

Efekti regulatora rasta na duvan, uljanu repicu i pšenicu

Danijela Pavlović¹, Ana Anđelković¹, Aleksandra Savić¹,
Sanja Đurović¹, Katarina Stanković^{1,2}

¹Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu Beograd, Teodora Drajzera 9, Beograd, Srbija

²Univerzitet u Beogradu, Fakultet za fizičku hemiju, Braće Jugovića 12-16, Beograd, Srbija
e-mail: danijelapavlovicdk@gmail.com

REZIME

Osamdesetih godina prošlog veka smatralo se da manipulacija rastom biljaka zasnovana na korišćenju sintetičkih regulatora, predstavlja početak nove ere u poljoprivrednoj praksi. Regulatori rasta (RR) su našli primenu u različitim usevima (strna žita, duvan, krompir, banana, kafa, pamuk, uljana repica) i zasadima (voće, vinova loza, citrusi). U cilju ispitivanja uticaja RR na porast biljaka, odnosno bočnih izdanaka postavljeni su ogledi u usevima duvana, ozime pšenice i uljane repice. Malein-hidrazid kalijum i različite koncentracije RR butralin su primenjeni u duvanu, tebukonazol je primenjen u uljanoj repici, a etefon u pšenici. Analizom rezultata konstatovano je da je primena RR uticala na rast bočnih izdanaka listova duvana, kao i na porast biljaka uljane repice i pšenice. Utvrđene su statistički jasne razlike između kontrole i tretmana kod svih ispitivanih količina RR. U usevu duvana efekat RR je bio izraženiji na dužinu bočnih izdanaka viših spratova, a kod biljaka uljane repice bolji efekat je uočen nakon primene jesenjih tretmana.

Ključne reči: regulatori rasta, efikasnost, duvan, pšenica, uljana repica.

UVOD

Herbicidi regulatori rasta (RR) se godinama široko primenjuju u uskolisnim usevima za suzbijanje širokolisnih korova. Međutim, pogrešna primena, odnosno dospevanje ovih herbicida na neciljani usev može izazvati brojne negativne efekte. Tako herbicidi 2,4-D, klopiraldilid i dikamba, dovode do abnormalnog izgleda listova i smanjenja prinosa useva soje (Wax et al., 1969; Weidenhamer et al., 1989). Takođe, inhibitor transporta auksina diflufenzopir u kombinaciji sa dikambom ima sinergistički efekat u suzbijanju dikotiledonih korova, ali oštećuje soju (Grossman et al., 2002). Direktna primena dikambe na soju, u fazi

porasta V3 (13 BBCH skala), u količini 5,6 g/ha utiče na smanjenje prinosa 14-34%, a 112 g/ha 2,4-D smanjuje prinos za 25-32% (Anderson et al., 2004).

Osamdesetih godina prošlog veka herbicidi RR su počeli da se primenjuju u cilju regulacije rasta gajenih biljaka. Herbicid 2,4-D se smatra prvim organskim herbicidom koji se koristio kao RR još od tridesetih godina prošlog veka (Zimmerman and Hitchcock, 1942; Hamner and Tukey, 1944; Templeman, 1955; Morgan, 1980), mada postoje podaci koji upućuju na korišćenje etilena u svrhu obezbojavanja biljnih delova (Denny, 1924), kao i auksina za poboljšanje ukorenjavanja izbojaka (Thimann and Went, 1934). U poređenju sa herbicidima drugačijeg mehanizma delovanja, grupa herbicida RR se sporo razvijala (Sterling and Hall, 1997). Međutim, zbog dobrih rezultata u regulaciji rasta biljaka njihova prodaja je rasla za 12% godišnje (u periodu od 1980-1984. godine), čak tri puta više nego prodaja drugih herbicida i insekticida.

RR utiču na mnoge procese u gajenim i korovskim biljkama, čime značajno regulišu prinos i njegov kvalitet. Ova vrsta jedinjenja našla je primenu u brojnim usevima i zasadima: duvan, soja, pamuk, pšenica, ječam, šećerna trska, kafa, banana, uljana repica, citrusi, jabuka i dr. Danas je sve prisutnija primena RR kao desikanata, regulatora debljine voska, regulatora porasta bočnih izbojaka ili dužine internodija, a sve ređe se primenjuju u svrhu regulisanja dužine i kontrole rasta korena. U usevu duvana zalamanjem cvetova prekida se terminalni rast i pospešuje stimulacija rasta bočnih izdanaka (Cooke and Starke, 1978), a primenom butralina, malein hidrazida i drugih sintetičkih RR može se kontrolisati rast bočnih izdanaka u cilju dobijanja veće lisne mase (Cooke and Starke, 1975; Kish, 1980). U našoj zemlji u praksi se koriste: 6-benzil adenin (za proređivanje ploda jabuke), decil-alkohol, hlormekvat-hlorid i malein-hidrazid (za sprečavanje razvoja zaperaka na duvanu), etefon i trineksapak-etil (za smanjenje visine stabla i povećanje otpornosti na poleganje pšenice), hlorprofam (za sprečavanje klijanja krompira), malein- hidrazid (za sprečavanje klijanja luka u skladištu), tebukonazol (regulator rasta uljane repice) i drugi. Neadekvatnom primenom RR mogu nastati veliki problemi usled: 1) visoke specifičnosti za određeni usev, varijetet, organ i fazu razvoja biljke; 2) zavisnosti delovanja i efikasnosti od količine primene (predoziranje, poddoziranje, dupliranje doze i dr. može izazvati fitotoksične efekte); i 3) narušavanja efekata primene i pojave drifta na susedne useve pod uticajem neodgovarajućih vremenskih uslova u vreme primene (Hoffman, 1992). U Srbiji je 2016. godine (Zavod za statistiku, 2016) posejano: pšenice 595.118 ha (prinos u RS 2.884.537 t), duvana 5.256 ha (prinos u RS 7.810 t) i uljane repice 13.476 ha (prinos u RS 39.404 t), pa je stoga cilj ovog rada bio da se ispitaju efekti RR na poboljšanje nekih karakteristika biljaka ovih useva, što će posredno dovesti do povećanja prinosa.

MATERIJAL I METODE

Usev duvana: Ogledi su postavljeni 2007. godine na parcelama u Maradiku i Bogatiću, po metodi EPPO - PP 1/155(2). Duvan sorte Virdžinija H9 tretiran je RR butralin u koncentracijama 2, 2,5 i 5% i malein-hidrazid kalijum u količini od 12,5 l/ha. Tretiranje je urađeno nakon

zalamanja cvetova, uz utrošak vode od 600 l/ha. Ocena efikasnosti (dužina bočnih izdanaka) urađena je 7 dana nakon primene i 3 puta na svakih 15 dana nakon prethodne ocene. Uzorci su uzimani sa 4 parcele svakog tretmana i srednja vrednost je poređena sa srednjom vrednošću dobijenom od uzoraka sa 4 kontrolne parcele.

Usev uljane repice: Ogledi su postavljeni na lokalitetima Gardinovci i Knićanin po metodi EPPO - PP 1/153(2). Uljana repica sorte Triangl tretirana je u jesen 2008. i proleće 2009. godine sa 0,5 i 0,75 l/ha RR tebukonazola (sadržaj a.m. 250 g/l) uz utrošak vode od 400 l/ha. Ocene efikasnosti su urađene u jesen i proleće, merenjem visine biljaka uljane repice (72 biljke sa svakog tretmana).

Usev pšenice: Ogledi su postavljeni na lokalitetima Dobrić (sorta Balaton) i Glogonjski Rit (sorta NS Dika) po metodi EPPO - PP 1/153(2). Biljke su tretirane u aprilu 2017. godine sa 0,5 i 0,75 l/ha RR etefon (sadržaj a.m. 660 g/l) i 1 l/ha istog RR, ali preparata koji ima manji sadržaj a.m. (480 g/l) uz utrošak vode od 400 l/ha. U I oceni (jun) merena je dužina internodija (I-V internodije) i ukupna visina stabla (40 biljaka po tretmanu), a pri II oceni (jul) vizuelna procena poleglih biljaka.

Statistika: Statistička analiza dobijenih rezultata je urađena u softverskom paketu Statistica 5.0 primenom analize varijanse (ANOVA).

REZULTATI I DISKUSIJA

Duvan: Analizom rezultata konstatovano je da je primena RR uticala na kontrolu rasta bočnih izdanaka listova duvana. Vrednosti izmerenih parametara prikazani su u tabelama 1-3. Pre primene RR konstatovan je početak razvoja bočnih izdanaka na svim spratovima biljaka duvana. Prosečna dužina zaperaka se kretala od 2,7 cm (I sprat) do 5,2 cm (V sprat) na lokalitetu Maradik i 16,8 cm (I sprat) do 4,55 cm (V sprat) na lokalitetu Bogatić, pre primene RR. Sve primenjene količine su ispoljile efekat na dužinu bočnih izdanaka (Tabela 1 i 2). Takođe, vizuelnom ocenom je uočeno da je lisna površina kod tretiranih biljaka bila veća u odnosu na listove kontrolnih biljaka. Do sličnih rezultata je došao Steinberg (1949) prilikom ispitivanja RR indolbuterna kiselina na biljke duvana u kontrolisanim uslovima. U tabeli 1 se jasno vidi efekat primenjenih RR, što je posebno izraženo kod viših spratova duvana (IV i V sprat). Statistička analiza podataka je pokazala da su razlike između tretmana i kontrole bile veoma značajne, $p < 0,01^{**}$ (osim u prvoj oceni nakon primene butralina 2%, Tabela 3).

Na lokalitetu Bogatić, takođe se može uočiti jasna razlika između kontrolnih i listova biljaka tretiranih RR (Tabela 2). Sve izmerene prosečne vrednosti dužine bočnih izdanaka su bile manje od vrednosti dobijenih u kontroli. Statistička analiza podataka je pokazala da su razlike između kontrole i tretmana bile statistički značajne ($p < 0,05^*$) i veoma značajne ($p < 0,01^{**}$), izuzev u prvoj oceni nakon primene 2,5 i 5% butralina (Tabela 3).

Za razliku od lokaliteta Maradik (Tabela 2) na kome su razlike između tretmana bile nešto izraženije, na lokalitetu Bogatić razlike se uočavaju između primenjenih količina butralina (2% vs 5%) i butralina 5% i malein-hidrazida 12,5 l/ha (Tabela 3). Vizuelnom ocenom nisu

Tabela 1. Prosečna dužina bočnih izdanaka duvana posle primene RR, lokalitet Maradik**Table 1.** The average length of lateral tobacco shoots after application RR, locality of Maradik

Sprat Layer	Ocena / Assessment											
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	Kontrola				Malein hidrazid							
I	30,6	262,2	319,6	375,35	7,9	9,57	13,87	15,79				
II	21,8	179,1	238,3	258,2	11,95	57,48	61,1	63,97				
III	12,4	66,75	102,5	134,5	9,98	94,25	97,30	99,77				
IV	11,4	58,65	90,52	126,17	12,07	85,5	88,95	91,15				
V	11,3	47,10	10,50	0	9,93	7,0	0	0				
	Butralin 2%				Butralin 2,5%				Butralin 5%			
I	4,48	8,05	12,15	15,6	9,68	18,02	23,15	25,55	7,68	17,12	25,55	28,55
II	9,67	22,56	27,55	32,4	16,72	18,47	22,10	24,50	18,82	20,47	23,10	26,50
III	8,6	15,65	20,25	24,1	17,2	29,48	32,20	35,10	14,32	25,28	27,28	30,15
IV	8,68	7,47	14,12	24,65	13,07	14,97	18,95	21,30	10,27	7,54	0	0
V	2,6	0	0	0	9,88	0,9	0	0	0	0	0	0

Tabela 2. Prosečna dužina bočnih izdanaka duvana posle primene RR, lokalitet Bogatić**Table 2.** The average length of lateral tobacco shoots after application RR, locality of Bogatic

Sprat Layer	Ocena / Assessment											
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	Kontrola				Malein hidrazid							
I	21,46	202,10	265,57	319,25	9,66	8,02	15,10	19,02				
II	15,60	162,11	225,20	272,90	6,32	8,58	13,05	18,05				
III	10,37	107,43	151,45	204,95	5,20	20,58	25,00	31,50				
IV	8,08	69,85	119,15	164,65	4,85	27,68	32,55	36,65				
V	7,40	38,71	67,80	93,15	3,67	16,06	23,25	23,32				
	Butralin 2%				Butralin 2,5%				Butralin 5%			
I	9,35	23,32	26,46	29,70	11,8	12,61	16,13	18,52	9,18	9,45	12,13	12,52
II	10,55	19,53	22,75	25,55	18,94	28,8	31,23	33,62	12,24	18,8	22,28	25,62
III	8,75	16,70	19,90	22,47	10,25	14,23	16,33	18,77	11,15	0	10,25	0
IV	8,26	15,42	18,35	21,55	6,87	10,62	12,78	15,10	0	0	0	0
V	6,45	12,17	16,10	19,55	4,76	5,33	7,33	9,08	0	0	0	0

primećeni fitotoksični simptomi, niti bilo kakve abnormalnosti na tretiranim biljkama, u poređenju sa kontrolom, na oba lokaliteta. Dobru efikasnost RR potvrdio je Steinberg (1947, 1949) u svojim istraživanjima, ali je naglasio da je primena 2,4 dihlorfenoksisirćetne kiseline pored dobre efikasnosti uticala i na pojavu deformacija samih listova.

Uljana repica: Zahvaljujući povoljnim uslovima u vreme setve u jesenjem periodu usev uljane repice je bio u dobroj kondiciji. U vreme kada je izveden jesenji tretman biljke uljane repice su bile u fazi 4-6 razvijenih listova i visine oko 20-25 cm. Analiza rezultata koji se

Tabela 3. Značajnost razlika u efikasnosti primenjenih regulatora rasta u duvanu**Table 3.** Statistically significant differences in efficacy between the applied growth regulators in tobacco

Tretman Treatment	Lokalitet / Locality							
	Maradik / Maradik				Bogatić / Bogatic			
	Ocena / Assessment							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
K – butralin 2%	nz	**	**	**	*	**	**	**
K - butralin 2,5%	**	**	**	**	nz	**	**	**
K - butralin 5%	**	**	**	**	nz	**	**	**
K – malein hidrazid 12,5 l/ha	**	**	**	**	**	**	**	**
2% - butralin 2,5%	**	nz	nz	nz	nz	nz	nz	nz
butralin 2% - butralin 5%	**	**	**	**	**	**	**	**
butralin 2,5% - butralin 5%	nz	nz	*	nz	nz	nz	nz	nz
butralin 2% - malein hidrazid 12,5 l/ha	*	**	**	**	**	nz	nz	nz
butralin 2,5% - malein hidrazid 12,5 l/ha	nz	**	**	**	**	nz	nz	nz
butralin 5% - malein hidrazid 12,5 l/ha	**	**	**	**	**	**	**	**

K- netretirane biljke; $p < 0,01^{**}$, $p < 0,05^{*}$, nz- razlike nemaju značaja ns

odnose na procenat redukcije rasta u odnosu na kontrolu pokazuje da je razlika u efikasnosti primenjenih količina bila mala nakon prve ocene (Tabela 4). Međutim, nakon druge ocene uočava se bolja efikasnost veće primenjene količine, što je posebno izraženo na lokalitetu Gardinovci (40,95%, Tabela 4). Rao i Mendham (1991) su konstatovali efekat RR na smanjenje porasta biljaka uljane repice i ukazali na činjenicu da neke sorte bolje reaguju na primenu RR, što se uočava preko povećanja prinosa. Slična istraživanja su obavili Armstrong i Nicol (1991), koji su ispitivali efekat različitih RR (2-hloretan fosforna kiselina, paklobutrazol, hlormekvat-hlorid i fluorprimidol) na rast uljane repice. Procenat smanjenja visine se kretao od 14-22% u zavisnosti od aktivne materije i sorte uljane repice. Međutim, uočena je i pojava fitotoksičnih efekata nakon primene 2-hloretan fosforne kiseline.

Tabela 4. Prosečna visina biljaka uljane repice nakon primene RR**Table 4.** The average value of plant height of oilseed rape after GRs application

Vreme primene Application time	Jesen / Autumn				Proleće / Spring			
	I		II		I		II	
Ocena Assessment	visina (cm)	%	visina (cm)	%	visina (cm)	%	visina (cm)	%
Gardinovci								
Kontrola	30,77	-	41,37	-	43,18	-	49,25	-
0,5 l/ha tebukonazol	25,75	16,31	27,08	34,54	40,63	5,90	42,32	14,07
0,75 l/ha tebukonazol	26,42	14,14	24,43	40,95	40,72	5,71	41,38	15,98
Knićanin								
Kontrola	30,92	-	34,43	-	40,5	-	43,38	-
0,5 l/ha tebukonazol	24,70	20,12	26,12	24,14	34,33	14,99	29,97	30,91
0,75 l/ha tebukonazol	26,28	15,00	28,03	18,59	32,92	18,72	33,78	22,13

Nasuprot visokoj efikasnosti u jesenjoj oceni, prolećna ocena je pokazala da postoje neznatne razlike između tretmana (posebno izraženo nakon prve ocene efikasnosti na oba lokaliteta). Druga prolećna ocena pokazuje nešto veću efikasnost količine 0,75 l/ha na rast biljaka uljane repice na lokalitetu Gardinovci (15,98%, Tabela 4). Međutim, statistička obrada podataka pokazuje jasne razlike u visini biljaka u odnosu na kontrolu (Tabela 5). Nasuprot ovome razlike između primenjenih tretmana (0,5 i 0,75 l/ha) nisu imale značaja (osim na lok. Knićanin, II ocena).

Primena RR utiče na smanjenje rasta uljane repice, što se odrazilo u vidu boljeg prezimljavanja useva i snažnijeg porasta biljaka u proleće. Prolećna primena ima za cilj smanjenje visine biljaka, njihovo jačanje, kao i potenciranje rasta bočnih izdanaka, što dovodi do homogenijeg cvetanja i ujednačenijeg zrenja.

Pšenica: Kao i kod prethodna dva useva, primena RR u usevu pšenice pokazala je visoku efikasnost. Smanjenje visine stabla u odnosu na kontrolu se kretalo od 16,43 do 18,52% (Tabela 6), dok se smanjenje dužine internodija kretalo od 9,4 do 34,98%. Statistička analiza dužine pojedinačnih internodija (I-V internodija) pokazala je statistički veoma značajne razlike u svim ispitivanim varijantama (Tabela 6).

Analiza podataka je pokazala da je RR primenjen u većim količinama uticao na statistički značajno smanjenje ukupne visine biljaka (Tabela 6). Procenat smanjenja se kretao od 16,43 do 26,85% (lok. Dobrić) i od 21,64 do 30,10% (lok. Glogonjski rit). Kada se analizira dužina pojedinačnih internodija uočava se smanjenje dužine u poređenju sa kontrolom kod svih ispitivanih varijanti. U zavisnosti od količine primene RR, procenat smanjenja se kretao od 9,40 do 34,98% (lok. Dobrić) i od 9,57 do 36,36% (lokalitet Glogonjski rit) (Tabela 6). Efekat je bio najizraženiji na dužinu III i IV internodije, što je bilo i očekivano jer je primena bila u vreme razvoja treće internodije. Crook i Ennos (1995) su ispitivali efekat azota i RR (hlormekvat i mepikvat hlorid) na biljke pšenice, pri čemu su konstatovali da azot stimuliše rast biljaka za 2,5%, a RR ga umanjuju za 5-12% u zavisnosti od aktivne materije. Ako se analizira efekat na poleganje useva može se konstatovati da je u kontroli (lok. Dobrić) došlo do poleganja useva

Tabela 5. Značajnost razlika u visini biljaka uljane repice nakon primene RR

Table 5. Statistically significant differences in plant height of oilseed rape between the applied GRs

Tretman Treatment	Lokalitet Locality			
	Knićanin Knicanin		Gardinovci Gardinovci	
	I ocena	II ocena	I ocena	II ocena
	jesenja primena			
K- 0,5 l/ha tebukonazol 250 g/l	**	**	**	**
K- 0,75 l/ha tebukonazol 250 g/l	**	**	**	**
0,5-0,75 l/ha tebukonazol 250 g/l	nz	**	nz	nz
	prolećna primena			
K- 0,5 l/ha tebukonazol 250 g/l	*	**	*	**
K- 0,75 l/ha tebukonazol 250 g/l	**	**	*	**
0,5-0,75 l/ha tebukonazol 250 g/l	nz	**	nz	nz

p<0,05 *, p<0,01 **, nz - razlike nemaju značaja

Tabela 6. Uticaj RR na porast pšenice**Table 6.** The effect of GR on the upgrowth of wheat

Internodija Internodes	Tretman / Treatment			
	K	Etefon 660 g/l (0,75 l/ha)	Etefon 660 g/l (1,5 l/ha)	Etefon 480 g/l (1,0 l/ha)
Dobrić				
I	-	16,98%	16,98%	12,26%
II	-	14,18%	28,36%	21,64%
III	-	17,12%	21,23%	23,97%
IV	-	26,00%	34,98%	18,38%
V	-	15,69%	22,35%	9,40%
Σ (cm)	86,40**	70,40**	63,20**	72,20**
%	-	18,52	26,85	16,43
Glogonjski rit				
I	-	27,18%	21,36%	16,99%
II	-	27,15%	30,17%	26,29%
III	-	31,99%	37,27%	28,26%
IV	-	35,23%	36,36%	30,00%
V	-	15,27%	23,42%	9,57%
Σ (cm)	84,55	61,95 **	59,10 **	66,25 **
%	-	26,73	30,10	21,64

% procenat smanjenja u odnosu na kontrolu, $p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, Σ ukupna visina stabla

na 22-25% površine, dok na površinama gde su primenjeni RR nije uočeno poleganje useva. Ova činjenica je značajna obzirom da se stablo pšenice mehanički menja od cvetanja do žetve (Crook et al., 1994). Crook i Ennos (1995) su takođe objasnili značaj primene RR sa aspekta sprečavanja poleganja useva. Oni su konstatovali da je primena RR sprečila poleganje useva pšenice, što je u skladu sa našim rezultatima.

ZAKLJUČAK

RR ispitivani u ovom radu su ispoljili očekivane efekte na usev duvana, uljane repice i pšenice. Naime, RR primenjeni u duvanu (butralin i malein-hidrazid kalijum) su inhibirali pojavu i rast bočnih izdanaka listova duvana, pri čemu je efekat bio izraženiji na dužinu bočnih izdanaka viših spratova. Takođe, etefon je doveo do redukcije rasta biljaka pšenice, a tebukonazol do redukcije rasta useva uljane repice, pri čemu je ostvaren bolji efekat u slučaju jesenje primene RR.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju na podršci Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (Projekat TR31018 i III 46008).

LITERATURA

- Anonymous:** Weeds in Control of suckers in tobacco - PP 1/155 (2). EPPO Standards. Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products, 4, Herbicides and Plant Growth Regulators, OEPP/EPPO, Paris, 2007.
- Anonymous:** Reduction of lodging in cereals and maize PP 1/144 (3). EPPO Standards. Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products, 4, Herbicides and Plant Growth Regulators, OEPP/EPPO, Paris, 2006.
- Anonymous:** Control of lodging and manipulation of canopy structure in rape - PP 1/153 (2). EPPO Standards. Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products, 4, Herbicides and Plant Growth Regulators, OEPP/EPPO, Paris, 2004.
- Anderson, S. M., Clay, S. A., Wrage, L. J., Matthees, D.:** Soybean foliage residues of dicamba and 2,4-D and correlation to application rates and yield. *Agronomy Journal*, 96, 750-760, 2004.
- Armstrong, E. L., Nicol, H. I.:** Reducing height and lodging in rapeseed with growth regulators. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 31(2), 245-250, 1991.
- Cooke, A. R., Starke, G. R.** (inventors): Amchem Prod, assignee. Method for inhibiting the growth of tobacco suckers. United States patent US 3,880,643, 1975.
- Cooke, A. R., Starke, G. R.** (inventors): Union Carbide Corporation, assignee. Method for inhibiting the growth of tobacco suckers. United States patent US 4,077,795, 1978.
- Crook, M. J., Ennos, A. R.:** The effect of N and growth regulators on stem and root characteristics associated with lodging in two cultivars of winter wheat. *Journal of Experimental Botany*, 46 (289), 931-938, 1995.
- Crook, M. J., Ennos, A. R., Sellers, E. K.:** Structural development of the shoot and root systems of two winter wheat cultivars. *Journal of Experimental Botany*, 45, 857-63, 1994.
- Denny, F. E.:** Effect of ethylene upon respiration of lemons. *Botanical Gazette*, 77, 322-329, 1924.
- Grossman, K., Casper, G., Kwiatkowski, J., Bowe, S. J.:** On the mechanism of selectivity of the corn herbicide BAS 662H: a combination of the novel auxin transport inhibitor diflufenzopyr and the auxin herbicide dicamba. *Pest Management Science*, 58, 1002-1014, 2002.
- Hammer, C. L., Tukey, H. B.:** The Herbicidal Action of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid and 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic Acid on Bindweed. *Science*, 100, 154-155, 1944.
- Hoffman, G.:** Use of plant growth regulators in arable crops: Survey and outlook. In: *Progress in Plant Growth Regulation. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture* (Karssen C. M., van Loon L. C., Vreugdenhil D., Eds.), Springer, Dordrecht, 13, 798-808, 1992.
- Kish, C. J.** (inventor): Fairmount Chemical Company, Inc., assignee. Tobacco sucker control agent and method. United States patent US RE30, 216, 1980.
- Morgan, P.:** Synthetic growth regulators: potential for development. *Botanical Gazette*, 141(4), 337-346, 1980.
- Rao, M. S. S., Mendham, N. J.:** Comparison of chinoli (*Brassica campestris* subsp. *oleifera* × subsp. *chinensis*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. *The Journal of Agriculture Science*, 17 (2), 177-187, 2009.
- Steinberg, A. R.:** Suppression of axillary growth in decapitated tobacco plants by chemicals. Plant industry station, Beltsville, Maryland, USA, 1947.

- Steinberg, A. R.:** Greenhouse tests with chemicals for suppression of lateral branching of decapitated tobacco plants. *Plant Physiology*, 25 (1), 103-113, 1949.
- Sterling, T. M., Hall, J. C.:** Mechanism of action of natural auxins and the auxinic herbicides. In: *Herbicide Activity, Toxicology, Biochemistry and Molecular Biology* (Roe, R. M., Burton, J. D., Kuhr, R. J., Eds.). Burke, VA: IOS, 111-141, 1997.
- Templeman, W. G.:** The uses of plant growth substances. *Annals of Applied Biology*, 42, 162-173, 1955.
- Thimann, K. V., Went, F. W.:** On the chemical nature of the root-forming hormone. *Proceedings of Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen Amsterdam*, 37, 456-459, 1934.
- Zimmerman, P. W., Hitchcock, A. E.:** Substituted phenoxy and benzoic acid growth substances and the relation of structure to physiological activity. *Boyce Thompson institute Contributions*, 12, 321-343, 1942.
- Republički zavod za statistiku RS** (<http://webrzs.stat.gov.rs>, preuzeto 15.11.2017), 2017.
- Wax, L. M., Knuth, L. A., Slife, F. W.:** Response of soybean to 2,4-D, dicamba and picloram. *Weed Science*, 17, 388-393, 1969.
- Weidenhamer, J. D., Triplett, G. B., Sobotka, F. E.:** Dicamba injury to soybean. *Agronomy Journal*, 81, 637-643, 1989.

Effects of the growth regulators on tobacco, oilseed rape and wheat

SUMMARY

During the 80s it was considered that a new era in agriculture has begun with the manipulation of plant growth through the use of synthetic regulators. Growth regulators (GR) have found their application in different crops (cereals, tobacco, potato, bananas, coffee, cotton, oilseed rape) and plantations (fruit and citrus orchards and vineyards). In order to examine the influence of GR on the growth of plants, i.e. their lateral branches, the trials were conducted in tobacco, winter wheat and oilseed rape fields, with the aim to evaluate the effects of growth regulators. Maleic hydrazide potassium and different concentrations of butralin were applied in tobacco, while tebuconazole was applied in oilseed rape and ethephon in wheat. Analysis of the results has shown that the application of GR has had an effect on the growth of lateral tobacco shoots and oilseed rape and wheat plants. Statistically significant differences between the control and treated plants have been determined for all of the assessed rates of growth regulators. The effects were more pronounced on the length of lateral shoots in the upper nodes of tobacco, while in oilseed rape a higher efficiency was registered following fall treatments.

Key words: growth regulators, efficacy, tobacco, wheat, oilseed rape.