

## Потенцијални утицај климатских промјена на производњу гајених биљака

Душан Ковачевић, Снежана Ољача, Небојша Момировић,  
Зоран Броћић, Жељко Долијановић, Весна Милић

**Сажетак.** Студије о антропогеном утицају на климатске промјене, које се дешавају посљедњих деценија у Европи, а и цијелом свијету, дају сталне пројекције пораста температуре ваздуха и различите податке о падавинама, у зависности од дијела континента за који се пројекције раде. Предвиђа се повећање падавина на сјеверу Европе и смањење на југу и истоку. Очекиване позитивне и негативне промјене највише ће се одразити на пољопривреду Сјеверне Европе (позитивне) и Јужне Европе, нарочито медитеранског дијела (негативне), и приносе основних гајених биљака. Сматра се, по већини пројекција, да ће највише негативних утицаја у области континенталне климе бити у панонској зони, која је једна од житница Европе. Ова област ће бити, како многи сугеришу, захваћена учесталијим таласима топлоте и сушом, без већих могућности да се оне избјегну помјерањем рокова сјетве или другим агротехничким мјерама. Највеће економске штете у Србији и Републици Српској узроковане су сушама, поплавама, олујним непогодама праћеним

---

*Цитирање:* Ковачевић Д, Ољача С, Момировић Н, Броћић З, Долијановић Ж, Милић В (2020) Потенцијални утицај климатских промјена на производњу гајених биљака. У: Јањић В, Пржуљ Н (уредници) Ограничења и изазови у биљној производњи. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија XLII:45–87

---

*Cite as:* Kovačević D, Oljača S, Momirović N, Bročić Z, Dolijanović Ž, Milić V (2020) Potential impact of climate changes in the field crops production. In: Janjić V, Pržulj N (eds) Limitations and challenges in crop production. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LXII45–89

*градом, клизиштима, ерозијом изазваном бујицама, а током посљедњих година све више топлотним таласима и условима за појаву ширења шумских пожара. Дугорочно посматрано, проблеми настају и због чињенице да, од седамдесетих година прошлог вијека до данас, просјечне годишње температуре код нас и у региону стално расту. Промјене климе на овом подручју засад се огледају у повећаној учесталости и интензитету екстрема. Ако се овај тренд климатских промјена настави, као што показују разни сценарији климатских промјена за наш регион, то би могло довести до великих проблема у временским и климатским условима, као и у водоснабдијевању. У борби против климатских екстрема (суше, превлажене године) користе се редовне и посебне агротехничке мјере, уз сјетву сорти и хибрида гајених биљака са већом толеранцијом на сушни/водни стрес.*

*Кључне ријечи: Климатске промјене, еколошки аспект суше, адаптације, агротехничке мјере, озима пшеница, кукуруз*

## **2.1. Увод**

По дефиницији, климатске промјене представљају оне промјене климе које се директно или индиректно приписују људским активностима које мијењају састав атмосфере и које се, за разлику од климатских варијабилности, биљеже током дужег временског периода. Посматрано у ширем смислу, климатске промјене представљају посљедице сложених абиотичких и биотичких процеса и огледају се кроз статистички значајне промјене климатских параметара током дужих периода. Чиниоци који покрећу климатске промјене могу бити различите природе: астрономски, геофизички и биотички (Olesen and Bindī 2002; Sekulić i sar. 2012). Астрономски и геофизички чиниоци представљају спољашње чиниоце климатских промјена јер настају ван атмосфере. Астрономски се односе на активности осталих астрономских објеката, превасходно Сунца. Геофизички фактори су повезани са тектонским активностима Земље. Свакако су најинтересантнији биотички чиниоци климатских промјена, који се даље могу подијелити на антропогене и неантропогене. Суштину неантропогених фактора чине екосистемски процеси, као што су примарна продукција (фотосинтеза) и кружење воде и хранива. Антропогени чиниоци климатских промјена су они који настају дјеловањем човјека. Данашње поимање климатских промјена углавном се своди управо на ове, антропогено индуковане промјене климе. Климатске промјене у ужем смислу

представљају оне промјене климе које настају као посљедица човјековог дјеловања у биосфери (Falloon and Betts 2010).

Као посљедица глобалних промјена климе, дешавају се све више и промјене у интензитету и учесталости климатских екстрема – тропских циклона, суша, поплава, клизишта, ерозија земљишта, олујних непогода, сњежних мећава и мразева, јаких киша кратког трајања, таласа екстремно високих температура ваздуха, пожара, услова за ширење епидемија и штеточина (Olesen et al. 2011). Дугорочно, проблеми настају и због чињенице да, од седамдесетих година прошлог вијека до данас, просјечне годишње температуре код нас и у региону стално расту (Cvetković et al. 1996; Cvetković i Oljača 1999; Oljača i sar. 2002). Ипак, промјене климе на овом подручју засад се огледају у повећаној учесталости и интензитету екстрема, као што је овај са сушом посљедњих година (2012, 2015), или са све учесталијим појавама топлотних таласа итд. Ако се овај тренд климатских промјена настави, као што показују разни сценарији предвиђања климатских промјена за наш регион (Bošnjak 1997; Dragović et al. 1997; Spasova et al. 1999; Spasov and Spasova 2001; Spasov 2003; Malešević i sar. 2011), то би могло довести до великих проблема у временским и климатским условима и у водоснабдијевању.

На темељу тих чињеница, морају се имати и прави одговори како би се ублажили, ако не и потпуно елиминисали овакви утицаји. Агрономски аспект посматрања овог проблема налаже добро познавање проблема и предвиђање (Ковачевић i sar. 2013). За то су потребна многа знања из агрономије, генетике, екологије, физиологије, али и одговарајуће техничке и економске могућности. Ако се пође од претпоставке да је главни циљ да се обезбиједи довољне и сигурне количине хране за становништво, онда се мора усредсредити на оно што се посједује и од тога кренути (Ољача и сар. 2019).

## 2.2. Климатске промјене и узроци климатских промјена

Према општој дефиницији Међувладиног панела за промјену климе (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC 2007; IPCC 2012; IPCC AR5, Climate Change 2014), климатске промјене, без обзира на њихове узроке, представљају промјене стања климе које се могу идентификовати кроз промјене у просјечним вриједностима климатских елемената и/или њиховој варијабилности, углавном током неколико деценија и дуже, док промјене из године у годину представљају варирање климе, односно климатску промјенљивост. Најважнији природни гасови са ефектом стаклене баште (*green house gases*, GHG) су угљен-диоксид, метан, азот-субоксид, озон и

водена пара. Они су у стању да апсорбују дуготаласно инфрацрвено зрачење земљине површине и поново емитују топлоту према површини земље. Захваљујући томе, средња температура у приземном слоју атмосфере је око 14–15 °С. Евидентно је да је овај износ температуре повећан, посебно у посљедњих двадесетак година, што доводи до драстичних климатских промјена. Многи научни радници такво стање образлажу повећањем садржаја гасова са ефектом стаклене баште, али на глобалном нивоу постоје и други разлози (Spasova i sar. 1999; Spasov 2003; Radičević i sar. 2011; Ruml et al. 2012).

Људске активности, праћене наглим порастом свјетског становништва, главни су узроци климатских промјена преко увећања коришћења свих ресурса. Индустрија, саобраћај и енергетика су гране индустрије којима се у Земљину атмосферу уносе велике количине гасова стаклене баште, посебно угљен-диоксида (CO<sub>2</sub>), угљен-моноксида (CO), метана (CH<sub>4</sub>), азот-субоксида (N<sub>2</sub>O) и хлор-флуоро-карбона (CFC), што директно доводи до повећања глобалне температуре. Посебно је повећана концентрација CO<sub>2</sub> у атмосфери поредећи период прије индустријализације; са 280 ppm на садашњих око 390 ppm. Ако се се такав тренд настави у будућности, температура до краја овог вијека могла би да порасте за преко 3 °С. На основу сопствених резултата испитивања предвиђања два сценарија будућих климатских промјена, једног блажег и другог агресивнијег, за два периода, први од 2001–2030. и други 2071–2100, Ђурђевић (2010) наводи да се у будућности могу очекивати драстичне промјене климатских услова на територији југоисточне Европе, посебно током периода посљедњих тридесет година двадесет првог вијека, уколико концентрације гасова стаклене баште буду пратиле неке од наведених сценарија. У случају агресивног сценарија, повећање температуре на годишњем нивоу износило би 3,7 °С. С обзиром на комплексност и варијабилност падавина као климатског елемента, процјена промјене овог параметра далеко је сложенија, мада се резултати дотичних испитиваних модела и у овом погледу уклапају у општу слику добијену низом других истраживања, а то је да су сјеверни дијелови европског континента окарактерисани позитивном аномалијом падавина, а јужни, посебно Евро-медитерански регион негативном аномалијом (Sekulić 2011; Janković et al. 2019)

Крајем прошлог вијека, на свјетском нивоу препознат је проблем глобалног загријавања и климатских промјена (Cvetković et al. 1996; Olesen and Bindi 2002; Le Treut et al. 2007). Сходно томе, организоване су бројне конференције о климатским промјенама на којима су донесене одређене декларације и протоколи. Посљедња конференција Уједињених нација о климатским промјенама одржана је у Паризу, од 30. новембра до 12.

децембра 2015. године. То је било 21. редовно годишње засједање о климатским промјенама, која се од 1995. године организују са циљем реализовања задатака дефинисаних у Оквирној конвенцији о климатским промјенама УН-а, која је усвојена 1992. године на Самиту земаља у Рио де Жанеиру. Конференција у Паризу била је уједно и 11. састанак потписница Протокола из Кјота 1997. године. Први пут у историји, конференција је успјела постићи универзални споразум (Париски климатски споразум) о методама уз помоћ којих би се ублажиле климатске промјене, о којима су се сложиле готово све државе свијета. По ријечима организатора, примарни очекивани резултат споразума је ограничавање глобалног пораста температуре на мање од 2 °C до 2100. године у поређењу са климатским условима прије индустријске револуције. Истраживачи Међувладиног панела о климатским промјенама су 2009. године закључили да су такве мјере неопходне како би се избјегле озбиљне климатске катастрофе, и да је за постизање тих резултата неопходно до 2050. умањити емисије стакленичких гасова између 40 и 70%, у односу на емисије у 2010. години, а до 2100. године доћи до нулте стопе. Париски климатски споразум имплицитно настоји ограничити пораст температуре на 1,5 °C, што би захтијевало још амбициозније мјере и постизање нулте стопе испуштања стакленичких гасова у периоду од 2030. до 2050. године. Ипак, овај циљ се експлицитно не спомиње у финалној верзији споразума.

Прије самог састанка у Паризу, у Марсељу је 4. и 5. јуна 2015. одржана и скупштина о глобалном загријавању у медитеранској регији, а припремни састанак за 21. засједање Конференције Уједињених нација о климатским промјенама одржан је у Бону 19–23. октобра 2015, и на њему су учествовали министри заштите животне средине из земаља широм свијета. Учесници из 146 земаља јавно су представили планове намјераваних националних дефинисаних доприноса у глобалном одговору на климатске промјене. Предложени национални доприноси требали су прије саме конференције ограничити пораст глобалне температуре на максимално 2,7 °C до 2100. године. Европска унија је изнијела приједлог о смањењу властитих емисија за 40% до 2030, у односу на емисије у 1990. години.

### **2.3. Посљедице климатских промјена**

Посљедице климатских промјена су бројне, а најважније су промјене метеоролошких и изведених биоклиматских параметара, као што су: повећање температуре ваздуха, повећање броја дана са екстремно високим температурама, повећање фреквенције и трајања сушних периода,

повећање броја дана са јаким кишама (олује), смањење броја мразних и ледених дана, смањење сњежног покривача, продужење или скраћење вегетационог периода биљака, ранији почетак вегетационог периода биљака. Чарли Верон, један од водећих аустралијских експерата за живот у океану, наводи да једном када ниво угљен-диоксида достигне ниво предвиђен за период између 2030. и 2060. године, сви корални гребени свијета биће осуђени на нестанак – “Они би тако били први глобални екосистем у свијету осуђен на колапс”.

Амазонију карактеришу највеће тропске кишне шуме на свијету које насељавају милиони живих врста, а задржавају и петину глобалних слатководних залиха (Altieri 1995). Нажалост, глобално загријавање и крчење шума мијењају улогу ових шума у процесу апсорпције угљеника, претварајући 30–60% тропских кишних шума у суве саване. Научници су уочили прве сигнале “озелењавања” пустиње Сахара и подручја која је окружују, усљед увећања кишних падавина. Уколико би се овакво стање одржало, кише би могле да ревитализују територије опустошене сушама, омогућавајући више обрадивих површина за пољопривреду. Тренд смањења пустиња потврђен је и предвиђањима да ће се климатски услови изједначити са онима који су прије неких 12.000 година претворили Сахару у бујну савану (Gliessman 2000).

Још увијек није утврђено да ли је ураган Катрина директно везан за глобално загријавање, међутим постоје индиције да ће нежељене климатске промјене условити све више урагана категорије 5, што је застрашујуће, имајући у виду да је Катрина била ураган категорије 4 када је опустошила америчку савезну државу Луизијану (Fussell 2015). Снага урагана у великој мјери зависи од топлоте морске воде, због чега многи прогностички модели показују да ће будући урагани бити још разорнији, како буду расле температуре морске површине. Још један од фактора који ће будуће урагане учинити катастрофалним је и подизање нивоа свјетских мора усљед глобалног загријавања, што ће доводити до великих поплава у приобаљима.

Глобално загријавање није пријетња само гребенима и острвима мале надморске висине. У ствари, најугроженија су пространа урбана подручја која би могла да у будућности буду под водом, што би била посљедица промјене нивоа мора, узроковане глобалним загријавањем, тако да би катастрофалне поплаве у будућности уништиле обалске градове. Десетине великих градова, као што су Лондон и Њујорк, могли би до краја вијека бити потпуно поплавлени, што постаје све реалнија опасност, јер истраживања сугеришу да глобално загријавање подиже ниво мора и океана брже него што се претходно мислило (Mimura 2013).

Топлија клима би, поред свега, могла да донесе предност мањим животињским врстама у односу на оне веће. Истраживање засновано на анализи тјелесне масе риба, планктона и бактерија, спроведено у европским екосистемима, покренуто је свега пар недјеља након извјештаја стручњака да овце на шкотским острвима губе на тежини усљед глобалног загријавања (Hays et al. 2005). Смањење тјелесне масе трећа је универзална еколошка реакција на глобално загријавање. Такође, најмање 2.000 малих острваца широм Индонежанског архипелага могла би да нестану до 2030. године, као посљедица неконтролисане рудничке експлоатације и других активности које угрожавају животну средину. Индонезија је већ изгубила 24, од преко 17.500 острва (Rolos et al. 2012).

Глобално загријавање могло би да дестабилизује сиромашне земље широм свијета и доведе до миграција (Klepp 2017). Према председавајућем Америчког националног обавјештајног савјета, економске избјеглице могле би да буду приморане на напуштање својих домова и одлазак у емиграцију због погоршаних климатских услова. Ово би повећало притисак на земље у којима би угрожено становништво нашло уточиште, од којих већина нема ни ресурсе нити интерес да прихвати климатске избјеглице.

Глечери се повлаче усљед топлих, сувих зима и све топлијих љета, изазваних глобалним отопљавањем. Предвиђа се да ће глечери на Алпима потпуно нестати између 2030. и 2050. године (Pellicciottia et al. 2014). Италија и Швајцарска донијеле су одлуку о исцртавању нових граница, након што глобално загријавање отопи алпске глечере, који су раније означавали линију територијалног разграничења између ове двије земље.

Stagl and Hattermann (2016) сматрају да су угрожени, између осталог, и водни ресурси и да ће у наредних 100 година доћи до просјечног смањења протока на ријекама за око 30% (на Дунаву и Сави за око 10%). Уочено је повећање фреквенције шумских пожара (Хадровић 2015). Штете од шумских пожара, у периоду 2000–2009. године, процијењене су на преко 36 милијарди евра, што ће, уз повећан морталитет храстових шума и смањење квалитета дрвета, значајно утицати на смањење квалитета живота људи.

За нас најзначајније су посљедице климатских промјена по пољопривредну производњу, као грану која је одговорна за исхрану људи широм свијета. Повећање температура, као посљедица климатских промјена, у пољопривреди доводи до: помјерања почетка периода вегетације; веће температуре током периода вегетације доводе до ранијег сазријевања и губитка квалитета плодова; повећаних штета од суше, града и касног прољећног мрза; повећане учесталости корова, болести и штеточина; смањења биодиверзитета, како у агроекосистемима, тако и у шумским

екосистемима. Осим негативних ефеката, може се рећи да ће климатске промјене у југоисточној Европи имати позитиван ефекат на принос и квалитет зимских усјева, захваљујући продуженом вегетационом периоду. Нестанак екстремно хладних зима прошириће производњу у области грожђа и воћа, док ће прољећни усјеви бити погођени високим температурама и несташицом воде током љетњих мјесеци. Усљед убрзаног процеса ерозије, може се очекивати промјена у начину коришћења земљишта, односно већи значај конзервацијских система земљорадње, а све то због климе подручја коју ће карактерисати повећани интензитет падавина и продужени сушни периоди, уз специфичности рељефа, геолошке подлоге, као и услове вегетације (Abramović i sar. 2016; Popov et al. 2019a). За разлику од остатка Европе, гдје ће, према већини модела, климатске промјене изазвати благи пораст продуктивности, и то захваљујући примјени високоразвијених технологија у земљама Западне Европе, у земљама Западног Балкана очекује се смањење приноса жита и других усјева.

Када је у питању здравље становништва, повећана учесталост екстремних временских прилика директним (топлотни таласи, поплаве) и индиректним (нарушавање квалитета вода) утицајем, доводи до повећања броја обољелих и степена смртности. Осим тога, на становништво утичу и промјене распрострањености и повећање фреквенције преносивих болести (вирус Западног Нила).

Екстремне појаве у блиској прошлости задесиле су и подручје Србије, као што су поплаве 2014. године са укупним штетама преко 1,5 милијарди евра, које су обухватиле 38 општина, међу којима је поплавлjen и површински коп рудника Колубара. Дошло је до смањења производње електричне енергије за 40%, у 15 општина забиљежено је оштећење здравствених објеката, затим загађења неких водотокова, забиљежено је више од 50 смртних случајева. Abramović i sar. (2016) наводе да ће се, по неким процјенама, губици у приносу у земљама Југоисточне Европе кретати од 10% до 30%. На примјер, наводе се пројекције да ће сјеверни дио БиХ имати смањење приноса кукуруза у распону од 10% до 25%, док централни дио земље има потенцијал за повећање приноса.

Најинтензивније суше регистроване су у посљедње двије деценије, нарочито у сјевероисточним и источним дијеловима Републике Србије и сјеверним дијеловима Републике Српске. Суша 2012. године проузроковала је велике штете у пољопривреди (у Републици Србији преко 2 милијарде долара), смањењем приноса главних ратарских врста (кукуруза 55%, соје 50–70%, сунцокрета 30%) (Kovačević et al. 2012b). Поред тога, дошло је до



појаве афлатоксина у кукурузу. Биљке кукуруза, под условима стреса изазваног сушом, показале су изузетно слабу отпорност на микотоксине. У пожарима 2012. године, у Републици Србији изгорело је око 6.800 ха шума. У ранијем периоду постојао је још један топлотни талас, 2007. године, када је измјерена максимална температура од 44,9 °С, 24. јула, у Смедеревској Паланци.

Због велике зависности пољопривредне производње од временских прилика, управо је у Републици Србији пољопривреди посвећен добар дио стратешког документа под називом “Национална комуникација о климатским променама”, објављеног у августу 2017. године, у којем је анализирано стање, процијeњен даљи ток утицаја климатских промјена, али и дати одређени приједлози и правци дјеловања у циљу ублажавања штетних посљедица.

Бројни научни радници у свијету и код нас (Molnar i sar. 2001; Smit and Skinner 2002; Olesen et al. 2011; Kovačević et al. 2012a), истичу да не постоји “простор”, а ни вријеме за дискусију о томе да ли се климатске промјене дешавају или не, већ да је неопходно радити на томе да се што боље припремимо и адаптирамо на њих, јер је у питању процес који траје и који се неће зауставити, поготово не сам од себе. Прве интеграције климатских модела за 21. вијек односиле су се на период од 2001. до 2030. године, а већ је пређена прва половина тог периода. Анализом измјерених вриједности температура ваздуха и количина падавина у првих 15 година и поређењем са трендовима које су климатски модели предвидјели, уочено је да се подаци подудару са оним што је предвиђено прије више од деценије, прије свега са становишта колебања падавина и температура, што значи да се већ сада може закључити да су процјене, са којима се располаже, прилично поуздане.

Дуги сушни периоди и неравномјерна расподјела укупне количине падавина током вегетационог периода, нарочито јарих усјева, смањили су принос готово свих биљних врста. Такође, неколико година уназад може да се уочи пораст средње температуре ваздуха током зимских мјесеци, што је утицало на развој озимих усјева.

Процјена будућих климатских услова у Србији одређена је коришћењем ХММБ регионалног климатског модела (*Regional climate model*) за период 2011–2100, у односу на референтни период 1971–2000. (Spasov and Spasova 2001). Процјене су да ће температуре порастати за 2 °С (до средине), односно за 6 °С (до краја вијека). Што се падавина тиче, до краја вијека треба очекивати двије екстремне сезоне, љето као екстремно сушно (смањење количине падавина до 40%) и зиму као екстремно влажну (повећање

количине падавина до 40%). Дакле, посљедице климатских промјена у пољопривреди су неминовне, а на нама је да предузмемо одговарајуће мјере, прије свега у оквиру ублажавања посљедица примјеном различитих мјера. Поред доношења одговарајућих уредби, развоја каналске мреже и подстицајних средстава (наводњавање, противградне мреже), који су у надлежности државе, значајна је улога едукације произвођача и науке која треба да понуди сорте отпорне на сушне услове и мјере за ублажавање ефеката екстремних временских прилика. Такође, значајна пажња мора бити посвећена штетним организмима који су се појавили, а којих раније није било или су били мање заступљени (Govaerts et al. 2007). Модификација директних агротехничких мјера од стране агронома за свако подручје гајења и појединачне усјеве, у будућности ће имати значајну улогу. Оно што је тренутно актуелно, у смислу ублажавања штетних посљедица екстремних временских прилика, јесте разматрање помјерања рокова сјетве, како озимих, тако и јарих усјева.

## **2.4. Глобалне климатске промјене и пољопривреда**

Студије о антропогеном утицају на климатске промјене, које се дешавају посљедњих деценија у Европи, а и цијелом свијету, дају сталне пројекције пораста температуре и различите податке о падавинама, у зависности од дијела континента за који се пројекције раде.

Предвиђа се повећање падавина на сјеверу Европе и смањење на југу и истоку (Olesen and Bindi 2002). У многим земљама посљедњих година, укључујући и Србију и Републику Српску, евидентна је и стагнација или опадање приноса жита, као и велика варијабилност у приносима у зависности од године (Todorović et al. 2014). Узроци овог варирања настали су углавном због поменутог варирања климатских фактора. Очекиване промјене, и позитивне и негативне, највише ће се одразити на пољопривреду Сјеверне Европе (позитивне) и Јужне Европе, нарочито медитеранског дијела (негативне) и приносе основних гајених биљака. Највише негативних утицаја у области континенталне климе биће у панонској зони, која је једна од житница Европе. Ова област ће бити захваћена учесталијим таласима топлоте и сушом, без већих могућности да се оне избјегну помјерањем рокова гајења или другим агротехничким мјерама (Molnar i sar. 2001; Olesen et al. 2011; Kovačević and Lazić 2012; Kovačević et al. 2012a, 2012b, 2012c, 2012d).

У јужно-континенталном пољопривредном региону Европе, у коме се налазе Србија и Република Српска, очекује се да ће главну пријетњу

представљати пораст температуре и суше у љетњим периодима, који ће негативно утицати на многе усјеве. Код појединих усјева очекују се и позитивни ефекти, који ће се манифестовати кроз боље приносе или кроз повећање површина на којима се те културе могу гајити (Pecelj et al. 2019). Прогнозе утицаја климатских промјена на пољопривреду у Србији нису охрабрујуће. На основу неколико модела, пројектован је пад приноса за скоро све ратарске гајене биљке (*Министарство животне средине и просторног планирања – МЖСПП 2010*). Једино се код кукуруза очекује благи пораст приноса, али уз интензивирање наводњавања.

За територију Војводине пројектовано је да ће пораст температуре и љетње суше генерално значајније угрозити приносе јарих усјева, него што ће то бити случај са озимим. Код озимих усјева, очекује се да ће позитивни ефекти (продужење вегетационе сезоне) надмашити индиректне негативне ефекте (Malešević i sar. 2011; Lalić i sar. 2011). Наравно, ефекти климатских промјена различито ће се манифестовати у различитим регионима Србије и Републике Српске и још увијек се не може поуздано говорити о различитим регионалним сценаријима. Ипак, требало би напоменути да се најзначајнији ратарски региони Србије налазе у Војводини и у долинама већих ријека и сјеверном дијелу Републике Српске (Семберија), а управо у овим нижим дијеловима очекују се услови сувље климе. Претпостављена већа учесталост елементарних непогода и екстремних временских услова такође ће утицати на пољопривредну производњу, и то, прије свега, на биљну производњу. Поред директних ефеката климатских промјена, који се манифестују кроз промјене температурних и падавинских режима, пољопривредну производњу могу угрозити и разне врсте болести и паразита, чија учесталост и раширеност би се могла измијенити услед климатских промјена (Todorović et al. 2014).

Дугорочно посматрано, проблеми настају и због чињенице да, од седамдесетих година прошлог вијека до данас, просјечне годишње температуре код нас и у региону стално расту. Промјене климе на овом подручју засад се огледају у повећаној учесталости и интензитету екстрема, као што је случај са сушом посљедњих година (2011, 2012, 2017), са све учесталијим појавама топлотних таласа – пет у 2012. години (Kovačević et al. 2012a, 2012b, 2012c; Ковачевић и сар. 2016). Ако се овај тренд климатских промјена настави, као што показују разни сценарији климатских промјена за наш регион, то би могло довести до великих проблема у, прије свега, биљној производњи.

Према извештајима FAO (2018) (*Food and Agriculture Organization – FAO*), сектор пољопривреде је одговоран за око 30% глобалног загријавања

(укључујући дефорестацију, спаљивање биомасе и промјене у начину коришћења земљишта). У Таб. 2.1. приказани су најважнији путеви доприноса пољопривреде емисији гасова који изазивају ефекат стаклене баште (Ољача и сар. 2019).

Таб. 2.1. Допринос пољопривреде емисији важнијих GHG (Ољача и сар. 2019)  
*Table 2.1. Contribution of agriculture to the emission of the more important GHGs (Ољача и сар. 2019)*

Врста GHG гаса	Процијењен допринос	Најважнији начин утицаја
CO <sub>2</sub> угљен-диоксид	21–25% од глобалног CO <sub>2</sub>	Фосилна горива која се користе на фармама; дефорестација; промјена начина обраде земљишта
CH <sub>4</sub> метан	55–60% од глобалног CH <sub>4</sub>	Пиринчана поља; промјена начина коришћења земљишта; спаљивање биомасе; ферментација у цријевима домаћих животиња; отпад животињског поријекла
N <sub>2</sub> O азот-субоксид	55–60% од глобалног N <sub>2</sub> O	Већином азотна ђубрива; отпад животињског поријекла

Двострука улога пољопривреде, као потрошача, али и снабдјевача енергијом, све више постаје актуелна у контексту спречавања глобалних промјена климе. То се може искористити као шанса да овај сектор постане, умјесто великог потрошача, значајан извор чисте, обновљиве енергије, нарочито кроз биомасу жетвених остатака и гајење усјева за добијање енергије (Ољача и сар. 2019). Смањење емисије угљеника може се постићи замјеном врсте горива (прије свега фосилних), која се користе у пољопривредној производњи (Ковачевић et al. 2017). Усавршена пољопривредна пракса, или нове технологије прераде, могу постићи овај циљ ефикаснијим коришћењем енергије или коришћењем обновљивих извора енергије.

Побољшана пољопривредна пракса, или примјена „чистих технологија“, може помоћи у смањењу утицаја на промјене климе кроз разне примјере: правилно управљање водним ресурсима кроз смањење потреба за наводњавањем, кроз смањење водних и енергетских инпута, рециклажом жетвених остатака, што смањује употребу енергије у производњи минералних ђубрива; редуковање обраде или увођење гајења биљака без обраде, којим се елиминишу потребе за коришћењем механизације и велике потрошње фосилних горива. Детаљније методе и поступци

(директни и индиректни), који би довели до рационалније употребе енергије у пољопривреди, приказани су у Таб. 2.2.

Таб. 2.2. Методе којима се постиже смањење утицаја на промјену климе (Ољача и сар. 2019)

Table 2.2. Examples of methods to achieve a reduction in the impact on climate change (Ољача и сар. 2019)

Методе директних утицаја	Примјери
Смањење потреба за инпутима (оптимизација усвајања хранива)	Избор варијетета биљака које захтијевају мање воде/хранива; усавршено управљање водом/земљиштем, смањује потребу за енергијом, која је повезана са наводњавањем и др.
Смањење употребе механизације	Одабир по-till техника и технологија које могу смањити употребу фосилних горива у пољопривреди
Енергетска ефикасност механизоване пољопривреде	Коришћење машина веће енергетске ефикасности
Енергетска ефикасност у процесима прераде	Коришћење машина и процеса веће енергетске ефикасности
Енергетска ефикасност у транспорту инпута и производа и у паковању производа	Системи технологија транспорта и паковања веће енергетске ефикасности
Енергетска ефикасност у чувању прехрамбених производа	Коришћење ефикасније технологије хлађења
Коришћење обновљиве енергије	Широк дијапазон система обновљиве енергије у производњи заједно са технологијама веће енергетске ефикасности могу замијенити употребу фосилних горива
Методе индиректних утицаја	Примјери
Замјена агрохемикалија са великом потрошњом енергије	Тотална или дјелимична замјена минералних ђубрива смањује потребу за енергијом која је потребна у њиховој производњи
Интегрално управљање штеточинама	Резултира у смањењу употребе пестицида и тиме смањује потребу за енергијом која је потребна у њиховој производњи

Конзервацијска пољопривреда: стална no-till обрада и покривеност земљишта; смањење потреба за енергијом у пољ. операцијама; смањена употреба пестицида и минералних ђубрива	Већа ефикасност коришћења инпута и већи биодиверзитет доводи до дугорочног смањења коришћења пестицида и минералних ђубрива у поређењу са конвенционалним нивоом производње
---	--

---

---

#### 2.4.1. Допринос пољопривреде климатским промјенама

Пољопривреда је, више од осталих привредних дјелатности, изложена климатским промјенама, али она, исто тако, и доприноси климатским промјенама испуштањем гасова са ефектом стаклене баште. У току претходног вијека, GH гасови од индустријске производње и осталих људских активности довели су до пораста температуре у Европи за око 1 °C, што је већ произвело све чешће екстремне температуре, топлотне таласе и поплаве (Reddy and Hodges 2000). Према подацима FAO (2011), пољопривреда је одговорна за око 30% глобалног загријавања. Активности у пољопривредној производњи (крчење и спаљивање шума ради повећања обрадивих површина, спаљивање биомасе, прекомјерна и интензивна употреба азотних ђубрива, производња пиринча и гајење стоке) доводе до емисије најважнијих гасова са ефектом стаклене баште: азот-субоксида, метана и угљен-диоксида. Рачуна се да пољопривреда непосредно емитује око 9% од укупне количине гасова (11% у 1999. години) – од чега су 5% азотни оксиди, који долазе од употребе азотних минералних ђубрива и од разлагања органских ђубрива, а око 4% је метан који долази из процеса варења код стоке (преживара), као и од разлагања стајњака, првенствено течног. Велике количине метана емитују се из водом преплављеног земљишта, при производњи пиринча (Ковачевић и Долијановић 2018).

Количина азот-субоксида нагомилава се у атмосфери, највећим дијелом природним микробиолошким процесима у земљишту. Ти процеси су посебно интензивни у случајевима повећане употребе органских и минералних ђубрива, што је основна карактеристика савремене, интензивне пољопривреде.

Иако је већ доста учињено на смањивању утицаја пољопривреде на промјене климе, овај процес мора се наставити и даље – побољшавањем процеса производње, као и већим коришћењем биомасе, чиме се смањује угљен-диоксид који долази од производње енергије и од транспорта. Заједничка пољопривредна политика Европске уније (*Common Agricultural*

*Policy, CAP*) може да подстакне промјене и омогући смањење штетних утицаја пољопривреде на климу на више начина: набавком енергетски ефикаснијих машина и алата, градњом енергетски ефикаснијих пољопривредних објеката, као и већим коришћењем биомасе и биогаса. Ово ће захтијевати боље информисање, као и додатну едукацију произвођача (World Wildlife Fund 2012).

#### **2.4.2. Карактеристике основних климатских параметара у Републици Српској и Србији**

Кад је у питању клима, Република Српска спада у групу континенталних простора – нема излаз на море. Смјештена је на контакту двије велике природно-географске и друштвено-економске регионалне цјелине – панонске и медитеранске, и представља спону Панонског и Јадранског басена („Статистички годишњак Републике Српске“ – СГРС 2019).

Различити климатски утицаји, који дјелују на простору Републике Српске, резултат су природних фактора и законитости опште циркулације ваздушних маса овог простора. Према томе, на територији Републике Српске могу се издвојити три климатска типа, и то:

1. Сјеверни – перипанонски простор, који има умјерено-континенталну климу,
2. Планинска и планинско-котлинска клима,
3. Измијењена варијанта медитеранске – јадранске климе.

**Климатске карактеристике сјеверног (перипанонског) простора** одликују се умјерено хладним зимама и топлим љетима. Вриједност средње годишње температуре ваздуха овог климатског типа креће се од 12 °C до 19 °C. Средња мјесечна температура ваздуха најтоплијег месеца – јула, има вриједности од 21 °C до 23 °C. Средња мјесечна температура најхладнијег мјесеца – јануара, креће се од -0,2 °C до -0,9 °C. Апсолутна максимална температура ваздуха достиже вриједност до 41 °C, а апсолутна минимална и до -30 °C, што упућује на закључак да су годишње температурне амплитуде високе и имају вриједности и до 71 °C. У просјеку, годишња количина падавина има вриједност од 1.050 л/м<sup>2</sup> на западу до 750 л/м<sup>2</sup> на истоку. Идући од запада према истоку, количина падавина опада, али су падавине у току година добро распоређене. Овај простор у току године има око 1.900 сунчаних часова. На крајњем истоку перипанонског простора, у зимском периоду дува кошава, хладан и слаповит вјетар. Остали вјетрови, који дувају

у овом поднебљу, настају као посљедица тренутне циркулације ваздушних маса (СГРС 2019; Попов et al. 2019a)

**Планинска и планинско-котлинска клима** захвата највећи дио Републике Српске. Планински масиви одликују се кратким и свјежим љетима и хладним и сњеговитим зимама, високим сњажним покривачем који се дуго задржава. Средња годишња температура ваздуха је између 5 °C и 7 °C, средња мјесечна температура ваздуха најхладнијег мјесеца – јануара, има вриједности од -3 °C до 2 °C. Апсолутне минималне температуре достижу вриједности ниже од -30 °C, док се апсолутне максималне температуре ваздуха пењу и до 35 °C. Из овог је видљиво да су температурне амплитуде високе. Годишња сума падавина је изнад 1.200 л/м<sup>2</sup>. Број сунчаних часова је око 1.850 на годишњем нивоу. Брежуљкаста подручја, те котлине и долине, имају нешто блажу климу. Простори који имају обиљежја планинско-котлинске климе имају средњу годишњу температуру ваздуха око 10 °C, количина падавина на годишњем нивоу креће се од 700 до 1.000 л/м<sup>2</sup> (СГРС 2019; Попов et al. 2019a).

**Измијењена варијанта јадранске климе** има умјерено хладне зиме са снијегом, са честим температурним инверзијама и маглама, док су љета умјерено топла. Јужни дио Републике Српске, односно простор ниске Херцеговине, има измијењену варијанту јадранске климе. Овај простор назива се Хумине, за разлику од простора Рудина, који захвата више планинске дијелове херцеговачког крша, који се у климатском погледу одликује прелазном варијантом између климе Хумина и планинске климе. Клима Хумина и Рудина одликује се ослабљеним утицајем Јадранског мора. Љета су врло топла, са око 2.400 часова трајања сијања Сунца годишње. Средња годишња температура ваздуха је између 14 °C и 14,7 °C. Апсолутна максимална температура ваздуха достиже 41 степен на термометру, док апсолутна минимална температура има негативан предзнак и достиже вриједност од -8 °C. Сума падавина креће се од 1.500 до 2.000 л/м<sup>2</sup>, распоред падавина је неповољан, јесен и зима имају највећу, а љето најмању количину падавина, када се јављају суше. За ове просторе карактеристични су вјетрови бура и југо. У овом климатском простору смјештен је најтоплији град Републике Српске, Требиње. За разлику од климе Хумина, климатске карактеристике Рудина одликују се нижим љетњим и зимским температурама, а у зимском периоду сњажне падавине су редовна појава.

Климатолошки прогностички модели предвиђају повећање просјечних годишњих температура за 2–4 °C до краја овог вијека, са порастом љетњих температура и до 4,8 °C. Предвиђено смањење годишњих падавина за 30%



и смањење љетњих падавина у подручју Посавине и на југу Босне и Херцеговине до 50%, имаће негативан утицај на пољопривреду и шумарство (Popov et al. 2019b).

Познавање интензитета и очекиваних промјена је врло важно за избор и могућности прилагођавања климатским промјенама (Popov et al. 2019b). Према климатским сценаријима климатског модела EBU-POM за простор Босне и Херцеговине, до краја XXI вијека очекују се пораст температуре и смањење падавина у вегетационој сезони (Đurđević i Rajković 2008).

На основу анализе података датих у Стратегији прилагођавања на климатске промјене за Босну и Херцеговину (Radusin et al. 2013), поређењем са референтним периодом 1961–1990, у периоду 1981–2010. године, велики дио територије Босне и Херцеговине показивао је тренд благог раста годишњих количина падавина. Највише су повећане годишње количине падавина у централним планинским подручјима (Бјелашница и Соколац) и у близини Добоја, док је највећи дефицит забиљежен на југу (подручје Мостара и Требиња). Значајније смањење количине падавина забиљежено је током прољећа и љета у регији Херцеговине (20%). У периоду јесени забиљежен је највећи пораст у количини падавина, и то нарочито у сјеверним и централним подручјима. У периоду од 1981. године примијећена је повећана климатска варијабилност током свих годишњих доба и на цијелој територији Босне и Херцеговине. На примјер, уочен је тренд брзих промјена, из екстремно врелих или хладних периода, који обично трају од 5 до 20 дана, у периоде интензивних кишних падавина. Суше су биле чешће и интензивније: од 2000. године забиљежено је 5 сушних година (2000, 2003, 2007, 2011. и 2012). У складу са климатолошким прогностичким моделима, очекује се да средње сезонске температурне промјене у периоду 2001–2030. године буду у распону од +0,8 °C до +1,0 °C изнад просјечних температура. Предвиђа се да ће зиме бити топлије (од 0,5 °C до 0,8 °C), док ће се највеће промјене дешавати током љетњих мјесеци (јун, јул, август), са прогнозираним промјенама од +1,4 °C у сјеверним подручјима и +1,1 °C у јужним подручјима. Предвиђа се да ће се количина падавина смањити за 10% у западним дијеловима земље, а да ће се повећати за 5% на истоку. Очекује се да ће годишња доба јесени и зиме имати највеће смањење у количини падавина.

Radusin et al (2013) наводе даље да пољопривреда, због своје изложености природним промјенама и осјетљивости на природне промјене, представља сектор који је најосјетљивији на промјене климе: од укупне површине Босне и Херцеговине, 46% је пољопривредно земљиште. Клима представља примарну детерминанту пољопривредне продуктивности земље. Предвиђа

се да ће утицај будућих климатских промјена на пољопривредни сектор бити знатно – али не и у потпуности – негативан. Година 2012. представљала је четврту узастопну годину током које је пољопривреда трпјела значајне губитке због лоших временских услова. Процијењено је да су суша и високе температуре, током љета 2012. године, коштале приближно 1 милијарду америчких долара у изгубљеној пољопривредној производњи, као и да су уништиле готово 70% поврћа и кукуруза у унутрашњим дијеловима БиХ.

Укратко, прогнозирани раст температуре, у комбинацији са промјенама у количини падавина и стопама испаравања, вјероватно ће значајно негативно утицати на пољопривредне системе у Босни и Херцеговини, нарочито у медитеранским предјелима и на сјеверу земље. Приступи прилагођавању на климатске промјене мораће да се фокусирају на побољшано управљање водним ресурсима и системима наводњавања, нове пољопривредне системе који су прикладни за топлије и сувље средине, као и на разна побољшања сорти локалних усјева, с циљем максимизирања пољопривредне производње у условима суше.

Клима Србије може се описати као умјерено-континентална, са мање или више израженим локалним карактеристикама (RHSS 2012) (*Republic Hydrometeorological Service of Serbia, 2012*). Будући да се главна биљна производња одвија у условима умјерено-континенталне климе у равничарским и брежуљкастим подручјима, важно је навести њене главне одлике. Средња годишња температура износи око 11 °C; најтоплији је мјесец јул, са око 23 °C, а најхладнији јануар, са око -1 °C средње мјесечне температуре. Температура у прољеће расте доста нагло, а такав је, само обрнут, пад температуре у јесен. Дужина периода са средњим температурама изнад 10 °C, а то су температуре за вегетацију прољећних усјева (кукуруз, сунцокрет, шећерна репа, кромпир итд.), износи око 200 дана. Средње температуре изнад 20 °C трају три љетња мјесеца, негдје око 80 дана. Безмразни период траје, просјечно, од 1. априла до 15. новембра – око 230 дана. Годишња сума падавина износи 600–750 мм. Однос између падавина топлог (1. април – 30. новембар) и хладног дијела године износи 55–60% према 40–45%. Другим ријечима, иако више падавина има током вегетационог периода за јаре усјеве, често се јавља проблем њиховог недостатка током јула и августа мјесеца. Максимум падавина је у јуну мјесецу, а најмање их има у јануару и фебруару. Годишња количина падавина у различитим дијеловима централне Србије углавном је задовољавајућа, иако се јављају екстремне године са недостатком падавина (сушни периоди), који утичу на битно смањење приноса.

Годишње суме падавина, у просјеку, расту са надморском висином. У нижим предјелима, годишња висина падавина креће се у интервалу од 540 до 820 мм. На основу тога, могло би се рећи да их има довољно за гајење већине ратарских и повртарских усјева. Распоред падавина у гајењу биљака под природним режимом влажења код нас има често одлучујући утицај на појаву краћих или дужих сушних периода. Под повољним распоредом падавина у току године, могао би се сматрати онај који обезбјеђује сразмјерно велики број кишних дана, као и подједнаке интервале између кишних и бескишних периода, нарочито у вријеме вегетационог периода. Појава дужих бескишних периода у прољеће и у јесен, нарочито у годинама са сушним љетом када суша пређе у јесен, погађа редовно усјеве стрних жита због неравномјерног и дугог ницања. Суша у љетњим мјесецима (јун, јул, август) погађа јаре широкоредне усјеве. У условима нашег климата, највише падавина је у јуну мјесецу. Ако су оне добро распоређене по декадама, и ако уз то има падавина и током јула, наш најважнији усјев, кукуруз, ријетко када трпи од суше. Недостатак падавина у јулу и послје тога наилазак још дужег бескишног периода, праћеног високим температурама и топлотним таласима, изазива највеће проблеме. У условима повољног распореда падавина током мјесеци вегетационог периода, није неопходно да буде велика њихова укупна годишња вриједност (Ковачевић et al. 2013a; RHSS 2017; Vuković et al. 2018).

## **2.5. Еколошке и агрономске могућности за ублажавање посљедица климатских промјена**

Као посљедица глобалних промјена климе, дешавају се све више и промјене у интензитету и учесталости климатских екстрема – тропских циклона, суша, поплава, клизишта, ерозија земљишта, олујних непогода, сњежних мећава и мразева, јаких киша кратког трајања, таласа екстремно високих температура ваздуха, пожара, услова за ширење епидемија и штеточина (Falloon and Betts 2010).

### **2.5.1. Утицај суше**

Суша представља извјестан временски период који се манифестује недостатком падавина за нормалан раст и развиће усјева/биљака, уз истовремено високе температуре и ниску влажност ваздуха (Ковачевић et al. 2013c). Штете које изазива суша зависе од времена њеног трајања и њеног интензитета. Уколико је то вријеме дуже, утолико су и штете веће, а понекад

могу бити и катастрофалне. Узроци суше су различити. Један од основних узрока је недостатак укупне количине падавина током године и њихов неповољан распоред за вријеме вегетационог периода биљака и интензитет испаравања атмосферских талоба. Надаље, то су особине и стање земљишта у коме се налази, али исто тако и потребе биљака за водом. У нашем поднебљу, суша је повремена појава која се манифестује некад у блажем, а некад у изузетно оштром облику.

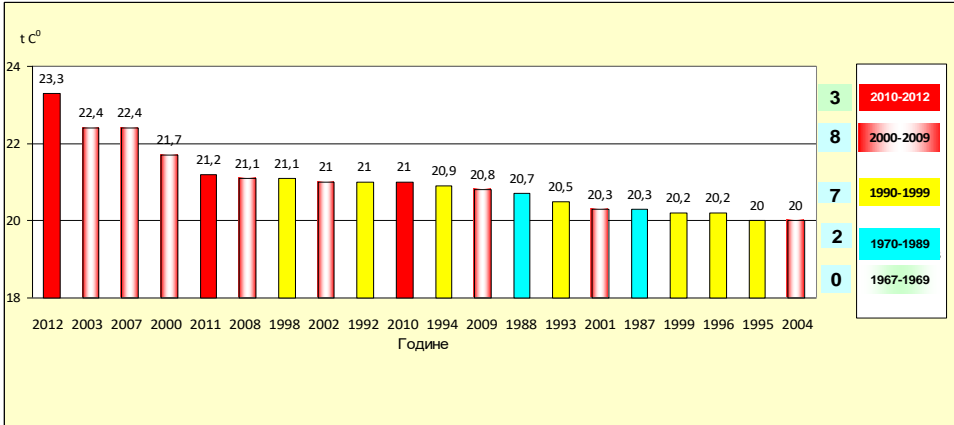
Узроци суше углавном долазе из атмосфере. У борби против суше користе се редовне и посебне агротехничке мјере, уз адекватан сортимент гајених биљака са већом толеранцијом на сушу. Од редовних мјера, долазе у обзир обрада земљишта, ђубрење, сјетва, мјере његе усјева, плодоред, а од посебних, задржавање снијега, малчирање и антиевапоранти. Примјењују се све оне агротехничке мјере којим се влага задржава и спречавају губици влаге, уз подстицање њеног ефикаснијег и економичнијег коришћења (Molnar i sar. 2001; Smith and Skinner 2002; Kovačević et al. 2010; Kovačević i sar. 2013c). Поред наведених мјера, ту је и наводњавање, као најдиректнија мјера којом се може додати вода у жељеним количинама, потпуно независно од атмосферских талоба. Међутим, наводњавањем се, у суштини, мијењају битно сви услови у једном систему биљне производње, тако да, само за себе, представља једну посебну мјеру са далекосежним утицајем, о чему треба посебно водити рачуна.

#### **2.5.1.1. Утицај метеоролошких услова на подручју Београда на кукуруз и пшеницу (1990–2012) – примјер анализе за регион**

На основу анализа вишедеценијских података Републичког хидрометеоролошког завода Србије за подручје Београда, Kovačević et al. (2012a, 2012b, 2012c, 2012d) наводе да су суше на овим нашим просторима у посљедњих двадесет година учесталије.

Све су учесталије године са изразито високим температурама љетњих мјесеци и учесталим топлотним таласима, који се веома неповољно одражавају на гајене усјеве (Граф. 2.1). У легенди графикана на десној страни, приказани су различити периоди од 1967. до 2012. године, из којих се види да је највећи број година са температурама љетњих мјесеци изнад 20 °С, од 2000. до 2012. године чак 11. У првом периоду, од 1967. до 1969. (најсвјетлија плава боја), ниједна година није прешла ту вриједност од 20 °С. Већ ови подаци говоре о све топлијим љетима. За пољопривреду је веома важно када наступа сушни период. Ако до суше долази у вријеме критичног периода за влагу за одређени усјев, или када се формира плод и налива

зрно, тада су штете највеће. Томе су нарочито подложни јари усјеви, односно усјеви прољећне сјетве.



Граф. 2.1. Средње мјесечне температуре три љетња мјесеца у Србији у периоду 1967–2012. (Kovačević et al. 2012a)

Graph. 2.1. The average monthly temperature for three summer months in Serbia (1967–2012) (Kovačević et al. 2012a)

Kovačević et al. (2012a, 2012b) анализирали су метеоролошке услове за подручје Београда у периоду од 22 године (1991–2012) и дошли до закључка да су, у том низу година, изразито сушне биле: 1992, 2000, 2003, 2007, 2011 и 2012. У наведеним годинама, суша је била већ у прољећном, а веома изражена у љетњем периоду, тако да су штетне посљедице по већину прољећних усјева биле велике. У 2007. години биле су забиљежене чак и више температуре од оних у 2012. години. Ријеч је о највишим забиљеженим температурама на овом простору, чак до 45 °C, када су превазиђени неки историјски дотадашњи максимуми. Штете од суше, које су се огледале у смањењу приноса, биле су велике. Добијени су нижи приноси кукуруза, у поређењу са претходном годином за 32%, и сунцокрета, као отпорнијег усјева на сушу, за 23%. Прољећна суша била је и у 2009. години, али је она превазиђена и не спада у јаке суше. У току вегетационог периода кукуруза, запажа се све чешћа појава топлотних таласа у љетњим мјесецима. У почетку, то су били таласи у мјесецу септембру који су доприносили бржем сазријевању кукуруза. Међутим, посљедњих година тропски топлотни таласи, у којима се ноћна температура не спушта испод 20 °C, наилазе раније – у августу, а 2012. године било их је и у другој половини јула. Ови таласи доприносили су лошијој оплодњи, убрзаном сазријевању и наливању зрна. Ово данас све више постаје проблем. Најбољи доказ за ову

тврду су временски услови у 2017. години, врло слични временским условима који су владали 2012. године, која је окарактерисана као врло сушна.

Посебан проблем настаје када се суша пренесе у оптималне рокове за сјетву озимих усјева (у условима Србије и Републике Српске, октобар и до половине новембра мјесеца), при чему им значајно отежава и продужава ницање све до зиме. Као примјер, наводи се ситуација из 2011. године, када је суша била актуелна током цијелог вегетационог периода, а нарочито у августу и септембру, када је била најјача. Послије тога, слиједио је њен наставак у октобру и новембру, због чега је земљиште било дуго без икакве влаге, што је имало утицаја на принос пшенице наредне године.

Основна карактеристика 2012. године су значајно мање падавине од просјека у јуну, јулу и августу. У јуну је пало само 32% од просјека, у јулу 86% (само због кише која је пала крајем мјесеца). У августу је забиљежено само 5% од просјека, што значи да готово и није било падавина. У ова три мјесеца, највећи дио територије Србије добио је 25–50% просјечних падавина. То представља јаку сушу која има утицај не само на пољопривредне усјеве, већ и на водостаје ријека, али и на смањење количина подземних вода.

Насупрот сушним годинама, у анализираном периоду било је и оних са обилнијим падавинама, какве су биле 1999, 2000, 2004, 2005, 2009. и, нарочито, 2010. година, када је било 80% више падавина, али и поплава. Слична је била и 2005. година. Управо влажне године, са дужим периодима обилнијих киша који су смјењивали сушне, у Србији и региону допринијели су повољнијој ситуацији са нивоом подземних вода, које су понекад значајне као извор воде за гајење, посебно прољећних пољопривредних усјева који су заступљенији у сјетвеној структури Србије и Републике Српске од озимих. Обилније падавине током зимског периода нанијеле су у неким годинама, као што су биле екстремне 2010. и 2014, велике штете у виду поплава и лежећих вода на цијелој територији, посебно у Војводини (Malešević i sar. 2011).

Анализом података у испитиваном периоду (Таб. 2.3), види се да је за посљедњих једанаест година порасла просјечна годишња температура за 1,3 °C, у односу на референтни период три посљедње деценије прошлог вијека – 1971–2000. (Ковачевић et al. 2012a). Међутим, далеко је значајнији пораст температура у вегетационом периоду кукуруза, а и осталих прољећних усјева за 1,7 °C, у односу на исти референтни тридесетогодишњи период. Најјачи утицај на усјеве у појединим изразито сушним годинама, као што су биле 1992, 2000, 2007. и 2012, има пораст температура у јуну, за 1,7 °C, јулу 2,2 °C и августу 1,9 °C, односно просјечно за та три мјесеца – 1,9 °C.

Таб. 2.3. Средње мјесечне температуре и укупне падавине у љетњим мјесецима вегетационог периода кукуруза за подручје Београда (2001–2012) (Kovačević et al. 2012b)

Table 2.3. Mean monthly temperature and precipitation in the summer months of the maize vegetation period for Belgrade area (2001–2012) (Kovačević et al. 2012b)

Период	Просјек					
	Јун	Јул	Август	Љето	IV–IX	I–XII
	Температуре (°C)					
Просјек 1970/2000	20,4	22,1	22,0	21,5	18,6	12,1
Просјек 2001/2012	22,1	24,3	23,9	23,4	20,3	13,4
Разлика	+1,7	+2,2	+1,9	+1,9	+1,7	+1,3
	Падавине (мм)					
Просјек 1970/2000	95,4	68,9	57,1	73,8	404,0	688,1
2001/2012	98,1	62,6	63,0	74,6	386,3	*719,2
Разлика	+2,7	-6,3	+5,9	+0,8	-18,0	31,1

Таб. 2.4. Вишегодишњи просједи средњих тромјесечних температура ваздуха и падавина у три дијела вегетационог периода озиме пшенице (Београд 2001–2010, Kovačević et al. 2012c)

Table 2.4. Multi-annual mean of three months air temperature and precipitation in three parts of vegetation period (Belgrade 2001–2010, Kovačević et al. 2012c)

Период	Јесен	Зима	Прољеће	Вегетациони период
	X–XII	I–III	IV–VI	X–VI
	Температуре (°C)			
1971/2000	7,2	4,0	16,7	9,3
2001/2010	8,6	4,6	18,2	10,5
Разлика	+1,4	+0,6	+1,5	+1,2
	Падавине (мм)			
1971/2000	166,3	127,8	223,0	517,1
2001/2010	177,0	154,1	190,3	521,4
Разлика	+10,7	+26,3	-32,7	+6,3

Ово је посебно опасно, јер су ова повишења температуре праћена и са неколико топлотних таласа који подижу ноћне температуре у јулу и августу на тропски ниво, када температура у току ноћи не спада испод 20 °C. Количина падавина била је већа на годишњем нивоу, и на нивоу вегетационог периода кукуруза у првој деценији новог вијека. Чак и у два

мјесеца – јуну, који је иначе у овом поднебљу са највише падавина, и у августу – просјечно је било нешто више падавина на мјесечном нивоу, у поређењу са референтним тридесетогодишњим просјеком. Једино је у јулу исказан мали дефицит од 6,3 мм.



Сл. 2.1. Слаба оплодна кукуруза због суше (Инђија, 21.08.2012) (Фото Ковачевић Д)

*Fig. 2.1. Less number of kernels per ear in maize due to drought (Indija, 21th August, 2012) (Photo Kovačević D)*



Сл. 2.2. Двије сусједне парцеле под усјевом кукуруза без наводњавања – лијево мања и десно већа штета од неколико топлотних таласа, Инђија, 2012 (Фото Ковачевић Д)

*Fig. 2.2. Two besides fields under maize without irrigation – left minor and right higher damage after several heat waves, Indija 2012 (Photo Kovačević D)*



Извјесно је да су падавине постале мало екстремније и више помјерене у друге периоде, што више одговара пшеници (Таб. 2.3. и 2.4). Наиме, више их има у првој половини јуна и другој половини августа, што додатно може створити неповољне услове јер је то вријеме критичног периода за влагу код кукуруза, када протиче оплодња, а касније наливање зрна. Сматра се да је критични период за влагу од 4 до 9 етапе органогенезе клипа, што се временски одвија обично од 15. јуна до 15. јула (Сл. 2.1. и 2.2).

### **2.5.1.2. Утицај агротехничких мјера на одбрану од суше**

У борби против суше користе се редовне и посебне агротехничке мјере, уз адекватан сортимент биљака са већом отпорношћу на сушу. Од редовних мјера, долазе у обзир обрада земљишта, ђубрење, сјетва, мјере његовања усјева, плодореди, а од посебних, задржавање снијега, малчирање, антиевапоранти. Значајан начин чувања зимских резерви влаге и стављање на располагање прољећним усјевима, представља гајење покровних усјева (Јаношевић et al. 2017). Здружени усјеви, гдје је једна од компонената широкореди и широколисни усјев (Момировић et al. 2015), као и здруживање специфичних сорти и/или хибрида гајених врста (Долијановић et al. 2013), такође представља значајну мјеру у борби против недостатка падавина. Дакле, примјењују се све оне агротехничке мјере којим се влага задржава и спречавају губици влаге, уз подстицање њеног ефикаснијег и економичнијег коришћења.

### **2.5.1.3. Борба против суше примјеном агротехничких мјера које дјелују на земљиште и биљке**

**Основна и предсјетвена обрада земљишта.** Агромелиоративном обрадом ствара се слој у земљишту који је у стању да прими и спроведе, односно акумулира довољне резерве влаге из периода када је има више, као и да их стави биљкама на располагање у њиховим критичним периодима за влагу (Ерсеговић et al. 2010; Ковачевић i сар. 2010а, 2010b). Отуда је непроцјењив значај јесењег дубоког орања за све, а нарочито јаре усјеве. Све мјере предсјетвене обраде, као и мјере његе које имају за циљ пресијецање капиларитета и очување влаге, добродошле су у ове сврхе (дрљање, међуредна култивирања и окопавања). За отклањање различитих неповољних абиотичких утицаја, који видљиве посљедице остављају на самом земљишту, и стварање повољних услова за гајене биљке, користе се различите мјере његе усјева, прије свега механичке природе: дрљање,

ваљање и међуредно култивирање са окопавањем и огртањем (Kovačević et al. 2013b; Kovačević et al. 2017).

Продужење вегетационе сезоне усљед повећања зимских и ранопрољећних температура, довело би, с једне стране, и до веће могућности развоја болести и штеточина. С друге стране, очекивано је да ће код неких популација инсеката, и то прије свега оних који зависе од влажности земљишта, доћи до смањења учесталости и бројности усљед продужења сушних периода. Ерозија је још једна неповољна појава, која може бити послјешена климатским промјенама. Очекиван пораст појаве поплава и високих вода сигурно ће утицати на интензитет водене ерозије у појединим крајевима. Поред тога, ерозија вјетром, којој је изложен велики дио Војводине, може бити значајно појачана усљед продужених периода суше и високих температура.

Када је у питању сјетва, треба водити рачуна о избору сората/хибрида, адаптабилних на сушу за познато подручје, унапријед задату технологију (*high* или *low input*), очекиване метеоролошке услове у дотичној години (колико је то унапријед уопште, на основу неких индикатора, могуће предвидјети), густине биљака и дубине сјетве, односно количине сјемења (Finger 2010; Fleury et al. 2010; Kovačević et al. 2011; Araus et al. 2003; Simić et al. 2018).

Смањење штете од посљедица суше на највећим површинама под кукурузом могуће је постићи и одређеним агротехничким мјерама, избором хибрида и сјетвом у препорученим густинама по јединици површине. Број биљака по јединици површине највише утиче на принос кукуруза у временски повољним годинама. Међутим, у годинама са смањеним количинама падавина или њиховим неповољним распоредом веома је ризично гајити хибриде у великим густинама јер долази до појаве јалових биљака (биљке без клипа). Хибриди кукуруза, створени у нашој земљи, боље су адаптирани на сушу у овим крајевима. Поред тога, наши хибриди имају способност да у условима мањег броја биљака по јединици површине у временски повољним условима дају високе приносе, док у сушним годинама боље подносе сушу. Да би се што боље искористиле залихе влаге у земљишту и да би се што боље спријечила евапорација, ради се на стварању хибрида погодних за врло рану сјетву, већ почетком априла у нашем поднебљу. Ради се и на стварању хибрида који имају убрзан пораст у почетку вегетационог периода, како би што прије затворили вегетациони простор, засјенили земљиште и смањили евапорацију, односно слободно одавање воде, а осим тога и раније прошли критични период за влагу који је, у нашим условима, од средине јуна до средине јула мјесеца (Kovačević i sar. 2013).

**Међуредно култивирање и окопавање усјева.** Земљиште под широкоредним усјевима дуго времена је незаштићено. Примјеном међуредног култивирања, са култиваторима намијењеним само за такве сврхе, земљиште се подсијеца и растреса између редова. На овај начин, постижу се слједећи циљеви: уништава се постојећа покорица и спречава појава нове; пресијецањем капиларитета ствара се растресит слој на површини земљишта, чиме се истовремено спречава сувишно одавање постојеће влаге у земљишту и повећава способност земљишта да прими нове количине влаге из падавина; смањује се запреминска маса, уз истовремено повећање порозности и ваздушног капацитета, што појачава аерацију и побољшава топлотни режим земљишта; уништавају се корови из међуредног простора који могу бити јаки компетитори гајеном усјеву за влагу.

**Малчирање** (настирање) смањује евапорацију на тај начин што је мања површина изложена сунцу и вјетру. Сунчеви зраци више се одбијају од свјетлије површине (малч је свјетлији од земљишта), што утиче на смањење температуре. Исјецкани материјали или ситније материје употријебљене за малч, боље упијају воду и онемогућавају њено отицање или испаравање. Површина испод малча порознија је без покорице и може да упије више влаге. Из наведених разлога, земљиште је снабђевеније влагом.

**Прорјеђивање усјева.** Потреба за прорјеђивањем усјева јавља се у оним случајевима када се, због бројних разлога, усјев није посајао на жељену густину. Све те сувишне биљке морају се одстранити приликом првог окопавања. На тај начин, оставља се потребан вегетациони простор преосталим биљкама, отклањањем конкурента за воду и хранива (Олјаћа et al. 2000).

**Ђубрење.** Основним и стартним ђубрењем земљишта за различите усјеве не могу се ријешити сва питања из домена минералне исхране биљака. Биљке имају врло различите потребе за појединим макро и микроелементима у различитим, само њима својственим фазама, за вријеме вегетационог периода. Прихрањивањем се, у великој мјери, поправља лоше стање код зимом исцрпљених и оштећених озимих усјева. Код прољећних усјева са дугим вегетационим периодом, обично се интервенише два пута, што биљкама у значајној мјери помаже да брже освоје вегетациони простор и постану конкурентнији у односу на неповољне услове.

**Наводњавање.** Недостатак падавина и њихов неповољан распоред најефикасније и најдиректније се отклања наводњавањем. Наводњавање се овдје помиње као једна од могућих мјера њега за отклањање посљедица

суше. Међутим, наводњавањем се, у суштини, мијењају битно сви услови у једном систему биљне производње, тако да, само за себе, представља једну посебну мјеру са далекосежнијим утицајем (Ковачевић et al. 2010). У систему биљне производње са наводњавањем налазе се бројне специфичне агротехничке мјере, а и постојеће захтијевају одређена прилагођавања условима који су битно другачији од оних у природном режиму влажења. Наводњавање има посебан значај у аридним областима, гдје се без њега не могу успешно гајити усјеви. У другим областима омогућава да се успостави нормално снабдијевање водом и отклони дисконтинуитет у неповољном распореду падавина (Simić et al. 2018).

#### **2.5.1.4. Наше искуство са плодоредима у годинама са различитим режимом падавина**

**Плодореди.** Поред монокултуре кукуруза, која је и даље евидентна и још увијек једино могућа због апсолутне доминације кукуруза на орничним површинама у сјетвеној структури Србије, Републике Српске па и осталих земаља панонске регије, двопољни плодоред је алтернатива (озима пшеница – кукуруз), али и све више тропољни, у чији састав, поред озиме пшенице и кукуруза, улази и соја, што је врло позитивно (Ковачевић i sar. 2008; Ковачевић i sar. 2009).

Плодоред има смисао најопштије и најопсежније културне мјере, којом се, мање-више, све остале повезују у један међусобно зависан систем, намијењен успјешном постизању одређених циљева. Примјеном савремених система гајења усјева који укључују системе вишеструких љетина и покровних усјева, стварају се најповољнији услови који свакој од примијењених агротехничких мјера поуздано обезбјеђују најбољи успјех (Ковачевић i sar. 2007).

У плодореду треба водити рачуна о предусјевима. Не треба сијати осјетљиве биљке на сушу иза предусјева, који су већ претходне године потрошили доста влаге. Сунцокрет, шећерна репа, луцерка, управо су такви усјеви. Када су у питању саме биљке, треба поменути да, поред избора врста, треба гледати и сорте (хибриде) код једне врсте. Неке су толерантније на сушу и адаптивније на такве околности, а неке су опет врло интензивне, са јако високим захтјевима за свим чиниоцима, почев од хранива па до воде (Dolijanović et al. 2014).

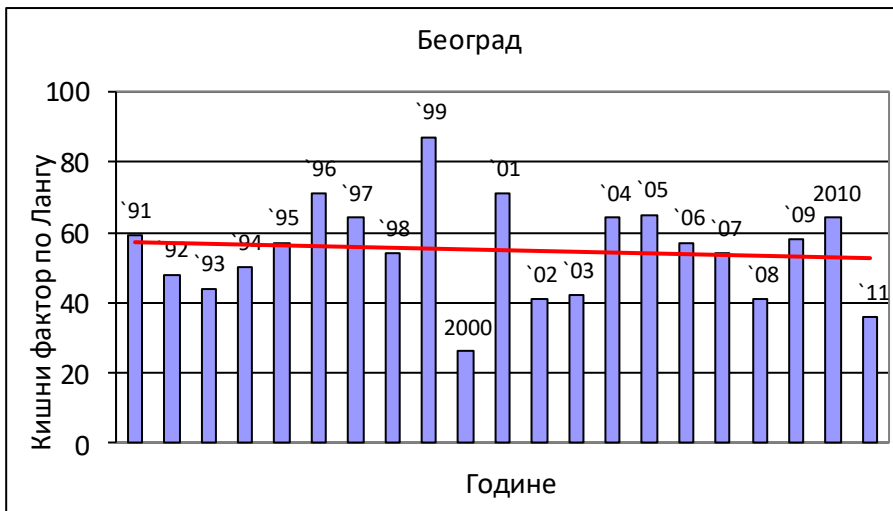
На "Радмиловцу", огледном добру Пољопривредног факултета у Земуну, на земљишту типа излуженог чернозема засновани су различити системи

биљне производње 1992. године, и то: монокултура (озима пшеница, кукуруз и соја) и различити плодоређи: двопољни плодоређ (озима пшеница – кукуруз); тропољни плодоређ (озима пшеница – кукуруз – соја) и шестопољни плодоређ (озима пшеница – кукуруз – соја – јари јечам + црвена дјетелина – црвена дјетелина – сунцокрет). Ови огледи трају већ четврт вијека.

Да бисмо компарирали утицаје плодоређа на стресне услове у сушним годинама на принос наша два најзначајнија усјева, озиму пшеницу и кукуруз, из низа метеоролошких података из посљедње деценије старог и прве деценије новог вијека (1991–2011/12), које су врло карактеристичне по израженим осцилацијама у температури и количини падавина, одабрали смо, условно речено, сушне, умјерене и влажне године. У агрометеорологији и агрономској науци, када се жели стећи што више информација о типу климе, онда је неопходно да се познају и поједини климатски индекси (Стандардизовани индекс падавина) – (*Standardized Precipitation Index, SPI*) на основу количине падавина 30, 60 и 90 дана са кораком при прорачуну од један дан; SPI за 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12 и 24 мјесеци – корак у прорачуну је календарски мјесец; Палмеров Z-индекс (*Palmer Drought Severity Index, PDSI*), који је мјера мјесечне аномалије влажности или, пак, детаљни климадијаграми (Spasova et al. 1999). С обзиром на зависност темпа развоја биљака од садржаја влаге у земљишту и испаравања, показало се да је упутно образовати такве индексе који би наговијестили климатску карактеристику предјела у погледу интензитета испаравања и резерви влаге у земљишту. У ту сврху, најчешће се користе: индекс суше Де Мартона, Конрадов индекс континенталности климе и коефицијент влажности Иванова, те кишни фактор по Лангу (Lalić i sar. 2002). Ковачевић et al. (2012a) определијели су се за кишни фактор по Лангу, који се израчунава као количник годишње суме падавина и средње годишње температуре ваздуха за неко подручје (Граф. 2.2).

Из Граф. 2.2. видљив је тренд опадања индекса влажности по Лангу у првих дванаест година XXI, у поређењу са посљедњом декадом XX вијека. Овај тренд нарочито је видљив у вегетационом периоду кукуруза. На основу падавинског режима и просјечних годишњих температура ваздуха за цијелу годину на подручју Београда, одабране су три изразито сушне, три умјерене и три изузетно влажне године. У тим годинама, према подацима из Таб. 2.5, правилно постављени плодоређи са већом диверсификацијом усјева, као што су тропољни и шестопољни, обезбјеђују боље подношење екстремних услова влаге у односу на монокултуру озиме пшенице и кукуруза.

Монокултура се, и у овом смислу, показала као лошије рјешење чак и за кукуруз, који је, као што је познато, боље подноси. Високи приноси кукуруза у сушним годинама добијени су на мањим површинама, уз потпуну агротехнику и поштовање свих рокова извођења агротехничких мјера, тако да то не треба да изненађује, што иначе у широј пракси није случај.



Граф. 2.2. Кишни фактор по Лангу за Београд за период 1991–2012 (Kovačević et al. 2012b)

Graph. 2.2. Rainfall factor by Lang for Belgrade for the period 1991-2012 (Kovačević et al. 2012b)

У свим плодоредима добијени су већи приноси, просјечно  $0,19 \text{ т ха}^{-1}$ , што није велика разлика. Та чињеница показује да код кукуруза недостатак влаге, праћен повишеним температурама и топлотним таласима са тропским ноћним температурама, ништа не може да ублажи. Већ у годинама са умјереном влажношћу и боље распоређеним падавинама, добијено је значајније повећање приноса у плодоредима у поређењу са монокултуром и највеће у влажним годинама по укупним количинама падавина (Таб. 2.5 –  $1,13 \text{ т ха}^{-1}$ ,  $1,51 \text{ т ха}^{-1}$ ). Ово показује какво стимулативно дејство има влага на бољу доступност других вегетационих фактора, односно на синергистички ефекат свих осталих примјењених агротехничких мјера за кукуруз кроз добро постављену схему плодореда.

Када је у питању озима пшеница, Kovačević et al. (2012a) наводе како је познато да она никако не подноси монокултуру, те су приноси у овом систему гајења увијек очекивано нижи. За разлику од кукуруза, утицај

плодореда у сушним годинама, у поређењу са монокултуром, био је већи 1,00 т/ха. Са порастом количине влаге, опадао је утицај плодореда – у умјерено влажним годинама та разлика била је 0,80 т ха<sup>-1</sup>, а у претјерано влажним 0,75 т/ха. Предност плодореда у односу на монокултуру сасвим је очекивана. Међутим, ако се пореде међусобно плодореде у различитим условима влажења, аутори наводе да је у претјерано влажним годинама добијен мањи принос него у сушним код плодореда са мање усјева у ротацији – двопољног и тропољног у односу на шестопољни.

Таб. 2.5. Утицај плодореда у различитим временским условима на принос зрна кукуруза (т ха<sup>-1</sup>) (Kovačević et al. 2012a)

Table 2.5. Effects of crop rotation in different weather conditions on maize grain yield (t ha<sup>-1</sup>) (Kovačević et al. 2012a)

Временски услови	Кишни фактор по Лангу	Моно-култура	Плодореде			Просјек плодород	Смањење у моно-култури
			2-пољни	3-пољни	6-пољни		
2000	25,9	5,75	6,50	6,50	5,55	6,18	
2003	42,4	6,05	5,45	5,69	5,36	5,50	
2011	36,1	6,40	6,80	7,10	7,40	7,10	
Суви	Просјек	6,07	6,25	6,43	6,10	6,26	0,19
1994	50,2	8,52	8,87	8,91	9,34	9,04	
2004	64,3	7,00	9,55	10,02	9,12	9,56	
2006	56,9	8,25	8,40	8,60	8,60	8,53	
Умјерени	Просјек	7,92	8,94	9,18	9,02	9,05	1,13
1999	87,3	8,45	9,67	9,75	10,74	10,1	
2001	70,1	8,00	8,50	8,75	8,54	8,60	
2005	64,8	7,20	9,15	10,60	8,80	9,52	
Влажни	Просјек	7,88	9,11	9,70	9,36	9,39	1,51
Смањење приноса		1,85	2,86	3,27	3,26	2,80	
%		23,4	31,4	33,7	34,8	31,1	

### 2.5.1.5. Превлаживање земљишта у кишним годинама са обилнијим падавинама

Супротно од суше, у годинама са више падавина наступају проблеми друге врсте, нарочито на тежим земљиштима. Хидроморфна земљишта карактеристична су по вишку воде, било повремено или током цијеле године (Ercegović et al. 2010; Kovačević i sar. 2010a). Диференцијација земљишног хоризонта хидроморфних земљишта по механичком саставу даје услове за периодично превлаживање, што је резултат слабе

филтрационе способности слојева који се налазе испод орничног хоризонта (Сл. 2.3).

Конвенционална обрада земљишта, заснована на орању раоничним плугом са превртањем пластике, на тешким, сувим и збијеним земљиштима не даје добре резултате. На превлаженим земљиштима више је за препоруку друга врста обраде, заснована на подривачким оруђима. Подривањем се разбија тај непропустљивији слој, тако да вода може лакше да продре у дубље слојеве.



Сл. 2.3. Уништен дио усјева озиме пшенице у водолежи послје зиме (Фото Ковачевић Д)

*Fig. 2.3. Destroyed parts of winter wheat under waterlogg after winter (Photo Kovačević D)*

Главна сврха подривања је повећавање активне масе земљишта у коме се биљка снабдијева храном, побољшање водног и ваздушног режима и стварање повољнијих услова за развој корјеновог система. Сама примјена подривања, као начин обраде, зависи од конкретних услова и стања земљишта. Прије самог подривања, треба обавити равнање са циљем да се поравнају све депресије. Главна предност подривачких оруђа, у односу на раоничне плугове на тешким земљиштима, сматра се да је у смањењу вучног отпора, смањењу утроска погонске енергије и повећаном учинку у раду. Подривању обично, ако је то могуће, претходи цијевна или крлична дренажа. Она представља начин одводњавања, гдје се са дренополагачима полажу цијеви које служе за одвођење сувишне воде. Дренажа се може на јефтинији начин обавити и крличним плугом, гдје се у том случају стварају провизорни дренажи у земљишту. Практикује се на тежим (глиновитим иловачама, иловастим глинама, глинама) и влажним земљиштима, као замјена за цијевну дренажу (Kovačević i sar. 2010b).



Дакле, тежа земљишта захтијевају агромелиоративну обраду да би била боље пропусна, нарочито у влажнијим годинама. То је јако битно како вода не би дуже лежала на истој непропусној површини и да не ствара водолежи које убрзо угуше усјев. Послије дренаже слиједи обавезно равнање терена и обрада земљишта чизел плугом, ради разбијања мање пропусних слојева како би се омогућила већа брзина инфилтрације таквих земљишта.

## **2.6. Закључак**

На основу анализе бројних научних података о климатским промјенама у свјетским оквирима и код нас, евидентно је да је дошло до извјесних климатских промјењивости. На темељу тих чињеница идући им у сусрет, морају се имати и прави одговори за ублажавање, ако већ не и потпуно елиминисање, нарочито екстремних утицаја. Агрономски аспект посматрања овог проблема, како је то представљено у овом раду, налаже добро познавање потреба усјева за основним вегетационим чиниоцима, особито у топлоти и влази, и, у складу с тим, изналажење адекватних агротехничких мјера и одговарајућег сортимента гајених биљака.

На основу детаљније вишегодишње анализе, прије свега наших метеоролошких података за падавине и топлоту, може се истаћи чињеница да су средње годишње температуре у нашем подручју порасле, а такође и њихове вриједности у вегетационом периоду наша два најзначајнија ратарска усјева – озиме пшенице и кукуруза. Посебно је неповољан пораст температура у вегетационом периоду кукуруза у три љетња мјесеца, за скоро 2 °С. Када се анализирају падавине на мјесечном нивоу, на нивоу вегетационог периода или на нивоу године, не добија се таква слика. Сем недостатка у јулу, иначе најтоплијем мјесецу код нас, збирно посматрано падавине су нешто веће у односу на ранији референтни тридесетогодишњи период (1971–2000). Ова чињеница указује да је падавина било више у другим годишњим добима, што више одговара озимим стрним житима него кукурузу.

На количину и распоред падавина човјек још увијек тешко може утицати, па су његове мјере у борби против дефицита воде углавном посредног карактера. То подразумијева добро познавање и предвиђање овог комплексног проблема. За изналажење правих рјешења потребно је много знања из различитих области – агрономије, генетике, екологије, физиологије биљака, уз одговарајуће техничке и економске могућности.

Ако се пође од претпоставке да је главни циљ обезбјеђење довољне и сигурне количине хране за становништво, онда се мора усредсредити на

оно што тренутно стоји на располагању и од тога кренути у борби против климатских промјена. У борби против екстремних услова влажења, какви се све више у наступајућим годинама очекују, треба користити редовне и посебне агротехничке мјере уз адекватан сортимент гајених биљака. Од редовних мјера, долазе у обзир обрада земљишта, нарочито конзервацијска, правилно ђубрење, елиминација свих могућих грешака код сјетве када су у питању оптимални рокови и густине усјева. Мјере његе су корисно средство којима се истовремено могу елиминисати неповољни и створити повољни услови за раст и развиће гајених усјева. За те сврхе, поред уобичајених мјера, користе се и неке посебне којима се задржава влага и спречавају губици влаге, уз подстицање њеног ефикаснијег и економичнијег коришћења.

Правилно постављени плодореди са већом диверсификацијом усјева обезбјеђују боље подношење екстремних услова влаге, што је нарочито случај код пшенице. Из приказаних резултата, очигледна је инфериорност монокултуре као система гајења у ратарству. Међутим, када се пореде сами плодореди, онда се види да се правилним распоредом усјева у плодореду могу значајно смањити екстремни утицаји топлоте и падавина. Поред наведених мјера, ту је и наводњавање као најдиректнија мјера у борби против суше којом се може додати вода у жељеним количинама, потпуно независно од атмосферских талоба. Међутим, наводњавањем се, у суштини, мијењају битно сви услови у једном систему биљне производње, тако да, само за себе, представља једну посебну мјеру којој треба подредити и прилагодити цјелокупну технологију гајења у свим сегментима.

Неопходно је стварати нове сорте гајених биљака за врло конкретне услове наших региона, с обзиром на то да нас већ у блиској будућности очекује процес дезертификације појединих дијелова Србије и Републике Српске, нарочито јужних. У међувремену, док се не добију нове сорте гајеног биља толерантније на водне и друге стресне услове, треба пажљиво одабирати сорте, односно хибриде за сјетву који су до сада најбоље адаптирани на основу претходних искустава у непосредној пракси.

## **Литература**

- Abramović V, Jaćimović D, Jocović M (2016) Klimatske promjene i njihov uticaj na zemlje regiona. *Ekonomске идеје и пракса* 20:43-52
- Altieri MA (1995) *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Westview Press, Boulder, pp 358

- Araus JL, Bort J, Steduto P, Villegas D, Royo C (2003) Breeding cereals for Mediterranean conditions: ecophysiological clues for biotechnology application. *Annals of Applied Biology* 142:129-141
- Bošnjak Đ (1997) Drought - occasional or regular phenomenon or a result of climate changes. In: *Drought and Plant Production*, ARI Serbia, Belgrade, pp 31-36
- Vuković A, Vujadinović M, Rendulić S, Djurdjević V, Ruml M, Babić V, Popović D (2018) Global warming impact on climate change in Serbia for the period 1961-2100. *Thermal Science* 22(6A) 2267-2280
- Gliessman SR (2000) *Agroecology: Ecological Processes In Sustainable Agriculture*. Lewis Publisher, London, New York, Washington D.C. 357
- Govaerts B, Fuentes M, Mezzalama M, Nicol MJ, Deckers J, Etchevers DJ, Figueroa-Sandoval B, Sayre DK (2007) Infiltration, soil moisture, root rot and nematode populations after 12 years of different tillage, residue and crop rotation managements. *Soil & Tillage Research* 94:209-219
- Dolijanović Ž, Oljača S, Kovačević D, Simić M, Momirović N, Jovanović Ž (2013) Dependence of the productivity of maize and soybean intercropping systems on hybrid type and plant arrangement pattern. *Genetika* 45(1): 135-144
- Dolijanović Ž, Kovačević D, Momirović N, Oljača S, Jovović Z (2014) Effects of crop rotations on weed infestation in winter wheat. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 20(2):416-420
- Dragović S, Stanojević D, Aleksić V, Karagić Đ (1997) The intensity of drought in Eastern Serbia and its effect on crop production. In: *Drought and Plant Production*, ARI "Serbia", Belgrade, pp 71-82
- Đurđević V, Rajković B (2008) Verification of a coupled atmosphere-ocean model using satellite observations over the Adriatic Sea. *Ann Geophys* 26:1935–1954
- Đurđević V (2010) Simulacija klime i klimatskih promena u jugoistočnoj Evropi korišćenjem regionalnog klimatskog modela. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Fizički fakultet, Institut za meteorologiju, pp 87
- Ercegović Đ, Gligorević K, Kovačević D, Raičević D, Vukić Đ, Oljača M, Pajić M, Radojević R (2010) Research results of long-term use of new line of machines and tools for land surface and depth arrangement. *Journal of Agricultural Sciences* 55(2):165-181
- IPCC (2007) (Intergovernmental Panel on Climate Change) In: Pachauri RK, Reisinger A (eds) *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental IPCC*
- IPCC (2012) (Intergovernmental Panel on Climate Change) In: [Field CB, Barros V, Stocker TF, Dahe Q, Doken DJ, Ebi KL, Masrandrea MD, Mach KJ, Plattner GK, Allen SK, Tignor M, Midgley PM (eds) *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the*, Geneva, Switzerland, pp 104

- IPCC AR5 Climate Change (2014) Synthesis Report. Fortieth session of the IPCC Copenhagen, Denmark, IPCC-XL/Doc. 4b, Rev.1 Agenda Item 4:118
- Janković A, Podračanin Z, Đurđević V (2019) Future climate change impacts on residential heating and cooling degree days in Serbia IDŐJÁRÁS, Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service 123(3):351-370
- Janošević B, Dolijanović Z, Dragičević V, Simić M, Dodevska M, Đorđević S, Moravčević Đ, Miodragović R (2017) Cover crop effects on the fate of N in sweet maize (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) production in a semiarid region. International Journal of Plant Production 11(2):285-294
- Klepp S (2017) Climate Change and Migration. Oxford Research Encyclopedia of Climate Science: 1-37 DOI: 10.1093/acrefore/9780190228620.013.42
- Kovačević D, Oljača S, Denčić S, Kobiljski B, Dolijanović Ž (2007) Održiva poljoprivreda: Značaj adaptacije agrotehničkih mera u proizvodnji ozime pšenice. Arhiv za poljoprivredne nauke 68(244) : 39-51
- Kovačević D, Dolijanović Ž, Oljača S, Jovanović Ž (2008) Uticaj plodoreda u borbi protiv korova. Acta Biologica Iugoslavica (Serija G), Acta Herbologica 17(2):45-53
- Kovačević D, Dolijanović Ž, Oljača S, Jovanović Ž, Milošev D, Milić V (2009) Uticaj plodoreda na floristički sastav korova u ozimoj pšenici Arhiv za poljoprivredne nauke 70(251):77-84
- Kovačević D, Oljača S, Dolijanović Ž, Simić M (2010) Sustainable Agriculture: Importance of Cultural Practices Adaptation in Winter Wheat Technology. Alps-Adria Scientific Workshop Špičák, Czech Republic, Suppl. 4, Hungary 1: 1-4. DOI:10.1556/Novenyterm 59
- Kovačević D, Dolijanović Ž, Jovanović Ž, Kolčar D (2010a) Uticaj produžnog dejstva meliorativne obrade zemljišta na razvoj korenovog sistema, morfološke i produktivne osobine ozime pšenice. Poljoprivredna tehnika XXXV(2):37-44
- Kovačević D, Dolijanović Ž, Oljača M, Oljača J (2010b) Produžno dejstvo meliorativne obrade na fizičke osobine zemljišta u usevu ozime pšenice. Poljoprivredna tehnika XXXV(2):45-53
- Kovačević D, Oljača S, Dolijanović Ž (2011) Grain yields of alternative small grains in organic field production. Proceedings of 46th Croatian and 6<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia, pp 80-83
- Kovačević D, Lazić B (2012) Modern trends in the development of agriculture and demands on plant breeding and soil management. Genetika 44(1):201-216
- Kovačević D, Oljača S, Dolijanović Ž, Milić V (2012a) Climate changes: Ecological and agronomic options for mitigating the consequences of drought in Serbia. In: Kovačević D (ed) Third International Scientific Symposium Agrosym, Jahorina pp 17-35

- Kovačević D, Dolijanović Ž, Jovanović Z, Simić M, Milić V (2012b) Climate change in Serbia dependence of maize yield on temperatures and precipitation. In: Kovačević D (ed) Third International Scientific Symposium Agrosym, Jahorina pp 263-270. <http://www.agrosym.unssa.rs.ba:263-270>
- Kovačević D, Dolijanović Ž, Jovanović Z, Milić V (2012c) Climate change in Serbia: Dependence of winter wheat yield on temperatures and precipitation. In: Kovačević D (ed) Third International Scientific Symposium Agrosym Jahorina pp 270-276. <http://www.agrosym.unssa.rs.ba>
- Kovačević D, Momirović N, Dolijanović Ž (2012d) Soil and crop responses to soil tillage systems: a Serbian constraints and perspective toward sustainability. Proceedings of 5th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environmental Protection, Vukovar, Croatia pp 34-43
- Kovačević V, Kovačević D, Pepo P, Marković M (2013) Klimatske promjene u Hrvatskoj, Srbiji, Mađarskoj i Bosni i Hercegovini: Usporedba vegetacije kukuruza 2010. i 2012. godine. Poljoprivreda 19(2):16-23
- Kovačević D, Momirović N, Dolijanović Ž (2013a) Tillage systems in winter wheat production as a challenge to mitigate global climate changes. Proceedings of 2nd International Scientific Conference Soil and Crop Management: Adaptation and Mitigation of Climate Change, Osijek, Croatia pp 73-83
- Kovačević D, Momirović N, Dolijanović Ž, Milić V (2013b) Importance of tillage systems on some physical properties of soil under climate change in Serbia. Proceedings of 1st International Congress on Soil Science, XIII National Congress in Soil Science Soil-water-plant, Belgrade, Serbia pp 302-316
- Ковачевић Д, Ољача С, Долијановић Ж (2016) Перспектива развоја ратарске производње у брдско планинском подручју Србије. VIII скуп Одељења хемијских и биолошких наука САНУ-а, Унапређење села у брдско-планинским подручјима Србије. Врњачка Бања стр 141-163
- Kovačević D, Momirović N, Dolijanović Ž, Poštić D (2017) Modern approach to soil tillage in Serbia: from productivity and energy efficiency towards agroecosystems resilience and sustainability. 3<sup>rd</sup> International Scientific Conference Sustainability challenges in agroecosystems, Osijek, Croatia p 29
- Ковачевић Д, Долијановић Ж (2018) Основи агроекологије и агротехнике. I издање. Пољопривредни факултет, Земун, стр 395
- Lalić B, Mihailović TD, Arsenić I (2002). Analiza kišnog faktora Langa za potrebe klimatske karakterizacije AP Vojvodine. Međunarodna Eko-konferencija, Novi Sad, Srbija, Tematski zbornik str 69-75
- Lalić B, Mihailović TD, Podračanin Z (2011) Buduće stanje klime u Vojvodini i očekivani uticaj na ratarsku proizvodnju. Ratar Povrt/Field Veg Crop Res 48:403-418

- Le Treut H, Somerville R, Cubasch U, Ding Y, Mauritzen C, Mokssit A, Peterson T, Prather M (2007) Historical Overview of Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA pp 127
- Malešević M, Jačimović G, Jevtić R, Aćin V (2011) Iskorišćavanje genetskog potencijala pšenice u uslovima abiotičkih stresova. 45 savetovanja agronoma Srbije, Zbornik referata str 3-14
- Mimura N (2013) Sea-level rise caused by climate change and its implications for society. Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci 89(7):281-301
- Министарство животне средине и просторног планирања (2010) Initial National Communication of the Republic of Serbia under the UN (2008) South Eastern European Disaster Risk Mitigation and Adaptation Initiative. Risk Assesment for South Eastern Europe. Desk Study Review. UN ISDR. The World Bank.<http://www.unisdr.org/files/1741SouthEasternEuropeDRMitigatin.pdf>
- Molnar I, Milošev D, Kurjački I (2001) Preventivne agrotehničke mere za ublažavanje posledica suše. Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova 35:39-51
- Momirović N, Oljača S, Dolijanović Ž, Simić M, Oljača M, Janošević B (2015) Productivity of intercropping maize (*Zea mays* L.) and pumpkins (*Cucurbita maxima* Duch.) under conventional vs. conservation farming system. Turkish Journal of Field Crops 20(1):92-98
- Olesen EJ, Bindi M (2002) Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. European Journal of Agronomy 16:239-262
- Olesen EJ, Trnka M, Kersebaum KC, Skjelvåg AO, Seguin B, Peltonen-Sainio P, Rossi F, Kozyr J, Micale F (2011) Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. European Journal of Agronomy 34:96-112
- Oljača S, Cvetković R, Kovačević D (1999) Interakcije između kukuruza i pasulja u združenom usevu u uslovima navodnjavanja i prirodnog režima vlaženja. Arhiv za poljoprivredne nauke 60(3-4)211:29-38
- Oljača S, Cvetković R, Kovačević D, Vasić G, Momirović N (2000) Effect of plant arrangement pattern and irrigation on efficiency of maize (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) intercropping system. Journal of Agricultural Science 135:261-270

- Oljača S, Kovačević D, Oljača M, Dolijanović Ž (2002) Povećanje proizvodnog potencijala agroekosistema u sistemu održive poljoprivrede. Eko-konferencija Zdravstveno bezbedna hrana, Zbornik radova II:13-19
- Ољача С, Ољача М, Ковачевић Д, Долијановић Ж (2019) Чисте технологије и очување животне средине у пољопривреди. Научно-стручни скуп Обновљиво коришћење природних ресурса у сеоским подручјима Србије, Одбор за пољопривреду САНУ, Београд, Књига CLXXIX, Одељење хемијских и биолошких наука Књига 14, Зборник радова, стр 35-53
- Pecelj M, Milica Z, Lukić D, Filipović J, Branko M. Protić B (2019) Summer variation of the UTCI index and Heat Waves in Serbia. <https://doi.org/10.5194/nhess-2019-270>
- Pellicciottia F, Carenzoa M, Bordoya R, Stoffel M (2014) Changes in glaciers in the Swiss Alps and impact on basin hydrology: Current state of the art and future research. *Science of the Total Environment* 493:1152–1170
- Popov T, Gnjato S, Trbić G (2019a) Changes in extreme temperature indices over the Peripannonian region of Bosnia and Herzegovina. *Geografie* 124(1):19-40
- Popov T, Gnjato S, Bajić D, Trbić G (2019b) Spatial patterns of precipitation in Bosnia and Herzegovina. *J Geogr Inst Cvijić* 69(3):185-19
- Radičević Z, Milakara S, Šovljanski A, Bojivić J, Radenković T (2011) Određivanje i analiza sušnih perioda u osetljivim fenofazma kukuruza u Srbiji. *Journal of Scientific Agricultural Research* 72(3):33-41
- Radusin S, Oprašić S, Cero M, Abdurahmanović I, Vukmir G, Knežević A, Kaplina A, Husika A, Carrington D, Arnautović Aksić D, Gavin J, Trbić G, Stritih J, Tabaković L, Kotur M, Cupać R (2013) Strategija prilagođavanja na klimatske promjene i niskoemisionog razvoja za Bosnu i Hercegovinu: 88 [https://www.ba.undp.org/content/dam/bosnia\\_and\\_herzegovina/docs/Research&Publications/Energy%20and%20Environment/CC%20Adoption%20and%20Low-Emission%20Strategy%20BiH/CC%20LAT%20publish%20on%20WEB.pdf](https://www.ba.undp.org/content/dam/bosnia_and_herzegovina/docs/Research&Publications/Energy%20and%20Environment/CC%20Adoption%20and%20Low-Emission%20Strategy%20BiH/CC%20LAT%20publish%20on%20WEB.pdf)
- Reddy KR, Hodge HF (eds) (2000) *Climate change and global productivity*. CAB International, New York, pp 472
- RHSS (2012) Republic Hydrometeorological Service of Serbia, Meteorological data and information Republic Hydrometeorological Service of Serbia. [http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija\\_godisnjaci.php](http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php), last access: 10 August 2012
- RHSS (2017) Republic Hydrometeorological Service of Serbia Meteorological Yearbook, [http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija\\_godisnjaci.php](http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php), last access: 07 July 2018
- Rolos R, Rossiana N, Sambo L, von der Dellen K (2012) Climate vulnerability and capacity analysis of four districts in south sulawesi, Indonesia. The study is

- based on CARE International's Climate Vulnerability and Capacity Analysis Handbook" and can be downloaded from CARE's climate change website at <http://www.careclimatechange.org>
- Ruml M, Vuković A, Vujadinović M, Đurđević V, Ranković Vasić Z, Atanacković Z, Sivčev B, Marković N, Matijašević S, Petrović N (2012) On the use of regional climate models: Implications for climate change for viticulture in Serbia. *Agriculture and Forest Meteorology* 158:53-62
- СГРС - Статистички годишњак Републике Српске (2019) Географски и метеоролошки подаци, стр 15-37
- Sekulić G (2011) Overview of the national system of protected areas in Serbia: Recommendations for the Implementation of IUCN Protected Area Management Categories. Master Thesis of the Management of Protected Area's Programme, University of Klagenfurt.1-89. file:///D:/Svi%20podaci/My%20Doc%20Korisnik/Sekulic\_Goran\_mpa\_thesis.pdf
- Sekulić G, Dimović D, Kalmar Z, Krnajski J, Todorović N (2012) Procena ranjivosti na klimatske promene Srbija. WWF (Svetski fond za prirodu), Centar za unapređenje životne sredine, str 66
- Simić M, Kresović B, Dragičević V, Tolimir M, Brankov M (2018) Improved maize cropping technology to reduce the impact of climate changes. Proceedings of the IX International Agricultural Symposium "Agrosym 2018", Jahorina pp 263-270. <http://www.agrosym.unssa.rs.ba>
- Smit B, Skinner WM (2002) Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 7:85-114
- Spasova D, Popović T, Jovanović O (1999) Semiarid areas appearance on the territory of FR Yugoslavia as a possible cosequence of global climate change - Drought and Plant Production. *Proceedings of Agricultural Research Institute Serbia, Beograd* pp 111-116
- Spasov P, Spasova D (2001) Drought occurrences in Serbia and their forecasting possibility. *Proceedings of the 35th Seminar of Agronomist, Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad* pp 393-401
- Spasov P (2003) Pojava suše u Srbiji, njeno praćenje i mogućnosti prognoze. *Vodoprivreda* 35(1-2): 30-36
- Stagl JC, Hattermann FF (2016) Impacts of Climate Change on Riverine Ecosystems: Alterations of Ecologically Relevant Flow Dynamics in the Danube River and Its Major Tributaries. *Water* 8(12): 566 doi:10.3390/w8120566
- Todorović M, Tanasijević L, Saadi S, Pereira SL, Lionello P (2014) Impact of climate change on crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean with a special focus on the countries of former Yugoslavia. In: Kovačević D (ed): *Fifth International Scientific Agricultural Symposium Agrosym* pp 51-60



- Falloon P, Betts R (2010) Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation. The importance of an integrated approach. Met Office Hadley Centre, Fitzroy Road, Exeter, Devon EX1 3PB, UK Science of the Total Environment 408:5667-5687
- FAO (2011) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Organic Agriculture and Climate Change Mitigation. A report of the round table on Organic Agriculture and climate change. Natural Resources Management and Environment Department Rome
- FAO (2018) Food and Agriculture Organization, World Food and Agriculture Statistical Pocketbook FAO, Rome  
<http://www.fao.org/3/CA1796EN/ca1796en.pdf>
- Finger R (2010) Evidence of slowing yield growth – The example of Swiss cereal yields. Food Policy 35:175-182
- Fleury D, Jefferies S, Kuchel H, Langridge P (2010) Genetic and genomic tools to improve drought tolerance in wheat. Journal of Experimental Botany 61(12):3211-3222
- Fussell E (2015) The Long Term Recovery of New Orleans' Population after Hurricane Katrina. Am Behav Sci 59(10):1231-1245
- Хадровић С (2015) Акумулација угљеника и азота у органској простици, шумском земљишту и шумској биомаси. Докторска дисертација. Универзитет Унион-Никола Тесла, Београд, Факултет за екологију и заштиту животне средине, стр 277
- Hays GC, Richardson AJ, Robinson C (2005) Climate change and marine plankton. Trends in Ecology & Evolution 20(6):337-344
- Cvetković R, Momirović N, Oljača S (1996) Ecological aspects of drought. Proceedings of the International Symposium Drought and Plant Production, Lepenski vir 1:157-165
- Cvetković R, Oljača S (1999) Agroekosistemi i suša sa osvrtom na prinos pšenice. Arhiv za poljoprivredne nauke 60(3-4):97-104
- WWF (2012) World Wildlife Fund Процена рањивости на климатске промене– Србија, Издавачи: WWF (Светски фонд за природу), Центар за унапређење животне средине

## **Potential impact of climate changes in the field crops production**

Dušan Kovačević, Snežana Oljača, Nebojša Momirović, Zoran Bročić,  
Željko Dolijanović, Vesna Milić

### **Summary**

There is evident stagnation or decline in grain yield, as well as high variability in yields, depending on the environment in many countries in recent years, including Serbia and the Republic of Srpska. The causes of this variation were mainly due to the variation of the climatic factors, the onset of drought and the rise in temperatures. Expected changes and especially negative ones will most likely be reflected in the agriculture of southern Europe, especially the Mediterranean, and yield of main field crops. The most negative effects in the area of the continental climate will be in the Pannonian Region which includes Serbia, Croatia, Hungary, Bulgaria and Romania, R. Srpska as a part of Bosnia and Herzegovina. This area will be affected by more frequent waves of heat and drought, with no greater possibility of avoiding by shift of sowing time or other cropping measures.

Based on a detailed analysis of climatic factors in the multy-annual period it can be emphasised that some changes in terms of temperature and precipitation occurred. The causes of drought mainly come from the atmosphere and affect our country and show clearly that the climate is changing in our area. Based on these facts, we must have the right answers in order to mitigate if not to completely eliminate these effects. Agronomic aspect of looking into the problem requires a good knowledge of our crop needs for primary vegetative factors as well as temperature and moisture.

Annual air temperatures in the investigated period increased not only at the annual level, but also in the vegetative period of winter wheat and particularly maize. The temperature increase is particularly dangerous in the vegetative period of maize during the three months of June, July and August by almost 2 °C. Precipitations at a monthly level of the vegetative period or a total per year do not provide such a picture. Besides the lack in July, normally the warmest month, by and large, precipitations are somewhat higher than the reference 30-year period 1971-2000. This fact tells us that precipitations are more frequent in other parts of the year, which is more favourable for winter small grain cereals,

at least when regarding warmer years (especially in the wet years as it is known in the case of extremely wet 2010 yr when it was vice versa).

A man can hardly influence the quantity and distribution of rainfall, therefore his actions to combat drought are mainly of indirect character. This comprises a good knowledge of the problems and prediction. For this, we need a lot of knowledge of agronomy, genetics, ecology, physiology, and relevant technical and economic possibilities. If we start from the assumption that the main goal is to provide sufficient and safe quantities of food for our population, then we need to focus on what we have in our hands and begin with it.

In the fight against drought, regular and specific cultivation practices are used along with an adequate assortment of crops with more tolerance to drought. Out of regular practices, soil tillage, particularly conservation tillage, proper fertilization, elimination of all possible mistakes in sowing should be taken into account as for optimal time and plant density. Care treatments are a useful tool which can eliminate the adverse effects and create favourable conditions for the growth and development of cultivated crops, ranging from the usual ones to some special ones that retain moisture and prevent moisture loss by encouraging its more efficient and economical use.

Appropriately established crop rotations with greater diversification of crops provide better tolerance of extreme moisture, which is particularly the case of winter wheat. Our research shows inferiority of continuous cropping of both crops compared with different crop rotations. However, when comparing crop rotations with each other then it can be noticed that the proper setting, even under extreme conditions, provides better results. As for maize it is evident that all increases of moisture are suitable for it as it is related to the warmer part of the year, either as direct rainfall during the summer or indirectly if the reserve is provided from a period when there are more precipitations during the autumn, winter and spring. Moisture improves the efficiency of all other cultivation practices. In the case of its extended absence followed by high temperatures it is quite the opposite.

*Key words:* Climate changes, ecological aspect of drought, cultivar practices, winter wheat, maize