом дата је кривуља испарљивости, такође у mm. Површина између криве падавина и апсцисе је шрафирана косим линијама. Положај, ток и узајамни однос те две криве дају јасну представу о степену влажности датог подручја. Испод апсцисе, различито означеним пољима, дати су положај и трајање сушног и влажног периода, представљени према коефицијенту влажности.

У климадијаграму по Иванову није дата крива температуре, што је недостатак ако се жели просудити о погодности климе за биљну производњу, а на климадијаграму по Валтер-у није приказана испарљивост, што отежава стварну процену климе. Стога је Јанковић (1963) предложио комбинацију ова два дијаграма тако што би се Walter-овом климадијаграму додала крива испарљивости и графички приказ коефицијента влажности (К). Оваквим поступком добија се знатно комплекснији увид у климу проучаваног подручја. У данашње време, напредак у технологији и софтверским алатима омогућио је значајне иновације у области климатских истраживања и анализа. Коришћењем специјализованих софтверских програма и интерактивних алата, могуће је визуализовати климатске податке на интерактиван и динамичан начин, уз укључивање различитих параметара као што су брзина ветра, учесталост сушних периода, број тропских дана, интензитет климатских екстрема итд. Ове технологије користе GIS алате, које омогућавају детаљну и прилагодљиву анализу климатских података у задатом простору и реалном времену, као и предвиђања различитих сценарија.



Слика 5. Климадијаграм по Иванову за Римске Шанчеве (1 - период умерене влажности; 2 - период умерене суше; 3 - период недовољне влажности; 4 - период умерене влажности)

ЗАДАТАК 15

Уз помоћ Excela (*Microsoft Excel*) графички приказати климадијаграм по Иванову за задато место користећи податке дате у табелама 15, 16 и 17, а затим оцените погодност климатских прилика тог подручја за биљну производњу.

ЗАДАТАК 16

На основу података из табела 15, 16, 17 и 18 нацртајте климатограм по Валтеру за задато место и за одређену годину и оцените погодност временских прилика за пољопривредну производњу те године.

Табела 15. Средње месечне количине падавина (mm) у Републици Србији (вишегодишњи просек)

Месеци	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ВП	Г
Палић	33	37	35	40	62	73	63	52	56	50	44	44	346	589
Сомбор	37	38	35	40	65	80	73	56	61	54	50	47	375	636
Нови Сад	39	36	39	47	77	92	68	60	59	59	52	49	403	676
Киkinда	35	32	35	41	61	74	62	46	52	49	42	44	336	571
Зрењанин	37	34	35	41	61	84	59	51	55	50	44	47	352	597
Ср. Митровица	38	35	38	45	68	75	60	51	57	57	49	46	356	617
Б. Карловац	37	34	36	49	67	78	80	55	56	52	42	45	385	632
Ваљево	49	50	59	60	93	103	76	66	65	65	55	61	464	802
Крагујевац	42	40	47	54	70	77	66	56	54	54	45	47	377	652
Сјеница	48	53	57	58	83	80	75	64	76	72	68	65	434	797
Димитровград	44	43	49	55	76	71	62	52	55	60	48	44	372	659
Врање	40	41	44	53	63	59	46	42	50	60	54	54	314	606

ВП- вегетациони период, Г- година

Табела 16. Вишегодишњи просек средњих месечних вредности релативне влажности ваздуха (%) у Републици Србији

Месеци	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ВП	Г
Палић	85	80	70	64	64	64	62	63	70	76	83	87	72	85
Сомбор	84	78	70	65	65	65	63	65	71	76	83	86	66	72
Нови Сад	86	80	71	66	68	70	68	67	73	77	82	87	69	75
Киkinда	85	79	69	64	65	66	63	64	69	75	81	87	72	85
Зрењанин	85	79	70	66	66	68	65	64	70	75	81	86	66	73
Ср. Митровица	89	82	73	68	69	71	71	70	74	79	85	89	76	88
Б. Карловац	86	81	71	67	68	70	69	68	72	76	81	86	69	75
Ваљево	83	77	71	69	70	69	67	68	74	79	81	84	83	77
Крагујевац	80	75	69	67	69	68	64	65	71	75	77	81	67	72
Сјеница	84	80	76	72	73	73	73	72	77	79	81	84	73	77
Димитровград	81	77	69	67	71	71	67	66	70	75	78	82	73	81
Врање	82	75	67	64	66	65	60	59	66	73	79	83	82	71

Табела 17. Вишегодишњи просек средњих месечних температура ваздуха у °C у Републици Србији

Месеци	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ВП	Г
Палић	0,2	1,9	6,5	12,3	17,3	21,2	22,9	22,5	17,1	11,6	6,3	1,2	18,9	11,8
Сомбор	0,6	2,1	6,7	12,2	17,2	20,9	22,5	22,0	16,8	11,5	6,3	1,4	18,6	11,7
Нови Сад	0,7	2,3	7,0	12,4	17,3	20,9	22,5	22,4	17,2	12,0	6,8	1,8	18,8	11,9
Киkinда	0,4	2,1	6,8	12,5	17,4	21,2	22,8	22,6	17,3	11,9	6,6	1,5	19,0	11,9
Зрењанин	0,7	2,4	7,0	12,6	17,5	21,2	22,9	22,7	17,5	12,2	7,0	1,8	19,1	12,1
Ср. Митровица	0,6	2,3	6,9	12,3	17,3	20,7	22,1	21,9	16,9	11,9	6,8	1,6	18,5	11,8
Б. Карловац	0,7	2,3	6,8	12,5	17,5	20,9	22,4	22,3	17,3	12,0	7,0	1,9	18,9	12,0
Ваљево	1,1	2,9	7,2	12,2	16,9	20,8	22,6	22,3	17,2	12,1	7,0	2,2	18,7	12
Крагујевац	1,3	3,0	7,1	12,1	16,7	20,7	22,6	22,3	17,3	12,2	7,4	2,4	18,6	12,1
Сјеница	-3,4	-1,8	2,2	7,0	11,6	15,3	17,0	16,8	12,3	8,0	3,2	-2,0	13,3	7,2
Димитровград	-0,5	1,4	5,4	10,5	15,0	18,7	20,7	20,5	15,7	10,9	6,0	1,0	10,4	-0,5
Врање	0,3	2,5	6,8	11,6	16,1	20,1	22,2	22,3	17,2	12,1	6,7	1,5	18,3	11,6

Табела 18. Средње минималне температуре ваздуха у Републици Србији (вишегодишњи просек)

Месеци	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Палић	-2,7	-1,8	2,1	6,8	11,6	15,4	16,8	16,5	12,0	7,3	2,9	-1,5	7,1
Сомбор	-2,7	-2,0	1,6	6,1	10,9	14,5	15,8	15,5	11,2	6,5	2,6	-1,5	6,5
Нови Сад	-2,5	-1,7	1,9	6,6	11,4	14,9	16,1	16,1	11,8	7,3	3,2	-1,2	7,0
Киkinda	-2,5	-1,6	1,9	6,7	11,4	15,0	16,4	16,2	11,9	7,2	3,1	-1,2	7,0
Зрењанин	-2,3	-1,3	2,2	6,8	11,5	15,1	16,4	16,3	12,1	7,5	3,6	-1,0	7,2
Ср. Митровица	-2,7	-1,9	1,5	6,1	11,1	14,3	15,4	15,3	11,1	6,9	3,0	-1,3	6,6
Б. Карловац	-2,4	-1,3	2,1	6,9	11,5	14,8	15,9	15,8	11,8	7,2	3,4	-0,9	7,1
Ваљево	-2,8	-1,6	2,0	6,2	10,9	14,8	16,4	16,1	11,7	6,9	2,6	-1,4	6,8
Крагујевац	-2,4	-1,3	2,0	6,1	10,5	14,4	15,9	15,6	11,6	7,2	3,3	-0,9	6,8
Сјеница	-7,9	-6,6	-2,8	1,4	5,3	8,7	10,0	9,8	6,5	2,5	-1,4	-6,1	1,6
Димитровград	-4,2	-3,0	0,1	4,2	8,7	12,1	13,5	13,3	9,7	5,7	1,8	-2,4	5,0
Врање	-3,4	-2,0	1,3	5,2	9,5	13,1	14,6	14,6	10,7	6,4	2,2	-1,8	5,9

Табела 19. Апсолутне минималне температуре ваздуха у Републици Србији (вишегодишњи просек)

Месеци	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Палић	-23,5	-21,5	-19,9	-4,2	1,7	5,5	8,8	8,7	1,3	-5,9	-9,6	-21,0	-23,5
Сомбор	-26,5	-26,8	-24,5	-5,6	0,7	4,0	7,3	6,6	0,3	-6,9	-12,1	-23,7	-26,8
Нови Сад	-25,0	-28,7	-20,3	-6,2	1,8	4,8	7,5	8,0	1,8	-6,2	-12,5	-24,0	-28,7
Киkinda	-22,7	-25,7	-20,3	-6,5	1,7	5,1	7,1	8,1	1,5	-7,7	-10,7	-22,4	-25,7
Зрењанин	-24,6	-27,5	-16,2	-6,7	-0,5	4,8	6,5	7,2	1,2	-8,6	-10,5	-23,1	-27,5
Ср. Митровица	-22,1	-26,5	-16,6	-7,8	0,0	4,4	6,4	6,5	-0,9	-6,0	-9,0	-21,3	-26,5
Б. Карловац	-22,0	-28,1	-17,6	-6,2	0,5	5,7	6,5	6,4	0	-7,2	-9,4	-19,5	-28,1
Ваљево	-21,1	-23,2	-16,6	-7,0	-1,0	6,0	5,9	6,4	1,9	-6,1	-10,0	-19,9	-23,2
Крагујевац	-23,6	-24,4	-18,3	-5,8	0,5	4,1	7,2	7,0	-1,4	-6,6	-10,6	-20,6	-24,4
Сјеница	-34,8	-29,7	-24,2	-12,7	-3,8	-1,0	0,3	1,3	-6,3	-11,5	-26,0	-28,6	-34,8
Димитровград	-21,7	-23,5	-18,0	-8,2	-1,0	2,8	3,9	4,9	-2,4	-6,0	-13,5	-16,7	-23,5
Врање	-21,8	-20,0	-16,0	-6,6	-0,3	4,1	5,6	6,4	-0,1	-4,7	-11,8	-18,0	-21,8

ЗАНИМЉИВОСТИ:

- Климатски архиви: Климатолози користе различите изворе података, укључујући годове дрвећа, ледена језера и седименте, како би реконструисали прошле климатске услове и разумели дугорочне обрасце климатских промена.
- Кукумбарска шума у индијској покрајини Мегалаја представља највлажније место на планети са просечном годишњом количином падавина од 11.872 mm.
- Ел Нињо (El Niño) је сложен феномен који се јавља сваких неколико година када се топле површинске океанске воде у Тихом океану померају према истоку, изазвавши широк спектар климатских промена широм света, укључујући екстремне падавине, суше и топлотне таласе.
- Повећање глобалне температуре за само 1,5°C до 2°C изнад преиндустријског нивоа могло би довести до катастрофалних климатских последица. Топлотни таласи, поплаве, суше и нестабилни временски услови могли би постати учесталији, са озбиљним утицајем на биодиверзитет и пољопривреду.
- Када би се одрживом пољопривредом глобално предузеле мере за повећање органске материје (хумуса) у земљишту за само 4 промила годишње (0,4%), ово би значајно допринело нултој емисији угљен-диоксида (CO₂) у атмосферу (Међународна иницијатива „4 у 1000“).

ЗЕМЉИШТЕ КАО ВЕГЕТАЦИОНИ ЧИНИЛАЦ

Увод

Земљиште (педосфера) је настало и настаје деловањем педогенетских фактора (геолошка подлога, клима, рељеф, вегетација, фауна и време) на површину литосфере при чему је настао растресит површински слој земље.

Земљиште представља природно станиште за биљке и захваљујући својим физичким, хемијским и биолошким особинама, омогућава живот виших биљака и тако испуњава значајан производни задатак. Биљке се у земљишту укоренењују, оно им служи и као ослонац и као подлога. Из земљишта се биљке снабдевају водом и минералним материјама раствореним у води, делимично задовољавају своје потребе у кисеонику.

Потребно је истаћи да културне биљке могу успешно да се гаје и на другим супстратима као што су: вода (хидропони), стерилни песак, шљунак, камена вуна и други инертни материјали као и на вештачким супстратима, од специјалних смола, перлита, полистирена или полиуретана. Ови супстрати су снабдевени хранивима и кисеоником неопходним за живот биљке или се снабдевају путем система за заливање. Данас у свету постоје тзв. биолошке фабрике, за индустријски начин гајења биљака, у којима се биљке гаје у потпуно контролисаним условима. Таква производња захтева инвестиције и високостручне кадрове. Међутим, за производњу хране земљиште и даље остаје главни супстрат, јер се највећи део биљне производње одвија на отвореном пољу. Чак 95% светски произведене хране потиче директно или индиректно са земљишта. Тај значајан производни задатак може да осигурава само плодно земљиште, које може да обезбеди континуирано снабдевање биљака водом, хранивима, ваздухом и топлотом. Та способност земљишта представља његов производни капацитет или плодност.

Плодност земљишта

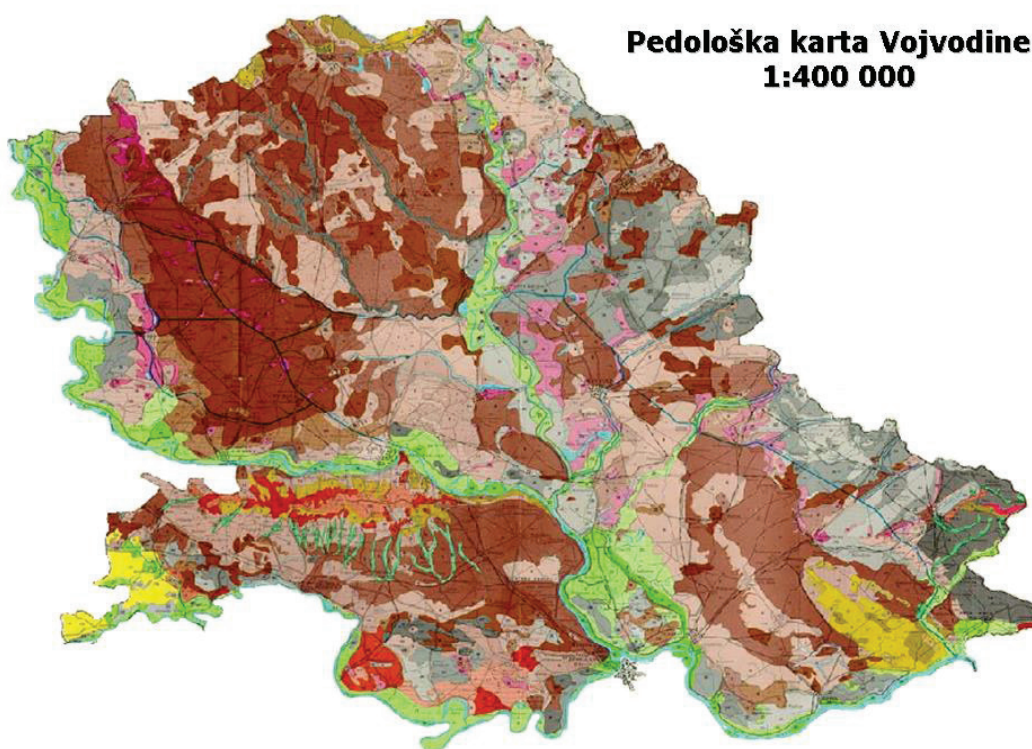
Плодност земљишта се може различито дефинисати. Англосаксонски аутори под појмом плодности (Soil fertility) подразумевају само садржај приступачних хранива у земљишту. Сем плодности потребно је разликовати појам **продуктивности земљишта**. Она у суштини означава продуктивност станишта која одређује висину приноса. Продуктивност земљишта је шири појам, јер она сем обезбеђености земљишта хранивима, водом и топлотом укључује и остале вегетационе чиниоце, као и економске услове производње. Сви ти чиниоци одређују колики ће бити степен искоришћавања плодности земљишта, односно колики ће бити принос.

Јеппу (1930) ову сложену зависност продуктивности у изражава формулом $y=f$ (земљиште, клима, биљка, човек, време), што би се могло објаснити тиме да је продуктивност земљишта у функцији наведених чинилаца и зависна од њих.

Дакле, принос не зависи једино од плодности земљишта и због тога она не може бити једино мерило. Само у случају кад су сви чиниоци константни, осим земљишта, онда је принос израз плодности земљишта. То значи, ако бисмо желели да упоређујемо плодност два типа земљишта, морала би бити иста и клима, иста врста и сорта биљке, исти систем биљне производње. Због тога приноси постигнути у разним климатским условима, са различитим врстама културних биљака и са

различитом агротехником, не могу бити мерило нити могу служити за упоређивање плодности земљишта.

Циљ интензивне биљне производње су високи и стабилни приноси. Зато човек своју делатност усмерава тако да истовремено утиче на побољшање свих фактора продуктивности, коригује и ублажава неповољне ефекте климе, ствара нове генотипове, побољшава начин гајења (агротехнику), одржава или поправља плодност земљишта. Што се тиче пољопривредног земљишта, треба водити рачуна да се одржава и повећава његова плодност. Као одговор на све интензивнију деградацију земљишта, Организација за храну и пољопривреду (FAO) је 2015. године прогласила земљиште необновљивим ресурсом (FAO, 2015). Стога, земљиште треба користити, а не искоришћавати. То значи да коришћењем земљишта не сме опадати његова плодност, већ је треба најмање одржавати, или што је још пожељније, повећати плодност земљишта. Једино одржавањем плодности земљишта у хармоничном односу са другим факторима продуктивности може се организовати стабилна биљна производња.



Слика 6. Педолошка карта Покрајине Војводине

За одређивање плодности земљишта користе се различити показатељи. С друге стране, потребно је познавати и захтеве појединих биљних врста према одређеним чиниоцима. Упоредивањем нађених вредности са захтевима биљака одабирају се мере поправке у циљу корекције неповољних особина земљишта, посебно кад је реч о одводњавању, мелиоративној обради, ђубрењу, калцификацији, фосфатизацији, гипсовању и др.

Према неким ранијим широко прихваћеним схватањима (Butorac и Racz, 1987) плодност земљишта представља његову већу или мању способност да обезбеди биљци довољне количине воде, хранива, кисеоника, топлоте и потребан простор неопходан за нормалан раст и развој надземних и подземних органа биљке. Међутим, плодност земљишта и његова процена је знатно шири и сложенији појам јер осим ових својстава плодност обухвата и друга физичка, хемијска и биолошка својства, као и сложену динамику различитих процеса у земљишту.

Грачанин (1947) разликује **потенцијалну и ефективну плодност** земљишта.

Потенцијална плодност земљишта представља укупан потенцијал свих својстава, а карактерише се укупном количином биогених елемената, воде, ваздуха, топлоте и билансом свих позитивних и негативних особина земљишта.

Ефективна или актуелна плодност представља део потенцијалне плодности и то у оном степену у којем земљиште, у физиолошки активном облику, може да обезбеди биљку хранивима, водом, ваздухом, топлотом и др. Земљишта високе потенцијалне плодности, тј. са значајним количинама хранива, воде, ваздуха и топлоте не морају истовремено да имају и високу ефективну плодност. Ако се поједина биљна хранива налазе у неприступачном облику, или је већи део воде тако чврсто везан за честице земљишта да је биљка не може усвојити, тада биљка користи само мали део потенцијалне плодности, па је ефективна плодност земљишта мала.

Као пример могао би се навести војвођански чернозем, који је познат као потенцијално плодно земљиште. Међутим, у сушним годинама, на пример фосфор прелази у облик трикалцијум-фосфата, који се тешко раствара у води, те га биљка тешко може усвојити. На тај начин, упркос релативно великим количинама укупног фосфора у земљишту, садржај приступачног фосфора (P_2O_5) је мали, што ограничава плодност тих земљишта. Зато је неопходно уношење лакоприступачног фосфора. Такође, тешка глиновита земљишта могу да садрже велике количине воде. Међутим, због богатства у колоидима, унутарња снага држања воде је толика да од укупне количине воде у земљишту биљка може да усваја само мали део. На тај начин, тај мали садржај физиолошки корисне воде ограничава ефективну плодност.

Погодност главних типова земљишта за биљну производњу

Земљиште, као супстрат, постаје угодно за гајење биљака када је плодно. У плодном земљишту културне биљке налазе све потребне услове за раст и развој, пре свега приступачну воду, хранива и кисеоник. У плодном земљишту преовлађују оксидациони процеси. Присуство кисеоника у довољним количинама омогућава дисање корена, поспешује активност аеробних микроорганизама, симбиозу квржичних бактерија са легуминозним биљкама, активност нитрификатора.

Успешност гајења културних биљака у великој мери зависи од дубине хумусно-акумулативног хоризонта. За биљну производњу важна је ефективна дубина земљишта. Ефективна или физиолошки активна дубина земљишта је онај део педосфере који служи за укоренавање и исхрану културних биљака. То је у суштини животни простор биљака у педосфери, где се налазе корисна вода, приступачна хранива, кисеоник и корисни микроорганизми.

Према ефективној дубини, земљишта се деле на следеће групе:

- врло плитка земљишта: до 25 cm,
- плитка земљишта: до 50 cm,
- средње дубока земљишта: до 90 cm,
- дубока земљишта: до 150 cm,
- врло дубока земљишта: преко 150 cm.

Погодност земљишта за биљну производњу расте са ефективном дужином. Дубља земљишта по правилу пружају боље услове за развој кореновог система, садрже више корисне воде и приступачних хранива, као и кисеоника. Већа маса земљишта може се више активирати обрадом и ђубрењем.

Ефективна дубина земљишта утиче на избор гајених култура. Биљке са дубоким кореновим системом могу се узгајати само на дубоким земљиштима. За савремено интензивно гајење културних биљака потребно је да ефективна дубина земљишта буде 80-100 cm, а за гајење вишегодишњих култура и дубље. Осим ефективне дубине солума, погодност земљишта за гајење културних биљака зависи и од бројних других својстава земљишта.

По важећој класификацији, у зависности од начина снабдевања водом, педосфера се може поделити на следеће таксономске класе: аутоморфна, хидроморфна, халоморфна и субаквална земљишта. Шкорић (1986) наводи најважније податке о погодности главних класа, односно систематских јединица, типова земљишта за пољопривредно коришћење (Табела 20).

Највеће површине у Србији заузимају аутоморфна и хидроморфна земљишта, док је заступљеност халоморфних и субаквалних земљишта много мања. Код ових разматрања издвојени су планински предели са шумским земљиштима (литосол, ранкер, рендзина) пошто су ови типови неподесни за интензивно пољопривредно коришћење.

Најповољнији земљишни услови за биљну производњу су у Војводини, Мачви, у долинама великих река и валовитим деловима Србије у подручју аутоморфних и хидроморфних земљишта. Централни, брдско-планински део земље због влажне климе и веће заступљености хидроморфних земљишта пружа маје повољне услове за биљну производњу. Међутим, и у најплоднијим деловима, у Покрајини Војводини где су заступљена најплоднија земљишта, на значајним површинама су потребни додатни агромелиоративни захвати ради стабилизације и повећања ратарске производње.

Табела 20. Наши најважнији типови земљишта и њихова погодност за пољопривредно коришћење (Шкорић, 1986)

Класа	Тип земљишта	Погодности за пољопривреду
Аутоморфна земљишта	- Чернозем	Одличан за све културе у датим климатским условима
	- Смоница (Vertisol)	Након поправке добар супстрат за пољопривредне културе
	- Црвеница (Terra rossa)	Погодно земљиште за већи број култура, а плиће црвенице за воћке
	- Лесивирано земљиште (Luvisol)	Након поправке добра пољопривредна земљишта
	- Антропогена земљишта	Погодно за све културе, али предност имају дрвенасте културе
	- Баштенско земљиште (Hortisol)	Погодност слична чернозему
	- Техногена земљишта (Deposol, Flotisol и др.)	Продуктивна земљишта
Хидроморфна земљишта	- Алувијално земљиште (Fluvisol)	Након мелиорација (хидро и агро) земљиште способно за интензивно коришћење
	- Псеудоглеј	Након мелиорација (хидро и агро) земљиште способно за интензивно коришћење
	- Семиглеј	Осим за травњаке и шуме погодно земљиште и за пољопривреду
	- Буглеј (мочварно-глејно земљиште)	Земљишта без мелиорација остају у изворном стању
	- Антропогена хидроморфна земљишта	Темељито измењени услови хидрогенизације оспособљавају земљиште за пољопривредно коришћење
	- Риголовано тресетно земљиште	Темељито измењени услови хидрогенизације оспособљавају земљиште за пољопривредно коришћење
	- Земљиште пиринчаних поља	Темељито измењени услови хидрогенизације оспособљавају земљиште за пољопривредно коришћење
Халоморфна земљишта	- Солончак (1% соли)	Након успешне десалинизације погодно земљиште за пољопривреду, у противном за рибњаке
	- Солоњец (0, 15-0, 25% соли)	Првенствено су потребне хемијске мелиорације, али и физичке поправке земљишта са циљем спречавања секундарне салинизације. Након мелиорације солонец може бити добар супстрат за пољопривредно коришћење
Субаквална земљишта	- Гитја (Gytja)	Након исушивања и терестричних агротехничких захвата може се користити као пољопривредно земљиште
	- Дај (Du) и Сапропел	Након исушења и мелиоративних агротехничких захвата може се укључити у пољопривредно земљиште

Табела 21. Заступљеност појединих типова земљишта (пољопривредно земљиште) у централној Србији

Тип земљишта	Површина (ха)
Литосол	76.500
Ареносол	36.000
Ранкер	123.000
Чернозем	35.300
Вертисол	624.500
Еутрични камбисол	642.000
Дистрични камбисол	907.000
Псеудоглеј	500.000
Флувисол	250.000
Хумоглеј и еуглеј	193.000
Укупно	3.387.300

У Србији, без покрајина, за интензивну ратарску производњу може се користити само око 500.000 ха без већих ограничења (Табела 21). Посебан проблем за биљну производњу представљају стално превлажена земљишта (81.000 ха), сезонски превлажена (161.000 ха) и плавне површине (250.000 ха). Поред тога, 80.000 ха је због ерозије претворено у голети, а велике површине су обухваћене различитим степенима ерозије (Ковачевић, 2003).

КУЛТУРНО – АНТРОПОГЕНО ЗЕМЉИШТЕ у функцији биљне производње

Увод

Земљиште у пољопривредном коришћењу је творевина човека. Оно се у многоме разликује од природних земљишта, која су у основи климатогена творевина. Ове разлике се посебно односе на површински слој, који се редовно обрађује, у који се уносе органска и минерална ђубрива и средства за заштиту биља. Земљиште као природна творевина на којем се одвија биљна производња, ретко пружа оптималне услове за успевање гајених биљака. Чест је случај да у земљишту нема довољно приступачних хранива, воде, кисеоника, или да се јавља превлаживање. На оваквим земљиштима човек предузима одређене мере са циљем да земљиште преобрати у оптимално станиште за биљке.

Културно-антропогено земљиште

Према Тодоровићу (1955), земљиште које се користи у биљној производњи назива се културним земљиштем, а под тиме он подразумева земљиште највеће плодности. Културним земљиштем могло би се назвати оно земљиште које најбоље одговара захтевима гајених биљака. То би било идеално земљиште по својим особинама и процесима који се у њему одигравају. У таквом земљишту постоји динамичка равнотежа свих земљишних фактора, која се не нарушава током нормалног искоришћавања у пољопривредној производњи. Културно земљиште има ситномрвичасту структуру, адсорптивни комплекс је засићен калцијумом, хумусне материје су у облику благог хумуса, што гарантује повољне физичке, хемијске и биолошке особине.

Културно (антропогено) земљиште, по Тодоровићу (1955) се ствара заснивањем оранице, што представља постепено продубљивање ораничног слоја до 45 cm, а на аномалним земљиштима и калцификацију, фосфатизацију и хумизацију.

С обзиром на чињеницу да се својства земљишта, као последица искоришћавања, могу и погоршати, правилније је користити термин **антропогено земљиште**. Под антропогеним земљиштем се подразумева оно земљиште које се налази под трајним и доминантним утицајем човека. Човек одређеним мерама делује на земљиште да би тај супстрат што боље припремио за гајење биљака.

При сталној дубини обраде код антропогеног земљишта долази до стварања тзв. "**плужног ђона**", што отежава продирање корена у дубље слојеве, понирање воде, али и аерацију. Сабијеност дубљих слојева земљишта се нарочито јавља извођењем основне обраде ван оптималних агротехничких рокова, при повећаном садржају влаге у земљишту и неправилном употребом механизације. У циљу елиминисања плужног ђона неопходно је повремено мењати дубину основне обраде, користити разриваче за основну обраду земљишта или специјалне додатке на плугу.

Слојеви антропогеног земљишта

Антропогена земљишта се налазе под сталним утицајем човека. Услед тог утицаја стварају се нови слојеви којих нема у земљиштима слободне природе.

Слојеви антропогеног земљишта су: ораница, здравица I и II, а испод њих се налази матични супстрат (Слика 7).

Ораница или мекота је површински слој земљишта, који се налази у контакту са атмосфером. Овај слој се редовно обрађује, у њега се уносе органска и минерална ђубрива, као и разна средства за заштиту биља. У тај слој се сеју или саде биљке, ту почиње клијање, ницање, почетни раст и укоревивање биљака. Ораница је директно изложена утицају атмосферилија, а кроз њу падавине пониру у дубље слојеве. Она је обogaћена хумусом и биљним хранивима, има бољу структуру, повољан однос воде и ваздуха, у њој се налази највећа маса корена и земљишних микроорганизама. Због тих особина ораница је најважнији слој за културне биљке и зато је пожељно да буде што дубља.

Ораница је у првом реду настала обрадом, али њене особине зависе и од система ратарења (плодоред, ђубрење, заштита и др.). За формирање мекоте је потребно време, па је време важан фактор код њеног настајања. Међутим, тај процес одвија се знатно брже него стварање генетских хоризоната код природних земљишта. Дубина ораничног слоја зависи од дубине хумусно-акумулативног хоризонта, рељефа, особина земљишта, система ратарења и оруђа за обраду земљишта.

Табела 22. Дубина ораничног слоја

Дубина оранице	Карактеризација (опис)
до 10 cm	врло плитка
10-20 cm	плитка
20-30 cm	средње дубока
преко 30 cm	дубока

Плитак оранични слој је последица плитког профила земљишта или екстензивне биљне производње. Обрнуто, дубока мекота је знак повољних земљишних услова и интензивне производње.

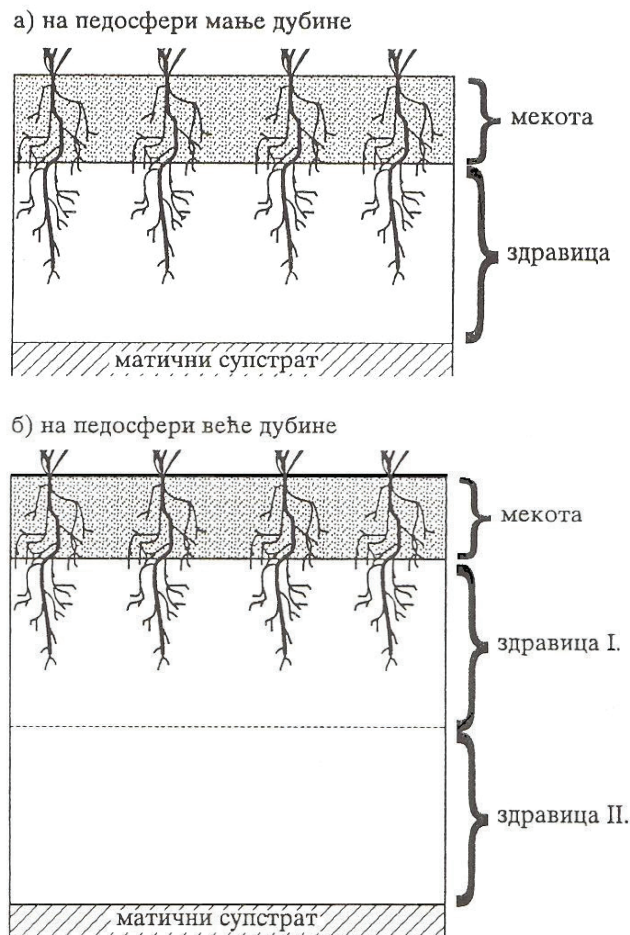
У почетку земљорадње оранични слој је био веома плитак као резултат оскудне техничке опремљености. Ова дубина је дуго стагнирала, све до увођења запрежне обраде. Проналаском и усавршавањем машинске обраде у прошлом веку долази до даљег продубљивања ораничног слоја. Како је у нашим агроколошким условима дубина основне обраде 25-30 cm, најчешће толико износи и дубина оранице.

Испод ораничног слоја налази се "**здравица**". Она се још зове и "мртваца" или подоранични слој. Овај слој није под сталним утицајем човека, односно није антропогенизован. За разлику од оранице, знатно је сиромашнији у хумусу, у приступачним хранивима, корену и микроорганизмима. По правилу је збијен, слабије пропушта воду, садржи мање ваздуха и има слабију биогеност у односу на ораницу.

На земљиштима са дубоким хумусно-акумулативним хоризонтом разликује се здравица I и здравица II. Здравлица I је активнији слој профила, где још има коренова биљака и микроорганизама. У том слоју још постоје повољни услови за активност корена у погледу воде, хранива и ваздуха. Здравлица II је доњи део здравлице. Он се налази изван физиолошко-активног профила и најчешће има неповољне физичке, хемијске и биолошке особине. Корен биљака више не допире у тај слој. Испод здравлице налази се матични супстрат или литосфера.

У случају мелиоративне обраде, дубоким подривањем или риголовањем испод оранице може се формирати антропогенизовани слој, подмекота. Тај слој се повремено обрађује у циљу поправљања водно-ваздушних својстава земљишта.

Обично се не уносе минерална ђубрива иако таква могућност постоји. Та мера се најчешће примењује код подизања дугогодишњих засада. Подмекота повећава укупну дубину антропогеног слоја и представља продубљивање активног профила земљишта.



Слика 7. Слојеви антропогеног земљишта

Продуктивност антропогеног земљишта

У пољопривредној производњи, потенцијал неког земљишта за производњу је врло значајан показатељ који настаје као резултат сложеног дејства више фактора, пре свега животне средине, затим организама као произвођача органске материје и човека, односно његове активности. Човек као значајан чинилац агроекосистема може позитивно и негативно деловати на активност животне средине (агроекосистема) и других организама који се у њему налазе.

Полазна продуктивност станишта представља природни производни потенцијал, који са најосновнијим агротехничким мерама обезбеђује минималне услове за раст и развој културних биљака.

Фактори на које човек веома тешко може да делује су спољашњи чиниоци средине, који чине производни потенцијал, одређен владајућим природним условима станишта. На вредност система са сопственим производним потенцијалом утичу земљишни и климатски чиниоци.

На структуру полазне продуктивности станишта утичу:

1. просечна максимална продуктивност,
2. апсолутна максимална продуктивност.

Просечна максимална продуктивност је просек приноса који је остварен у оптималним условима производње. Просечна максимална продуктивност се може проценити на основу просека приноса у оптималним условима производње у одређеном временском периоду (10-20 година). Овај просек приноса указује на могућности повећања производње применом савремених мера у биљној производњи, што указује на продуктивност станишта.

Апсолутна максимална продуктивност је принос једног усева при оптималним условима. Овим показатељем можемо приказати како у испитиваном периоду можемо остварити максималан принос у оптималним условима производње.

Природни еколошки аспект представља полазни, природни оквир производног потенцијала који настаје као резултат владајућих природних услова одређеног станишта. Под природним условима одређеног станишта, мисли се на расположиву природну енергију и материју станишта неопходних за органску продукцију. У корелацију са природним еколошким аспектом улазе: биолошки, технолошки и агроекономски аспект производње.

1. **Биолошки аспект** – утиче на производни потенцијал културне биљке, на међусобни однос у времену и простору гајења, на одређени редослед монокултура или поликултура и др. Од изузетног је значаја да се повећање биолошког аспекта одржава динамички складно са повећањем потенцијала станишта.

2. **Технолошки аспект** – означава скуп сложених агротехничких и биотехничких мера, помоћу којих човек утиче на образовање станишта, културног оквира за гајење културног биља. Из овог податка се могу сагледати могућности повећања производног потенцијала станишта, у односу на квантитет и квалитет стварања органске материје.

3. **Економски аспект** – доводи у равнотежно стање однос произведене количине и трошкове произведене количине. Најважнија улога економског аспекта јесте постизање границе рационалне и економичне производње.

Од свих аспеката једини стабилан и фиксни аспект је природно - еколошки, док су остали мање-више промењиви. Природно - еколошки аспект као аспект у коме владају природни услови треба ускладити са биолошким и технолошким аспектом, док економски аспект треба да представља компоненту за успостављање динамичке равнотеже међу осталим аспектима.

Деградација земљишта

Деградација земљишта се може дефинисати као скуп процеса узрокованих човековом активношћу, који смањују садашњи и будући производни потенцијал земљишта као услов опстанка живог света на планети.

Према Упутству за општу процену оштећења земљишта под утицајем човекове активности, издвојена су два типа деградационих процеса ("Сл. гласник РС", бр. 88/2020):

1. Деградација одношењем (ерозијом) земљишта (на мању или већу удаљеност),
2. Деградација земљишта оштећењем *in situ* (унутар самог профила земљишта).

Осим типа деградације земљишта веома је важно дефинисати и степен деградације, односно да ли је благ, умерен или јак степен. Најчешћи облици деградације агроекосистема су: ерозија водом, ерозија ветром, хемијска, физичка и биолошка деградација. Ерозија водом и ветром у већој мери су условљене природним чиниоцима, који су мање или више присутни у појединим рејонима гајења биљака. Хемијска и физичка деградација земљишта директна је последица активности човека и резултат је технолошког процеса гајења биљака.

Погоршање хемијских процеса у земљишту подразумева:

- Губитак хранљивих материја, који често доводи до озбиљне редукције производног потенцијала земљишта, закишељавање земљишта у хумидним рејонима и др.;
- Контаминација земљишта материјама из различитих извора, применом хемикалија у већим количинама, киселе кише и др.;
- Заслађивање, услед неправилног наводњавања и употребе воде неодговарајућег квалитета;
- Прекид обнављања плодности земљишта поплаваним водама; као последица противпоплавних мера, примене разних метода конзервације земљишта и др.

Погоршање физичких својстава земљишта најчешће се огледа у следећем:

- Смањивање укупне порозности и стварање покорице у површинском слоју земљишта;
- Сабијање земљишта узроковано применом тешке механизације на земљиштима са нестабилном структуром или на земљиштима на којима је садржај хумуса знатно смањен;
- Погоршање структуре земљишта као последица дисперзије структурних агрегата услед присуства соли натријума;
- Забаривање и појава хидроморфизма као последица активности човека;
- Аридификација услед промене водног режима, на пример као последица снижавања нивоа подземне воде, односно спуштања нивоа подземне воде;
- Слегање органских земљишта као последица дренаже, оксидационих процеса и др.



Слика 8. Ерозија земљишта током летњих месеци након обилних пљускова (Фото: *Бојан Војнов, 2018*)

КВАЛИТЕТ ЗЕМЉИШТА**Увод**

Продуктивност земљишта, која се најчешће мери висином оствареног приноса по јединици површине, представља резултат деловања плодности земљишта, климе, генетичког потенцијала гајених биљака, технологије гајења и сл. Плодност је појединачно најважнији фактор који утиче на продуктивност земљишта. Међутим, сазнања до којих се дошло развојем науке утицала су да се за описивање и квантификовање погодности земљишта за биљну производњу користи другачији приступ, тзв. **концепт квалитета земљишта**. Овим концептом је обухваћена тежња за очувањем земљишта као нераскидивог елемента агрокосистема заједно са водом и ваздухом. Оптимална својства воде и ваздуха могу се прецизно дефинисати и мерити (мониторинг), док је дефинисање и праћење особина земљишта далеко сложеније из следећих разлога:

- земљиште је просторно веома хетерогено, а као биолошки комплексан динамички систем подложно је и променама својих својстава и у времену;
- у највећем броју случајева својства земљишта не утичу директно на људе или домаће животиње на начин да их можемо јасно квалификовати;
- квалитет земљишта условљен је начином његовог коришћења, а бонитетне класе земљишта представљају мерило погодности земљишта за коришћење у пољопривредној производњи. На тај начин земљиште се превасходно посматра као супстрат који мање или више задовољава захтеве за раст различитих биљака.

Квалитет земљишта, односно индекс квалитета земљишта (Soil quality index - SQI) представља специфичан приступ у истраживању агрокосистема који је развијен током 90-их година 20. века као последица све већег интересовања за одрживе системе биљне производње. Овим концептом се описивање и истраживање продуктивне способности земљишта обавља на два нивоа – едукација и оцењивање (процена), а који се базирају на принципима науке о земљишту (*Karlen et al., 2003*). Прихватањем оваквог концепта могуће је пратити промене динамичких својстава земљишта које су узроковане примењеним агротехничким мерама. Због тога је важно да се одаберу они показатељи који се могу лако пратити у пољу, чија анализа не захтева много времена, а који се мењају деловањем климатских фактора и који представљају резултат и физичких и хемијских својстава земљишта.



Слика 9. Концепт квалитета земљишта у хијерархији одрживости агроекосистема

Квалитет земљишта се одређује претходним одабиром индикатора (SQI) који су у вези са функцијом земљишта и системом биљне производње. Појединачно, сваки систем биљне производње претпоставља различите циљеве, али коначни исход сваке производње се изражава висином постигнутог приноса. Поред тога, анализира се утицај пољопривредне производње на спречавање ерозије, контаминације земљишта и воде, социјални аспект и шири економски значај. Када се једном успоставе и дефинишу циљеви биљне производње приступа се одређивању индикатора квалитета земљишта. Оно се одвија у три фазе:

1. одабир специфичних индикатора за минимални број анализираних података;
2. прерачунавање добијених резултата у вредности индикатора (број бодова);
3. трансформација резултата индикатора у индексе квалитета земљишта.

Постоје различите дефиниције квалитета земљишта које су еволуирале заједно са продубљивањем сазнања о овом концепту. Значајан допринос су дали *Ashard and Coen* (1992), *Doran and Parkin* (1994), *Karlen et al.* (1997) и др. На основу тога настала је следећа дефиниција: „Квалитет земљишта представља погодност одређеног типа земљишта да функционише у оквирима својих капацитета и предодређеним природним или агротехником постављеним границама, које је у стању да омогући биљну и животињску производњу, очува или унапреди квалитет воде и ваздуха, обезбеди станиште и потпомогне очувању здравља људи“ (*Soil Science Society of America*).

Постоје три основна елемента индекса квалитета земљишта (SQI):

1. Способност земљишта да побољша биљну производњу – компонента продуктивности;
2. Способност земљишта да функционише у условима смањене производне способности (загађеност, ерозија и сл.) – компонента животне средине;
3. Веза између квалитета земљишта и биљака, животиња и здравља људи – компонента здравља.

Parr et al. (1992) су предложили да се индекси квалитета земљишта дефинишу као функција одређених показатеља уз коришћење формуле $SQ = f(SP, P, E, H, ER)$,

BD, FQ, MI); при чему су **SP** – својства земљишта, **P** – продуктивност земљишта, **E** – фактор животне средине, **H** – фактор здравља (људи/животиња), **ER** – ерозија, **BD** – биолошки диверзитет, **FQ** – квалитет и сигурност хране и **MI** – улагање у процес производње путем агротехнике.

Истраживање квалитета земљишта се заснива на праћењу показатеља индикатора квалитета земљишта и њихово поређење са оптималним (жељеним) вредностима. Претходно одабрани индикатор, појединачно, упоређује се са тзв. критичним (граничним) вредностима, а разлике представљају одступања која указују на стање квалитета земљишта. Овако замишљен концепт – мониторинг, представља начин да се одређује и прати ефикасност система биљне производње током дужег временског периода. Кључни моменат код примене концепта квалитета земљишта свакако је одређивање граничних вредности. Због тога је неопходно да се за сваки тип земљишта одреде ове вредности, а оне се дефинишу као жељени ниво својства који омогућава земљишту испољавање његових природних карактеристика. Неки од одабраних параметра за оцену квалитета земљишта дати су у Табели 23.

Табела 23. Кључни индикатори квалитета земљишта (*Ashard and Martin, 2002*)

Индикатор	Значај
Органска материја земљишта	Дефинише плодност земљишта и структуру, могућност задржавања воде и пестицида
Дубина ораничног слоја	Одређује дубину укоречавања биљака и могућност појаве ерозивних процеса
Агрегација земљишта	Утиче на структуру земљишта, ерозију, клијање и ницање биљка и квалитет примењених агротехничких мера
Механички састав	Задржавање и транспорт воде и агрохемикалија, дефинише структуру земљишта, приступачност хранива за биљке
Запремнска маса земљишта	Утиче на способност продирања корена, порозност земљишта, водне и ваздушне особине, микробиолошку активност
Инфилтрација	Процеђивање воде, испирање хранива, ерозија
pH	Приступачност хранива, апсорпција и мобилност пестицида
Електрична проводљивост (EC)	Утиче на способност усвајања хранива из земљишта, структуру, инфилтрацију воде
Загађеност земљишта тешким металима (потенцијално токсичним елементима)	Квалитет биљних производа и здравље људи и домаћих животиња
Дисање земљишта	Биолошка активност, показатељ утицаја агротехничких мера на садржај органске материје
Облици азота	Показатељ приступачности азота биљкама, потенцијалне опасности од испирања, степен минерализације/имобилизације
Лакоприступачни N, P и K	Способност земљишта да омогући раст биљака, индикатор квалитета агрокосистема

Евалуација вредности показатеља квалитета показује да поједини индикатори који утичу на смањену производну способност земљишта, делимично могу бити компензовани повећањем других индикатора. Критичне вредности индикатора квалитета такође треба посматрати појединачно за сваку биљну врсту, а не само за различите типове земљишта.

Табела 24. Кључни индикатори квалитета земљишта и њихова оцена

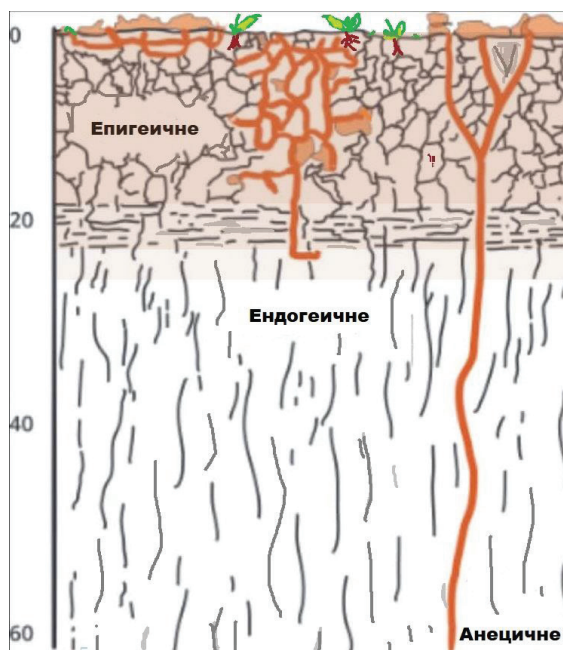
Индикатор	Опис посматраног својства			Оцена		
	Лоше	Средње	Добро			
Кишне глисте	Неколико јединки из једног ископаног ашова земљишта, нема знакова њихове активности	Већи број јединки након ископавања једног ашова земљишта, на површини постоји неколико рупица и знаци њихове активности	Много глиста из ископане земље видљиве рупице и ископана земља на површини	Л	С	Д
Земљишни организми	Неколико инсеката, црвића и сл.	Већи број инсеката, црвића и представника земљишне фауне	Много инсеката, црвића, велика дивергентност	Л	С	Д
Мирис	Мирис устајао, непријатан	Умерен и без мириса	Свеж мирис земље	Л	С	Д
Површинска органска материја	Нема видљивих остатака корена или биљних остатака	Неколико остатака корена и биљних остатака	Земљиште прекривено остацима корена и деловима полуразложених остатака	Л	С	Д
Разлагање биљних остатака	Врло брзо или врло споро разлагање	Видљиви неразложени биљни остаци	Много биљних остатака у различитим фазама разградње	Л	С	Д
Сабијеност земљишта	Тврди слој, збијено земљиште, ограничен раст корена, плужни ђон, корен расте и према горе	Земљиште умерено збијено, корен делимично ограничен у порасту	Растресито земљиште, корен се нормално развија, нема плужног ђона	Л	С	Д
Погодност земљишта за обраду	Много прохода машина, земљиште тешко за обраду и предсетвену припрему	Средње тешко земљиште за обраду	Лакша обрада и ангажовање трактора мање снаге	Л	С	Д
Структура ораничног слоја	Грудве земљишта се тешко разбијају, покорица, крупне грудве, врло уситњени агрегати	Средња порозност, тања покорица, грудве се распадају при средњем притиску	Растресито земљиште, порозно, лако се распада у руци	Л	С	Д
Земљишни агрегати	Површина земљишта је тврда, стврднута или врло уситњени агрегати	Грудве се раздвајају у руци на неколико мањих агрегата	Површина земљишта сачињена од много механичких агрегата који се лако раздвајају	Л	С	Д
Порозност земљишта	Неколико канала од кишних глиста и корена	Танак плужни ђон, неколико канала од глиста и корена	Много канала у земљишту услед активности глиста и корена, много пора између агрегата	Л	С	Д
Покорица	Површина земљишта се лако стврдњава, онемогућено клијање и ницање	Делимично стварање покорице	Површина земљишта има отворену и порозну површину целе године	Л	С	Д
Инфилтрација воде	Стварање водолежи на	Средње процеђивање	Нема водолежи, вода се добро	Л	С	Д

	површини након падавина	воде, само након јачих киша јављају се спорадичне водолежи	процеђује			
Дренажа	Постојање неколико водолежи дужи временски период на појединим деловима парцеле, болести корена	Само током одређених периода у години јавља се стајаћа вода на појединим деловима парцеле	Вода се добро процеђује кроз профил и нема појаве болести на корену	Л	С	Д
Капацитет за држање воде	Земљиште има мали капацитет држања воде, земљиште се мора често наводњавати	Средњи капацитет држања воде, повремено заливање	Земљиште континуирано и добро држи воду, резерве влаге у дубљим слојевима, биљке боље подносе високе температуре, повремено наводњавање	Л	С	Д
Ерозија	Јасни знаци ерозије, депозиција (премештање) земљишта водом или ветром	Делимична депозиција земљишта, мање бразде (вододерине), разлика у боји земљишта	Нема видљивих знакова ерозије, нема канала од хоризонталног кретања воде	Л	С	Д
Бујност/стање усева	Биљке заостају у порасту, неуједначен склоп, смањен принос	Поједине биљке заостају у порасту, знаци стреса	Здраве, бујне биљке, уједначен склоп	Л	С	Д
Корен биљке	Слаб пораст корена и распоред корена неуједначеног облика и боје, знаци болести	Корен средње развијен и разгранат, углавном здрав	Бујан и здрав корен, врло разгранат, јасно уочљиве коренске длачице	Л	С	Д
Биомаса корена	Неколико корена, хоризонталан положај	Средња маса корена, углавном распоређен хоризонтално и вертикално	Дубок, вертикалан корен, врло разгранат	Л	С	Д
Заслањеност, Алкализација	Видљива заслањеност земљишта, биљке имају симптоме присуства соли	Заустављен пораст, поједине биљке имају симптоме сувишка соли	Нема видљивих знакова заслањености, нити оштећених биљака	Л	С	Д
Натријум	Површина земљишта збијена након кише или наводњавања, земљиште мекано кад је суво, неуједначен склоп	Само поједини делови парцеле збијени	Нема сабијања или оштећења биљака	Л	С	Д

Кишне глисте

Најбоље је вршити узорковање глиста у пролеће (април или мај) или на јесен (септембар или октобар). Глисте се могу узорковати ашовом, односно ручним сортирањем блокова земљишта који се ископају са димензијама 25 × 25 × 30 cm, на

четири насумично одабрана места одговарајућег третмана или локације (ISO 23611-1, 2018). Ископани блок земљишта се ставља на простирку поред и пажљиво се врши одвајање делова руком и прикупљају глисте, како младе тако и одрасле јединке у одговарајућу посуду. Након пребројавања се врши њихово мерење. Најчешћи параметри који се одређују том приликом јесу број глиста (индивидуа m^{-2}), маса глиста ($g m^{-2}$) али се врши и њихова детерминација (Слика 10).



Слика 10. Еколошке форме глиста у земљишту

У циљу што ефикасније оцене показатеља квалитета земљишта и бољег тумачења добијених резултата неопходно је обратити пажњу на следеће:

- Мерења је потребно извршити при оптималном стању влажности;
- Поједине агротехничке мере (предсетвена припрема, међуредно култивирање и сл.) могу значајно да утичу на испитиване вредности биолошких показатеља земљишта (број кишних глиста, инсеката и микробиолошку активност);
- Испитивање је најбоље изводити у исто време сваке године ради упоредивости добијених резултата;
- Најбоље је користити показатеље који су релевантни за агроколошко подручје;
- Наведен списак показатеља није коначан и он се може мењати у складу са циљем истраживања и анализираним системом биљне производње.

ЗДРАВЉЕ ЗЕМЉИШТА

Представља најновији концепт у описивању погодности земљишта за биљну производњу. Овакав приступ наглашава значај земљишта као комплексног живог медијума за биљке и супстрата који подржава и одржава живот у себи. Појам „здравља земљишта“ се може описати као **континуирани капацитет земљишта да функционише као витални живи екосистем који одржава биљке, животиње и људе (USDA)**. Здраво земљиште нам даје чист ваздух и воду, приносне усеве и

богате шуме, продуктивне пашњаке, разноврсне дивље животиње и прелепе пределе. Земљиште све ово чини обављањем пет основних функција: регулацијом водених својстава, подржавањем раста биљака и животиња, филтрацијом и разградњом потенцијалних загађивача, подржавањем циклуса кружења хранива и обезбеђивањем станишта за живе организме и простора за живот људи.

ЗАНИМЉИВОСТИ:

- Једна кафена кашичица земљишта садржи већи број микроорганизама него што има људи на планети.
- Светска организација за храну и пољопривреду (FAO) је 2015. године прогласила земљиште необновљивим ресурсом.
- Сваког минута губимо плодно земљиште. Процењује се да се сваког минута изгуби површина које је еквивалента 30 фудбалских терена плодног земљишта.
- Земљиште је у стању да чува више угљеника него атмосфера, и све светске биљке и шуме заједно, што значи да је земљиште једно од наших најважнијих оружја у борби против климатских промена.

ПОЉОПРИВРЕДНА РЕЈОНИЗАЦИЈА – микрорејонозација

Увод

Природне фитоценозе се карактеришу разноврсношћу која произилази из климатско-едафских услова средине. Сходно томе, у слободној природи распоред биљака је последица природне селекције, а свака врста се налази тамо где јој услови средине највише одговарају. У организованој биљној производњи најбољи производни ефекат ће се постићи ако се одређена врста или њена сорта гаји у таквим подручјима где јој услови средине највише одговарају. Отуда се у пољопривредној производњи намеће потреба међусобног усклађивања услова спољне средине и потреба и захтева гајених врста, сорти и хибрида.

Појам пољопривредне рејонизације

Када човек на основу познавања животних услова неког производног подручја и биолошких захтева врсте врши распоред гајених биљака и њених сорти у циљу најбољег искоришћавања датих животних услова и особина одређене врсте или сорте, тада говоримо о **пољопривредној рејонизацији**.

Пољопривредном рејонизацијом човек издваја одређена подручја сличних производних услова у мање целине, затим врши распоред врста и сорти у складу са производним условима тог подручја. Како би човек правилно могао извршити тај распоред, он треба да познаје животне услове подручја, као и захтеве гајених врста и сорти. Све то он чини у циљу најбољег искоришћавања постојећих животних услова средине и особина одређене врсте или сорте.

Када се поред природних услова узму у обзир и социо-економски, онда се један агроботоп може делити на више рејона, с обзиром на то да економски услови у њему могу бити различити. Отуда агроботоп и пољопривредни рејон нису идентични појмови.

Пољопривредни рејон је област која се у односу према другим, у погледу услова за биљну производњу, одликује посебним особинама.

Производни рејони Покрајине Војводине - микрорејонизација

У оквиру основних рејона биљне производње који постоје у Србији могуће је издвојити мање целине, микрорејоне са различитим природним и економским условима за пољопривредну производњу. Примарне производне могућности Војводине одређене су њеном припадношћу панонском екосистему. Територију Војводине (житородни - равничарски рејон) Стојковић (1972) дели на десет микрорејона, који се разликују по геолошкој подлози, рељефу, типу земљишта, клими и флористичком саставу, као и по производном потенцијалу. Сврха те рејонизације је примена адекватних агротехничких мера и усклађивање примењених агротехничких мера са владајућим условима средине. То се односи на разне мелиоративне мере, на систем обраде, ђубрења, неге, заштите, плодосмене, избор врста, сорти и др. Исто тако, дугорочни развој пољопривредне производње захтева

да економска политика уважава рејонизацију, односно гајење одређених врста и сорти у условима где оне дају највећи принос доброг квалитета.

Примарне производне могућности Војводине одређене су њеном припадношћу великом панонском екосистему. Овај екосистем, комплексан као целина није униформан, те његов јужни део, са нешто повољнијим производним условима, чини територија Војводине.

Међутим, ни територија Војводине се не може прихватити као униформан екосистем с обзиром на различито деловање вегетационих чинилаца. Војводина је подељена на следећих десет рејона ратарске производње (Слика 11).



Слика 11. Производни рејони Војводине (скица)

I Западна Бачка

Границу овог рејона са запада и југа чини река Дунав, са севера државна граница са Мађарском, а са истока линија која се пружа путем Гаково-Сомбор, па према Бачком Брестовцу и даље према југу између Оцака и Лалића, а затим пругом Ратково-Гајдобра, Гложан, Футог.

Релјеф: терен овог рејона пада према Дунаву целом својом дужином. Надморска висина се креће око 80-90 m.

Клима: количина падавина расте идући од севера према југу. Средња годишња температура у Сомбору је 11,7 °C, а током вегетационог периода 18,6 °C. Евидентно је извесно повећање средње годишње температуре идући од севера према југу. Осунчавање је испод просека за Војводину. Преовлађујући ветрови су из северозападног и западног правца, а учесталост им се повећава у јужним деловима.

Вегетација је разнолика: од низијских шума, преко ритске и слатинске вегетације, до степско-травних форми.

Земљиште: уз Дунав су алувијална земљишта различитог механичког састава; према истоку су ритске црнице, а на терасама чернозем. На југозападу преовлађују ливадске црнице, а на северозападу карбонатни чернозем.

Производност је потенцијално висока. То је рејон разноврсне и високо-продуктивне производње, са израженим повртарским центрима.

II Северна Бачка

Граница: према северу државна граница са Мађарском. Са запада границу чини пут Гаково-Сомбор до канала ДТД. Са југа граница иде ободом Телечке, приближно каналом ДТД до Врбаса, а затим у благом луку иде северно, захватајући део терасе до Бачког Петровог Села, док на североистоку границу чини река Тиса.

Рељеф: обухвата целу зараван Телечке, део лесне терасе на западу и појас лесне терасе од Бачког Петровог Села уз Тису, до државне границе. У северном делу захвата део Суботичко-хоргошке пешчаре. Надморска висина терасног дела је 80-90 m, а дела заравни 100-120 m.

Клима: полазећи од севера према југу и истоку количина падавина расте Средња годишња температура такође расте према југу и истоку. Релативна влажност ваздуха 72% - 88%. Осунчавање је у Врбасу 2.201 часова, а у Палићу 2.188. Најчесталији су ветрови из северозападног, а затим из североисточног правца.

Вегетација: природно-степско-травна вегетација на заравни и тераси, едафско-шумска на песку и ритска уз Тису и друге речице.

Земљиште: основни тип је карбонатни чернозем и ливадске црнице. Уз Тису су алувијална, иловасто-глиновита земљишта.

Производност: висока и доста стабилна, првенствено захваљујући одличном земљишту. Поред основних ратарских култура (пшеница, кукуруз, луцерка), истиче се високом производњом индустријског биља, у првом реду шећерне репе и сунцокрета.

III Јужна Бачка

Граница: на северу иде каналом ДТД до Врбаса, затим у благом луку иде на север до Б. П. Села. Са запада граница иде линијом Сомбор-Б. Брестовац-Гајдобра-Футог. Са југа граница иде Дунавом од Футога до ушћа у Тису, а са истока Тисом од ушћа до Б. П. Села.

Рељеф: надморска висина опада према југу (од 90 до 80 m). На југоистоку се издиже тителска зараван на 120 m.

Клима: количина падавина је у порасту од севера према југу. Релативна влажност је на северу нешто већа као и осунчавање верном делу - Врбас 2.187 часова (1.548), Римски Шанчеви 2.104 часова (1.493). Најчесталији је ветар из југозападног, а затим из северозападног правца.

Вегетација: природна вегетација лесне терасе и тителске лесне заравни је степа. У приобаљу Дунава и Тисе постоје хидролошки условљене низинске шуме врбе и тополе.

Земљиште: основни тип земљишта су ливадске црнице с нешто карбонатног чернозема на вишим положајима. У источном и јужном делу рејона има доста бескарбонатног чернозема.

Производност: свакако на првом месту у Војводини, првенствено захваљујући плодном земљишту, нешто већим количинама падавина, нешто вишем нивоу подземне воде и другим природним условима који поспешују ублажавање негативних последица суша. Уз главне ратарске културе овде је развијена и производња поврћа (Футог, Каћ, Вилово, Ђурђево), затим традиционални хмелјарски центар (Гложан, Бачки Петровац).

IV Северни Банат

Границе: западна граница овог рејона је река Тиса, са севера и истока је државна граница према Мађарској и Румунији, јужна граница иде каналом "Стари

Бегеј" до Кикиндског канала, затим овим каналом до канала који се одваја за Нови Бечеј и њиме избија на Тису код Новог Бечеја.

Рељеф: надморска висина овог рејона се креће између 79 и 84 m, са доста високом подземном водом.

Клима: то је рејон са најмање падавина у Банату. Температурни услови су слични као у Јужној Бачкој. Осунчавање је нешто дуже него у осталим деловима Баната. Преовлађујући је југоисточни ветар, а доста је чест и јужни ветар.

Вегетација: поред преовлађујуће степско - травне вегетације, на нижим и плавним површинама наилазимо на ритску и слатинасту вегетацију. Уз обале Тисе, налазе се шуме врбе и тополе.

Земљиште: углавном су заступљена земљишта тежег и тешког механичког састава, а само око трећина површина је под карбонатним черноземом, ливадском црницом и сличним земљиштима. Остало су заслањене ритске црнице, ритске смонице и слатине (солоњец и солончак).

Производност: у целини је слабија него у осталим рејонима због климатских, земљишних и хидролошких прилика. На земљишту типа чернозем и сличним, успешно се гаје све културне врсте као и у осталим рејонима Војводине. Међутим, на тежим земљиштима се јављају одређена ограничења, па су више заступљена озима стрна жита и крмно биље. На слатинастим земљиштима се могу евентуално гајити сунцокрет и луцерка.

V Средњи Банат

Границе: на истоку - државна граница према Румунији, северну границу чини канал "Стари Бегеј" до Јанковог моста, затим иде Кикиндским каналом до бочног канала који се одваја према Новом Бечеју и овим каналом код Новог Бечеја излази на Тису. Јужна граница рејона иде од Јаше Томића поред Тамиша до Томашевца, затим железничком пругом Орловат-Фаркаждин и код Книћанина избија на Тису. Западну границу чини река Тиса.

Рељеф: надморска висина је од 80-90 m.

Клима: годишње количине падавина износе 597 mm (352), што је нешто више него у северном, а мање него у источном Банату. Релативна влажност је слична као у северном Банату. Средња годишња температура ваздуха је 12 °C (у вегетационом периоду 19,1 °C). Осунчаност је 2.204 часова у години, а 1.541 у вегетационом периоду. Преовлађује ветар из југоисточног правца (кошава), затим јужни, па северозападни и северни ветар.

Вегетација: уз степско-травну, сусрећу се и слатинске и ритске биљне заједнице.

Земљиште: већим делом овог рејона доминирају различити варијетети чернозема. На западу (Потисје) има доста солоњца и ритских смоница, али и иловасто-глиновитог алувијума.

Производност: већа производност него у северном Банату (нешто повољнији климатски, а знатно повољнији земљишни услови). Гаје се сви главни ратарски усеви, слично као и у осталим производним рејонима.

VI Јужни Банат

Границе: северна граница је Тамиш од Ботоша до Томашевца, затим, западно железничком пругом Орловат-Фаркаждин и код Книћанина долази до Тисе. Западна граница иде Тисом од Книћанина до ушћа у Дунав и наставља Дунавом до Банатске Паланке. Источна граница иде каналом Нови Бечеј-Банатска Паланка, од Б. Паланке

до Гребенца, даље иде ободом Делиблатске пешчаре до Алибунара, а затим уз железничку пругу до Самоша, па даље у благом луку до Ботоша.

Рељеф: терен се издиже од запада и југозапада према истоку и североистоку. Надморска висина се креће од 70 m уз Дунав, преко 90-100 m на лесној тераси, да би постигла највећу висину на Пешчари, 198 m (Црни врх).

Клима: представља благи прелаз услова средњег Баната ка условима источног Баната, као топлијег и са више падавина. Просечна количина падавина у току године је преко 632 mm.

Вегетација: претежно је то степско-травна вегетација. На ивици пешчаре су присутне едафски условљене шуме. На инундационим равнима Тисе и Дунава су низијске шуме.

Земљиште: велики комплекс чернозема. Осим тога велика је заступљеност песка и песковитих земљишта. Знатне су површине под алувијалним песковима, а у приобаљу река има доста ритских земљишта. На пешчари, уз претежно смеђе степско земљиште на песку налазе се и иницијална земљишта на песку, као и антропогенизирани песак.

Производност: ако изузмемо пешчару која се издваја као посебан воћарско-виноградарски производни рејон, ово је рејон највећих продуктивних могућности Баната, а међу најпродуктивнијим у Војводини. Гаји се широки спектар ратарских и повртарских култура, као и другог биља.

VII Источни Банат

Границе: северна граница иде Тамишем до Ботоша, источна је државна граница са Румунијом, а западна од Банатске Паланке каналом, затим ободом Делиблатске пешчаре до Ботоша.

Рељеф: надморска висина је око 80 m, ако изузмемо Вршачке планине, као посебан воћарско-виноградарски производни рејон.

Клима: највише падавина у Банату. Релативна влажност је најмања у Војводини - 68%. Највећа је учесталост јужног и југоисточног ветра. Најветровитији предео у Војводини.

Вегетација: преовладава степски тип вегетације, а на нижим теренима, поречју Дунава и ободу Пешчаре, већ поменуте биљне заједнице.

Земљиште: овај рејон је типичан представник хидрогених земљишта. Само мање површине су под варијететима чернозема или ливадске црнице. Преовлађују тешка земљишта: ритске црнице и смонице са енклавама солончака и солоњца.

Производност: досад споменуте особине чине овај рејон специфичним у погледу производних могућности. Могуће је гајење изразито топлољубивих култура, затим постоје повољни услови за семенску производњу, крмно биље, итд. Преовлађује гајење уобичајених ратарских култура.

VIII Северни Срем

Границе: западну границу чини граница са Хрватском. Јужна граница иде ауто-путем Београд-Загреб до изнад Кузмина, пење се до Чалме и даље иде линијом Манђелос-Бешеново-Ириг-Крушедол-Чортановци-Бешка-Крчедин, и код Новог Сланкамена излази на Дунав. Северну границу чини Дунав од Сланкамена до Нештина. Ако издвојимо Фрушку гору и њено шире подручје као засебан производни рејон; површински, ово је најмањи рејон у Војводини.

Рељеф: терени западног дела су валовити, 80-100 m надморске висине, у прибрежном делу су брдовити са више од 100 m надморске висине.

Клима: има више падавина од просека у Војводини, 680-700 mm. Температуре су нешто ниже од просека у Војводини због висинског ефекта Фрушке горе. Релативна влажност је нешто виша, а осунчаност нешто мања од војвођанског просека. Северозападни и западни ветар имају већу учесталост у односу на јужни и северни. Подручје овог рејона по свим поменутих особинама чини прелаз између планинског и равничарског дела Срема.

Вегетација: највиши делови су под шумом, затим долазе шумско-степски предели, а у равници преовлађује степска вегетација.

Земљиште: доминира заруђени, слабо огађачени чернозем, а по ободу брда има и нешто еродираних гајњача, парарендзина и рендзина. Најнижа места су под карбонатним и бескарбонатним ритским црницама, док на крајњем западу има и типично шумских земљишта.

Производност: доста велика. Негативан утицај нешто лошијих земљишта је компензиран ублаженим особинама континенталне климе, нарочито у западном делу. Остварује се висока и стабилна производња ратарских култура (пшеница, кукуруз, сунцокрет, шећерна репа, крмно биље). У овом рејону је карактеристична и тзв. "мешана" ратарско-вођарска и ратарско-виноградска производња.

IX Источни Срем

Границе: северна граница иде од раскрснице железничке пруге и ауто-пута Београд-Загреб (између Кукујеваца и Кузмина) линијом Чалма-Манђелос-Бешеново-Ириг-Крушедол-Чортановци-Бешка-Крчедин-Сланкамен. Јужна граница такође полази од поменуте раскрснице, па иде на југ испод Лаћарка и Сремске Митровице, код Шашинаца избија на ауто-пут Београд-Загреб и прати га до Добановаца, где чини окуку, спушта се на Сурчин и иде до Бежаније. Источна граница је Дунав од Земуна до Сланкамена.

Рељеф: северна половина припада Сремској заравни (100-150 m), а јужна половина лесној тераси (испод 90 m надморске висине).

Клима: просечна годишња количина падавина је око 650 mm. Релативна влажност око 76%. Осунчаност је нешто краћа од просека у Војводини. Најчешћи ветар је источни, па северозападни, затим западни, а у источном делу југоисточни. Отвореност према западу и истоку и близина Фрушке горе утичу да је на западу и северу овог рејона више падавина, а ниже температуре, док је у источном и јужном делу обратно.

Вегетација: лесне заравни и терасе припадају степској вегетацији. На северозападу је степско-шумска вегетација, а у долинама и терасама речица ливадска и делом барска вегетација.

Земљиште: главни представник је чернозем. Уз карбонатни чернозем заступљене су и ливадске црнице и врло мало других типова земљишта насталих под утицајем хидролошко-рељефних фактора.

Производност: као: "черноземни рејон Срема" и повољних климатских особина, сврстава се у групу високо продуктивних рејона Војводине. Гаје се основне ратарске културе: стрнине, окопавине, индустријско и крмно биље.

X Јужни Срем

Границе: северна граница полази од Бежаније до Добановаца, избија на ауто-пут Београд-Загреб, иде њиме до Сремске Митровице, затим до Лаћарка, па нешто северније поново избија на ауто-пут и њиме иде даље до границе са Хрватском. Јужну и источну границу чини Сава.

Релјеф: у западном делу надморска висина је око 80 m, а у источном нешто нижа, до 70 m. Терен је попречно испресецан низом водотокова.

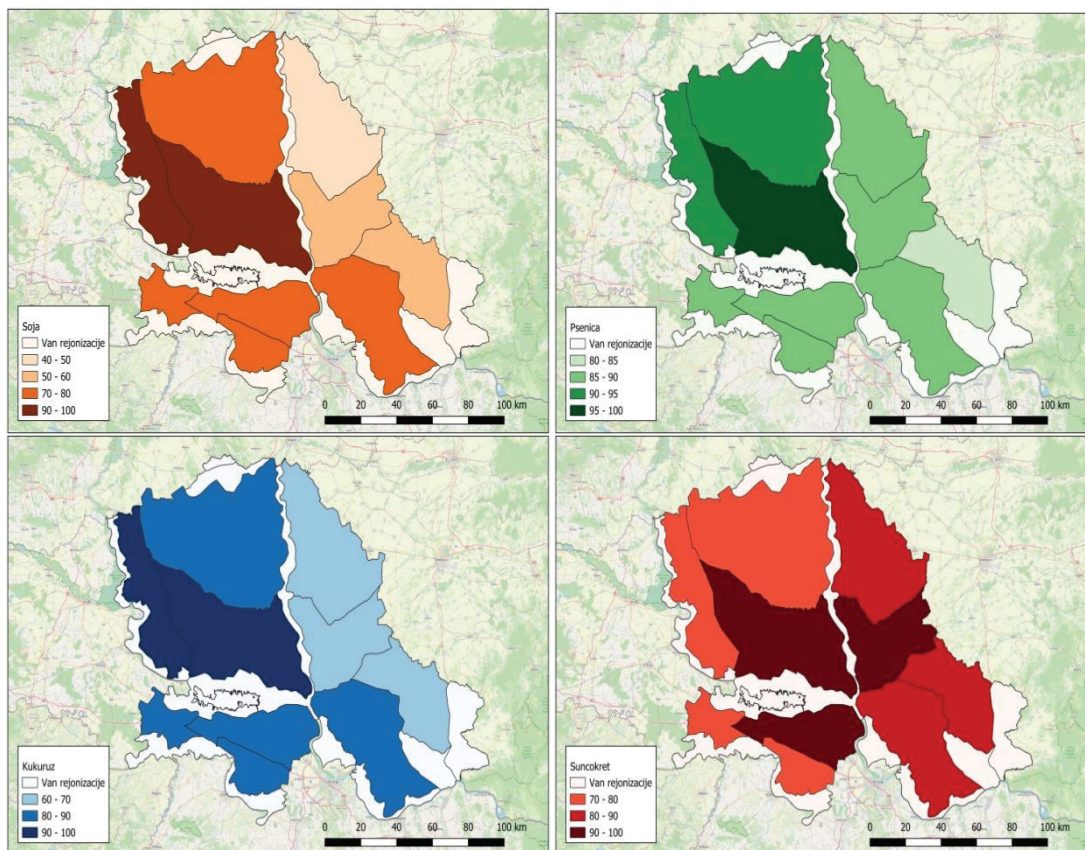
Клима: у западном делу количина падавине око 680 mm, а на истоку 635 mm. Релативна влажност ваздуха, осунчавање и ветрови, исти су као и за источни Срем. Количина годишњих количина падавина расте према западу, а температура се повећава према истоку.

Вегетација: на лесној тераси је заступљена степска вегетација. На западу у поречју Саве су низијске шуме, док се на слатинама и у ритовима издвајају карактеристичне биљне заједнице.

Земљиште: веће површине су под бескарбонатним черноземом, черноземом са знацима оглејавања у лесу и черноземом у огајњачавању. На нижим теренима су ритске црнице (карбонатне, бескарбонатне и заслањене). На западу има доста мочварно глејних земљишта.

Производност: како овде владају добри климатски услови, мање повољни земљишни и изразито неповољни хидролошки услови, овај рејон у целини заостаје за другим производним рејонима Војводине. Производња уобичајених ратарских култура се обавља са мањим успехом него у другим високо-производним рејонима.

Рејонизација у пракси треба да се базира на критичним вредностима за раположиве подлоге у мапирању које ће бити рангиране према важности у производњи. На основу одабраних критеријума који су дефинисани за различите рејоне гајања и биљне врсте и на основу предходно постигнутих приноса и критичних ограничења могу се моделовати потенцијални приноса гајених усева и на тај начин пружити информације и неопходне активности које је потребно предузети у циљу повећања стабилности приноса. Увођење рејонизације ће допринети да се ефикасније користе специфичности производног подручја и боље искористе компаративне предности појединих локалитета. На слици 12 су дати потенцијали за реализацију приноса у гајењу соје, пшенице, кукуруза и сунцокрета.

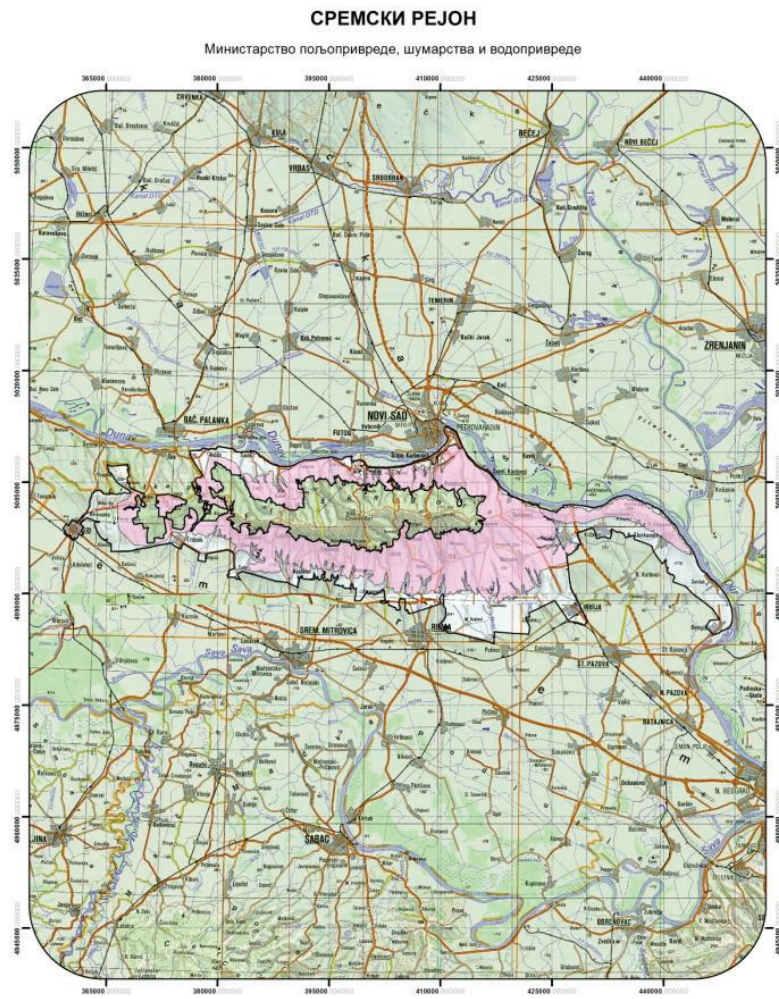


Слика 12. Рејонизација гајења ратарских култура у АП Војводини - погодност различитих региона Војводине за гајење соје, пшенице, кукуруза и сунцокрета

Као пример успешне рејонизације може се навести рејонизација виноградарства у Србији. То је процес научног и стручног класификовања виноградарских географских подручја на основу климатских, педолошких, топографских и других природних услова, као и сортимента, лозних подлога, начина узгоја, енолошких поступака за производњу вина и културно-историјских аспеката. Она обухвата поделу територије (идући од најшире ка најмањој) на специфичне виноградарске регионе, рејоне, виногорја и виноградарске оазе, који се одликују одређеним карактеристикама које утичу на квалитет и тип вина произведеног у тим подручјима. Поред оптимизације производње, рејонизација служи и за заштиту географског порекла вина, што повећава њихову тржишну вредност и омогућава бољу конкурентност на домаћем и међународном тржишту. Такође, она подстиче развој туризма и руралних подручја.

Према рејонизацији виноградарства у Србији, издвојена су три виноградарска региона: Регион Централна Србија, Регион Војводина и Регион Косово и Метохија. Ови региони се даље деле на 22 рејона, 77 виногорја и већи број виноградарских оаза. На основу климатских, земљишних, топографских и других карактеристика, одређена су подручја са најповољнијим условима за гајење винове лозе и производњу висококвалитетних вина са географским пореклом.

На слици 13 је приказан пример једног виноградарског рејона.



Слика 13. Приказ једног виноградарског региона – Фрушкогорско виногорје

БИОДИВЕРЗИТЕТ АГРОЕКОСИСТЕМА

-мапирање и анализа-

Увод

Сваки агроекосистем поседује своју јединствену структуру и просторну организацију. Односи између биотичких и абиотичких чинилаца у различитим системима производње могу бити врло комплексни, због чега њихово разумевање захтева детаљне анализе. У агроекологији примењује се такав аналитички приступ који истиче значај сваког члана агроекосистема уважавајући његове специфичности.

Мапирање и анализа биодиверзитета агроекосистема

У теорији екологије дефинисани су различити начини интеракција између организама: од мутуализма преко коменсализма, неутрализма до потпуно негативних ефеката – компетиције (Табела 25). Услед тога појавила су се два различита мишљења у дефинисању компетиције. Први објашњава **компетицију** као коришћење истих количина светлости, минералних материја, молекула воде или простора од стране биљака-суседа. Ако је станиште плодно, тј. обилује ресурсима, тада је компетитивна способност врста одређена способношћу искоришћавања датих ресурса. Ако је станиште сиромашно, тада долази до изражаја способност врста да толеришу недостатке неких фактора средине. У агроекосистемима усеви се гаје у стаништима од умерених до веома богатих у хранљивим и свим осталим потребним материјама и енергији. Компетиција у оваквим системима се може дефинисати као процес усвајања и коришћења расположивих ресурса које деле усеви са њиховим главним компетиторима - коровским биљкама.

Са производног аспекта најинтересантнија је **интерспецијска компетиција** (усев-коров), која се најчешће испољава преко конкуренције за воду, светлост и хранљиве материје у земљишту, када су у дефициту. Интензитет компетиције ће одредити садржај оног фактора који је у дефициту. С једне стране, климатски и едафски услови утичу на стање усева и заступљеност корова, а са друге стране човек утиче на интеракције између усева и корова гајењем компетитивнијих генотипова у измењеној густини и просторном распореду.

Табела 25. – Типови интеракција између биљака у заједници (Burkholder, 1952)

Назив интеракције	Организам А	Организам Б	Пример
Неутрализам	0	0	Биљке које расту у истом станишту, али не конкуришу једне с другима и не зависе од односа.
Компетиција	-	-	Гајена биљка - коров
Мутуализам	+	+	Легуминозе – бактерије рода <i>Rhizobium</i>
Протокооперација	+	+	Пчеле и биљке; бизони и птице
Коменсализам	+	0	Орхидеје - епифитске биљке које расту на дрвећу, користећи га као ослонац, али не узимају ресурсе који су важни за дрво
Аменсализам	0	-	Орах – алелопатски утицај
Паразитизам	+	-	Имела, вилина косица (<i>Cuscuta</i>)

(+ стимулативан ефекат, 0 неутралан ефекат, - негативан ефекат)

K_{ij} је индекс помоћу кога се може изразити степен "агресивности" једне врсте према другој ако оне живе у заједници. Овај коефицијент је представљен релацијом

$$K_{ij} = \frac{X_i}{X_j} / \frac{Y_i}{Y_j}$$

где је:

X_i – просечан принос по биљци i -те врсте у здруженом усеву,

X_j – просечан принос по биљци j -те врсте у здруженом усеву,

Y_i – просечан принос по биљци i -те врсте у чистом усеву,

Y_j – просечан принос по биљци j -те врсте у чистом усеву.

Harper (1977) указује на то да је боље користити индекс укупни релативан принос RYT који на прикладнији начин описује односе две врсте у заједници. Он је представљен формулом:

$$RYT = \left(\frac{X_i}{Y_i} \right) + \left(\frac{X_j}{Y_j} \right)$$

Вредност $RYT=1$ показује да обе врсте имају сличне захтеве према неопходним факторима спољашње средине, а принос по биљци је једнак у мешавини и чистој култури. $RYT>1$ претпоставља да врсте имају различите потребе и да су, избегавајући конкуренцију, у некој врсти мутуалистичких односа, где дају веће приносе у мешавини него у чистој култури. Вредности $RYT<1$ указују на интензивније конкуритивне односе између врста, где долази до смањења приноса у мешавинама у односу на чист усев.

Други показатељ односа врста у здруженим усевима је индекс ефикасности коришћења земљишта (LER - Land equivalent ratio) којег је први представио Willey, 1979. Он је дефинисан као површина земљишта, која је потребна да би приноси у мешавини и чистим усевима били једнаки. Врло је сличан претходном индексу, само што се у израчунавањима користи принос зрна по јединици површине земљишта, а не принос по биљци. Основна формула за израчунавање LER је:

$$LER = \left(\frac{X_i}{Y_i} \right) + \left(\frac{X_j}{Y_j} \right)$$

где су:

X_i –принос i -те врсте по јединици површине у здруженом усеву,

Y_i –принос i -те врсте по јединици површине у чистом усеву,

X_j –принос j -те врсте по јединици површине у здруженом усеву,

Y_j –принос j -те врсте по јединици површине у чистом усеву.

Налажење најприкладније вредности делиоца у овој формули је представљало највећи проблем. Стога је уведен нови параметар "ефективни LER" где се за делиоца узима оптимални принос чистог усева добијен у датим агроколошким условима. Друга модификација овог коефицијента је sLER (staple land equivalent ratio), који се користи у случају да је један усев главни (обично је то нека житарица), а други споредни, и његов принос представља само бонус. Он може да послужи као индекс за оцену биолошке ефикасности код примене различитих агротехничких мера (нивои

ђубрења, различите густине и просторни распоред, различита обрада земљишта, време сетве и друго).

Компетитивна способност једне врсте је дефинисана као вредност којом се описује интензитет компетенције у здруженом усеву (Willey and Rao, 1980). Претходно коришћени индекси нису дефинисали ни квантификовали степен компетитивних односа у датим условима. Овај индекс је дефинисан односом:

$$CR_i = \left(\frac{LER_i}{LER_j} \right) \cdot \left(\frac{Z_{ji}}{Z_{ij}} \right)$$

где су:

CR_i – компетитивна способност i -те врсте (најчешће се рачуна само за једну врсту у здруженом усеву),

LER_i – коефицијент ефикасности коришћења земљишта за i -ту врсту,

LER_j – коефицијент ефикасности коришћења земљишта за j -ту врсту,

Z_{ji} – пропорција земљишта који заузима j -та врста у здруженом усеву,

Z_{ij} – пропорција земљишта који заузима i -та врста у здруженом усеву.

CR је, упрошћено речено, однос између индивидуалних индекса ефикасности коришћења земљишта, али коригованих помоћу пропорција у којима су дати усеви посејани. Ова вредност једноставно говори колико пута је једна врста компетитивно способнија од друге. Пошто су вредности CR за обе врсте реципрочне, најчешће се израчунава и приказује вредност само за једну врсту у здруженом усеву. Коефицијент CR помаже да се пронађе равнотежа у конкуренцији између проучаваних врста, која може помоћи у проналажењу комбинације која има максималну предност једног усева у односу на други.

КОМПЕТИЦИЈА И АЛЕЛОПАТИЈА У БИЉНОЈ ПРОИЗВОДЊИ

Увод

У свакој биљној заједници, а самим тим и у агрофитоценозама владају веома сложени односи између различитих врста, као и у оквиру исте врсте. Ниво сложености међусобних односа зависи од: флористичког богатства, квантитативне заступљености појединих врста и спољашњих услова (климатски и едафски) у којима се развијају јединке врста.

У агрофитоценозама које су састављене од две компоненте – гајене биљке и корова, редовна је појава смањења приноса као резултат различитих интеракција између усева и корова. Односи (интеракције) између биљака могу бити: позитивни, негативни и неутрални. Скуп свих позитивних и негативних интеракција између јединки исте и различитих врста се означавају као интерференције, у које између осталог спада и конкуренција.

Биљке у процесу метаболизма преко својих органа, а поготово преко кореновог система, луче секундарне метаболите који имају физиолошко деловање на друге биљке, па чак и на биљке исте врсте. Тај ефекат деловања једних биљака на друге преко њихових излучевина назива се **алелопатија**, а ескудати, односно материје које луче биљке и нижи организми **алелохемикалије**. Алелопатија има велики значај за разумевање односа између биљака уопште, а посебно између корова и гајених биљака.

Конкуренција у биљној производњи

Конкуренција је најзаступљенији облик негативних интеракција у агроекосистемима. Једна од опште прихваћених дефиниција конкуренције је: „Облик негативних интерференција, односно међусобно супростављање организама (врсте, популације) приликом искоришћавања природних ресурса у условима њиховог дефицита“.

Конкурентски односи између гајене биљке и корова у агрофитоценозама су нарочито изражени, јер је животни простор ограничен, а животни услови на које утиче човек прилагођени гајеној биљци. Праћење конкурентских односа у агрофитоценозама гајених биљака је важно да би се утврдила бројчана заступљеност корова која се може толерисати по јединици површине, а да при том принос не буде умањен. Боље разумевање конкуренције између усева гајених биљака и корова у многим случајевима може допринети смањењу употребе хербицида. На основу међусобног утицаја корова и усева у коме се они налазе одређује се последњи моменат када морамо предузети одређене мере у њиховом сузбијању, са циљем да се избегне веће смањење приноса.

Последње две деценије код неких усева, као што су мрква, соја, стрна жита и др., тежи се повећању броја биљака по јединици површине, како би се на тај начин с једне стране повећао принос, а с друге повећала конкуренција усева на корове.

Конкурентска способност између усева и корова може бити двојака: активна и пасивна. У првом случају ради се о особини која омогућује угушивање партнера у конкуренцијским односима, а у другом се допушта могућност даљег растења и преживљавања, чак и под неповољним условима. Активну конкурентску способност

одређују односи клијања, брзина растења, већа могућност усвајања воде и хранљивих материја и већа продуктивност и брзина регенерације, док се пасивна конкурентска способност може појавити у виду толерантности према засењивању и хербицидима.

У досадашњим истраживањима наводе се бројни фактори који су показали позитивне ефекте у односима усева – коров, или чак и уже, у односима у истој биљној врсти. Сматра се да су густина биљака, брзина раста, квалитет земљишта, квалитет семена усева и плодоред кључни фактори конкуренције између усева и корова.

Конкуренција је динамичан процес и поред интерспецијске (усев – коров), увек долази и до интраспецијске конкуренције (усев – усева или коров – коров). Ови облици конкуренције се у пракси јављају код здружених усева и директно одређују продуктивност таквог начина гајења усева. Са производног аспекта, најинтересантнија је интерспецијска конкуренција (усев – коров), која се најчешће испољава преко конкуренције за воду, светлост и хранљиве материје у земљишту, када су у дефициту.

Практични аспекти проучавања интеракција коров – гајена биљка подразумевају примену мера као што су наменски селекционисани конкурентивнији генотипови, измењен просторни распоред гајених биљака, количина и место примене минералних ђубрива којима се повећава конкурентска способност усева у борби са коровима.

Алелопатија у биљној производњи

Алелопатију као природни феномен карактерише директно или индиректно деловање од стране једне биљке (укључујући и микроорганизме) на другу, кроз продукцију одређених хемијских материја излучених у спољашњу средину.

Према дефиницији коју је дало Међународно алелопатско друштво (International Allelopathy Society – IAS) „алелопатија обухвата све процесе које изазивају секундарни метаболити које производе биљке, алге, бактерије и гљиве, а који утичу на растење и развој пољопривредних и биолошких система.“

Алелопатски ефекти су углавном инхибиторни. Та инхибиција је заснована на токсичном дејству одређених супстанци, које живе биљке активно емитују у средину преко излучевина из корена, испирања и волатилизације, или, пак путем пасивног ослобађања након разлагања биљних остатака, односно декомпозиције органске материје (Milošev et al., 2009; Kohli et al., 2024).

Алелопатија може бити **права** и **функционална**. Права алелопатија се односи на супстанце које су токсичне у облику у којем их је биљка произвела, док се функционална алелопатија односи на супстанце које су токсичне у форми која је настала након трансформације од стране микроорганизама. Да би алелопатске супстанце могле активно деловати неопходно је да инхибиторне супстанце из кореновог система и других биљних органа доспеју у земљиште, потом да концентрација ових супстанци буде ефикасна и најзад да инхибиторне материје остану активне у току вегетације следећег усева, односно да не дође до микробиолошког или хемијског разлагања.

Алелопатски узајамни односи између биљака у природи манифестују се различито, помоћу различитих физиолошких и биохемијских механизма, уз учешће веома различитих физиолошки активних једињења с различитим брзинама деловања и последицама. Утврђено је да су алелопатске супстанце које изазивају биохемијске интеракције између биљака типични секундарни производи метаболизма који имају

малу молекулску тежину, релативно једноставне су структуре и лако су испарљиви (Јањић и сар., 2008).

Алелопатски могу деловати биљке у слободној природи, затим усеви на усеви, усеви на корове, корови на усеви и корови на корове.

Компетиција и алелопатија као биолошки начини борбе против корова у последње време проналазе своје место у интегралној борби против корова. Оне не могу бити самосталне мере којима се корови у потпуности уништавају, али у комбинацији са другим мерама могу у значајном степену допринети смањењу бројности корова у усевима гајених биљака. Тежња ка смањењу употребе хемијских средстава у пољопривреди и очувању животне средине су додатни разлози за коришћење, али и даља истраживања на пољу конкуренције и алелопатије.

ИСПИТИВАЊЕ ПОЉОПРИВРЕДНИХ ПРОИЗВОЂАЧА

Прикупљање података у агроколошким истраживањима

Увод

Како би се дошло до сазнања о специфичностима у гајењу биљака на одабраном газдинству, технологији производње и стању чинилаца агроекосистема, неопходно је спровести испитивање пољопривредних произвођача. Циљ оваквог интервјуа јесте да се утврде производни капацитети агроекосистема, степен њиховог коришћења од стране човека и мере које се могу предузети у циљу унапређења производње. Сваки агроекосистем се може посматрати као индивидуални производни простор у оквиру којег се одговарајућим агротехничким мерама може побољшати производња. Претпоставка је да сваки пољопривредни произвођач без обзира на начин производње поседује драгоцену сазнања базирана на искуству која су употребљива, јер представљају његов одговор на агроколошке услове који постоје на месту одвијања производње. Из тог разлога искуства базирана на превазилажењу локалних изазова у производњи представљају значајан ресурс у стварању одрживих агроекосистема (Gliessman, 2000).

Испитивање пољопривредних произвођача

Пре почетка истраживања, неопходно је изабрати газдинства која садрже елементе који су предмет истраживања. Такође, потребно је добити сагласност и пристанак власника пољопривредног газдинства. Приликом интервјуисања пољопривредних произвођача, потребно је унапред припремити питања и саставити их на начин који омогућава обиман и комплетан одговор. Често се препоручују отворена питања, која омогућавају детаљно разматрање теме. Важно је обезбедити довољан број испитаника који се може статистички обрадити или анкетирати фокус групе (репрезентативне произвођаче). Број испитаника зависи од циља истраживања. Осим процене капацитета и начина рада газдинства или пољопривредног предузећа, анкета може обухватити и детаљне податке из књиге поља о конкретним производним парцелама.

Анализа и презентација резултата истраживања

Након завршеног интервјуа, уношења података у унапред направљену електронску анкету, препоручује се да се извештај и презентација подели у два дела. У првом делу се износе добијени резултати анкете, а у другом делу се анализира и дискутује шта је научено из анкете произвођача. На основу спроведеног интервјуа се на крају изводе закључци.

Области које треба да буду обухваћене интервјуом су:

- Плодност земљишта,
- Структура сетве и избор усева,
- Покровни, пострни и међусезонски усеви,
- Порекло семена,

- Комбиновање усева, плодоред, поликултура,
- Примењена агротехника,
- Могућности и начини за очување влажности земљишта, наводњавање,
- Контрола корова и штеточина,
- Диверзитет пољопривредног газдинства, интегрисан у природну околину,
- Узгој животиња (врста, број, раса и сл.),
- Контрола ерозије,
- Управљање органским материјама на пољопривредном газдинству,
- Коришћење енергије.

Могућа питања у интервјуу

1. Да ли је пољопривреда једини извор прихода за ваше домаћинство?
2. Колико се дуго бавите пољопривредом? Шта вас је навело да се тиме бавите?
3. Која је величина вашег газдинства (0-3, 3-5, 5-10, 11-50 ha или >50 ha)?
4. Којом се врстом производње бавите (ратарска, повртарска, воћарска...)?
5. Наведите најважније културе које гајите?
6. Постоји ли повезаност производње у оквиру вашег газдинства (нпр. ратарство-сточарство)? Да ли производни инпути потичу са вашег газдинства?
7. Које ресурсе сматрате кључним за успешну производњу на вашем пољопривредном газдинству?
8. Које агротехничке мере (и врсте оруђа) примењујете у обради земљишта и колико често?
9. Која ђубрива користите за повећање плодности земљишта? Да ли вршите основне агрохемијске анализе земљишта, и колико често? Да ли азотна ђубрива примењујете на бази N-min методе?
10. Где набављате семе/садни материјал?
11. Како се борите са штеточинама? Које су штеточине највећи проблем?
12. Који су најчешћи корови и на који начин их сузбијате?
13. Да ли водите књигу историје поља?
14. Да ли се плодност земљишта променила за време за које га обрађујете?
15. Користите ли савремене технологије или дигиталне алате у својој пољопривредној производњи?
16. Да ли гајите покровне/међусезонске/пострне усеве?
17. Да ли сте уочили неке промене у климатским условима у протеклим годинама и како су утицале на вашу производњу?
18. Како се носите са сезонским променама и изненадним непогодама?
19. Шта видите као највећи изазов у следећој години?
20. Да ли сте увели неке нове технике (мере) у последњих пар година? Које су то и да ли су делотворне? Зашто?
21. Како оцењујете ниво образовања и едукације пољопривредника у вашем региону?
22. Како процењујете тренутне тржишне услове за ваше пољопривредне производе?
23. Како видите вашу производњу на газдинству у наредних десет година?

ЛИТЕРАТУРА

1. Arshad, M.A., Coen, G.M. (1992): Characterization of soil quality: physical and chemical criteria. *American Journal of Alternative Agriculture*. Vol. 7, 12-16.
2. Ashard, M.A., Martin, S. (2002): Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 88, 153-160.
3. Brigs, G., Schantz, H. (1916): Die Grösse stündlicher Verdunstung an klaren Tagen bestimmt durch die cyclischen Faktoren der Umgebung. *Journ. of Agron. Res.* 5.
4. Burkholder, R.P. (1952): Cooperation and conflict among primitive organisms. *American science*, 40, 601-631.
5. Doran, J.W., Parkin, T.B. (1994): Defining and assessing soil quality. In Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F., Stewart, B.A. (Eds): *Defining soil quality for sustainable Environment*. Madison, WI, Soil Science Society of America, Vol. 35, 3-21
6. Garner, W.W. and Allard, H.A. (1920): Effect of the Relative Length of Day and Night and Other Factors of the Environment on Growth and Reproduction in Plants *Agricultural Research*, 18, 553-606.
7. Gliessman, S.R. (2000): *Field and laboratory investigations in Agroecology*. CRC Press, 1-330.
8. Haberlandt, F. (1875): *Wissenschaftlich praktische Untersuchungen auf den Gebiete des Pflanzenbaues (I-II)*, Wien.
9. Harper, J.L. (1977): *Population Biology of Plants*. Academic Press, London.
10. Hellriegel, H. (1883): *Grundlagen des Ackerbaues*. F. Vieweg – Sohn, Braunschweig.
11. <https://www.plantmaps.com/interactive-serbia-plant-hardiness-zone-map-celsius.php>
12. ISO 23611-1 (2018): Soil quality — Sampling of soil invertebrates Part 1: Hand-sorting and extraction of earthworms. <https://www.iso.org/standard/70449.html>
13. Jenny, H. (1940): *Factors of soil formation*. New York and London.
14. Karlen, D.L., Ditzler, C.A., Andrews, S.S. (2003): Soil quality: Why and How? *Geoderma*, Vol. 14, 145-156.
15. Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Kline, R.G., Harris, R.F., Schuman, G.E. (1997): Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Society of American Journal*. Vol. 61, 4-10.
16. Kohli, R. K., Singh, H. P., Batish, D. R. (2024). *Allelopathy in agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton, FL.
17. Köppen, W. (1900): Versuch einer Klassifikation der Klimat, Versuchsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*
18. Maksimov, N.A. (1929): Experimentelle Änderungen der Länge dere Vegetationsperiode bei den Pflanzen. *Biol. Zbl.* 49 (9), 513.
19. Maksimov, N.A. (1929): *The plant in relation to water*. Allen-University. London.
20. Metzger, M.J., Bunce, R.G.H, Jongman, R.H.G, Múcher, C.A., Watkins, J.W. (2005): A climatic stratification of the environment of Europe. *Global Ecology and Biogeography* 14: 549-563 - <https://doi.org/10.1111/j.1466-822x.2005.00190.x>
21. Милошев, Д. (2000): Избор система ратарења у производњи пшенице. *Задужбина Андрејевић, Посебна издања, Београд*, 1-113.
22. Oettingen, V.A. (1979): Phänologie der Dropater Lignosen, ein Beitrag zur Kritik phänologischer Beobachtungs – und Berechnungsmethoden. *Archiv Natur. Liv. Est. – und Kurlands*, 2, Ser. 8, 241-352.

23. Parr, J.F., Papandick R.I., Hornick S.B., Mayer R.E. (1992): Soil quality: attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*. Vol. 7, 5-11.
24. Petrasovits, J., Balog, J. (1979): *Növénytermesztés és vízgazdálkodás*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
25. Rajić, M., Zemunac, R. (2017): Poređenje različitih metoda za ocenu suše na području Južne Bačke. *Letopis naučnih radova*, 42(1), 68-76.
26. Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M., Murphy, A. (2015): *Plant Physiology and Development*, Sixth Edition, Sinauer Associates, USA.
27. Vicente-Serrano, S.M., Beguería, S., López-Moreno, J.I. (2010): A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index - SPEI. *Journal of Climate*. 23: 1696–1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>
28. Walter, H. (1957): Klimadiagramme als Grundlage zur Feststellung von Dürrezeiten. *Wasser und Nahrung*, H.1, 42.
29. Буторац, А., Racz, Z. (1987): Повећање плодности земљишта. "Храна и развој", стр. 91-98.
30. Вилијамс, Б.П. (1951): Основи земледелија. Соч. с. VI, Москва.
31. Грачанин, М. (1947): Педологија, II део, Загреб.
32. Грачанин, М. (1950): Месечни кишни фактор и његово значење у педолошким истраживањима. Пољопривредна знанствена смотра, Св. 12, Загреб.
33. Иванов, Н.Н (1958): Атмосферноје увлаженије тропических и сопредельних станземново шара Акад. наук. СССР, Москва-Ленинград.
34. Јанковић, М.М. (1963): Фитоекологија. Научна књига, Београд.
35. Катић, П., Ђукановић, Д., Ђаковић, П. (1979): Клима САП Војводине. Пољопривредни факултет – ООУР Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.
36. Милошев, Д., Аћин, В., Шеремешкић, С., Ђаловић, И. (2009): Алелопатија као биолошки метод борбе против корова. Саветовање о биотехнологији, Чачак 27-28. Март, Зборник радова, 121-128.
37. Михалић, В. (1976): Опћа производња биља. Школска књига, Загреб.
38. Молнар, И. (1995): Опште ратарство, Нови Сад.
39. Молнар, И., Милошев, Д. (1995): Агроекологија, Нови Сад.
40. Ољача, С., Долијановић, Ж. (2003): Практикум из Агроекологије. Пољопривредни факултет Земун-Београд. 1-101.
41. Оторепец, С. (1980): Агрометеорологија. Нолит, Београд.
42. Сл гласник РС, бр. 37/2010 и 10/2014 <https://www.tehnologijahrane.com/pravilnik/pravilnik-o-tehnickim-zahtevima-u-pogledu-kvaliteta-koje-moraju-da-ispunjavaju-poljoprivredni-proizvodi-koji-se-skladiste-u-javnom-skladistu>
43. Сл. гласник РС, бр. 88/2020 – Уредба о систематском праћењу стања и квалитета земљишта <https://www.paragraf.rs/propisi/uredba-sistematskom-pracenju-stanja-kvaliteta-zemljista.html>
44. Стојковић, Ј. (1962): Опште ратарство, I део, Нови Сад.
45. Стојковић, Ј. (1972): Производни рејони Војводине. Прештампано из "Земљишта Војводине". Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад.
46. Тодоровић, Б.Д. (1955): Опште ратарство, Научна књига, Београд.
47. Шкорић, А. (1986): Постанак, развој и систематика земљишта, Загреб.



АГРОЕКОЛОГИЈА

ПРАКТИКУМ

