

## Uticaj paklobutrazola na rezistentnost prema suši i na morfologiju pasulja (*Phaseolus vulgaris* L.)

---

*Ispitivano je dejstvo paklobutrazola na pasulj (*Phaseolus vulgaris* L.). Cilj eksperimenta bio je da se ispita kako ovaj retardant rastenja utiče na morfologiju biljaka pasulja i njihovu otpornost na sušu. Rezultati su pokazali da paklobutrazol povećava rezistentnost biljaka pasulja na sušu, a to bi se moglo povezati sa promenama u morfologiji koje izaziva (kraće i deblje stablo, kompaktnija građa, bolje razvijen korenov sistem). Iz rezultata ovog eksperimenta može se zaključiti da paklobutrazol redukuje dužinu stabla i lisnih drški biljaka pasulja, a da povećava broj i dužinu korenova u odnosu na kontrolne biljke.*

---

### Uvod

Dovoljna količina vode je preduslov za normalan razvoj biljaka. Voda služi kao transporter, rastvarač, učestvuje u svim fiziološkim procesima u biljci. Njen nedostatak izaziva sušenje.

Neke supstance mogu da povećaju rezistentnost biljaka na sušu i odgode uvenuće. Dokazano je takvo dejstvo apscisinske kiseline (ABA). Postoje jedinjenja koja se nazivaju retardanti rastenja i imaju sličan efekat.

Neki retardanti rastenja su jedinjenja koja blokiraju biosintezu gibberelina, pa se zato nazivaju i antigiberelinima. Oni imaju široku primenu u poljoprivredi i hortikulturi, jer sprečavaju izduživanje biljaka. Danas se ova jedinjenja u velikoj meri koriste za kontrolu poleganja kod žitarica (pšenice, pirinča i dr.), zatim u redukciji rastenja kod pamuka i sadnica drvenastih biljaka (ispod dalekovoda i telefonskih žica), kao i u kontroli rastenja trava na travnjacima, golf-terenima i stadionima. Osim uticaja na izduživanje, retardanti rastenja imaju efekat i na kompaktnost građe (naročito kod pamuka i drvenastih biljaka), kao i na povećanje otpornosti biljaka na klimatske stresove (pre svega na niske temperature i mraz).

Paklobutrazol (Pc) je retardant rastenja koji spada u grupu heterocikličnih jedinjenja sa azotom. On blokira biosintezu gibberelina na taj

---

*Nada Šurbanovski (1977), Beograd, Repiška 17, učenica 3. razreda XIII beogradske gimnazije*

**MENTOR:**  
*Mr Ivana Dragičević, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu*

način što inhibira enzime (monooksigenaze) koji katalizuju oksidaciju entkaurena do entkaurenoične kiseline (ova jedinjenja su međuproizvodi u putu biosinteze giberelina). Prekid biosinteze giberelina odražava se na morfologiji biljke.

Cilj ovog eksperimenta bio je da se ispita kako paklobutrazol utiče na morfologiju biljaka pasulja (*Phaseolus vulgaris* L.) i njihovu otpornost na sušu.

## Materijal i metode

Semena pasulja podeljena su u 6 grupa po 15 semena (ukupno 90 semena). Četiri grupe (60 semena) imbibovale su u 0.02% rastvoru paklobutrazola, a dve grupe (30 semena) u destilovanoj vodi, po 5 časova. Zatim su semena zasađena, po grupama, u plastične čaše sa kvarcnim peskom (3 semena po čaši) na dubini od 2 cm. Svaka čaša sadržala je 210 g autoklaviranog pa zatim osušenog kvarcnog peska koji je pre sađenja semena zaliven sa 14.5 ml vode. Nakon toga su čaše ostavljene u laboratorijskim uslovima sa 16 časova svetla i 8 časova mraka (jačina svetla je bila 7 W/m<sup>2</sup>).

Tabela 1. Režim zalivanja biljaka i nakapavanja GA<sub>3</sub>

|                                       | Grupa          | Nakapavanje GA <sub>3</sub> (100 g) | Režim zalivanja biljaka |
|---------------------------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Semena imbibovana u destilovanoj vodi | I (kontrolna)  | –                                   | Redovan                 |
| Semena imbibovana u destilovanoj vodi | II (kontrolna) | –                                   | Izložene suši           |
| Semena imbibovana u 0.02% rastvoru Pc | III            | –                                   | Redovan                 |
| Semena imbibovana u 0.02% rastvoru Pc | IV             | –                                   | Izložene suši           |
| Semena imbibovana u 0.02% rastvoru Pc | V              | +                                   | Redovan                 |
| Semena imbibovana u 0.02% rastvoru Pc | VI             | +                                   | Izložene suši           |

Grupe I, III i V zalivane su svakodnevno sa 14.5 ml česmenske vode po jednoj čaši. Grupe II, IV i VI, gde su bili simulirani uslovi suše, bile su zalivane na 2 dana sa po 7.5 ml česmenske vode.

Dodavanje giberelne kiseline (GA<sub>3</sub>) vršeno je nakon pojave prvih listova, nakapavanjem kapilarnom, po 100 g na apeks svake biljke u okviru odgovarajućih eksperimentalnih grupa (V i VI).

12 dana posle sađenja semena u kvarcni pesak, biljke pasulja iz svih eksperimentalnih grupa su ubirane, pa su određivani dužina stabla, dužine

lisnih drški, broj korenova po biljci i dužine korenova. Urađena je statistička obrada dobijenih podataka i utvrđena je statistička značajnost razlika između srednjih vrednosti metodom analize varijanse.

## Rezultati i diskusija

Posmatranjem biljaka svih eksperimentalnih grupa odmah se može uočiti da redovno zalivane kontrolne biljke (grupa I) imaju znatno duže stablo od biljaka svih ostalih grupa, kao i da su im stabla čvrsta i uspravna, a listovi krupni.

Kontrolne biljke koje su bile izložene suši (grupa II) izgledaju klonulo, po dužini stabla zaostaju za zalivanom kontrolom i imaju sasušene listove. Kod biljaka ove eksperimentalne grupe prvi znaci venjenja uočeni su šestog dana po iskljivanju.

Kod redovno zalivanih biljaka tretiranih paklobutrazolom (grupa III), u poređenju sa zalivanom kontrolnom grupom, mogu se uočiti sledeće morfološke razlike: stablo im je znatno kraće i deblje, korenski sistem je bolje razvijen, a listovi su im zeleniji.

Biljke tretirane paklobutrazolom i izložene suši (grupa IV) su niže od biljaka grupe III. Stablo biljaka iz ove dve grupe su približno jednake debljine, ali su biljke izložene suši klonule i suvih listova. Prvi znaci venjenja kod biljaka IV grupe uočeni su devetog dana nakon iskljivanja.

Biljke iz grupe V (tretirane paklobutrazolom i gibernelnom kiselinom i redovno zalivane) su nešto više od biljaka tretiranih samo paklobutrazolom (grupa III), a boja listova im je manje intenzivna.

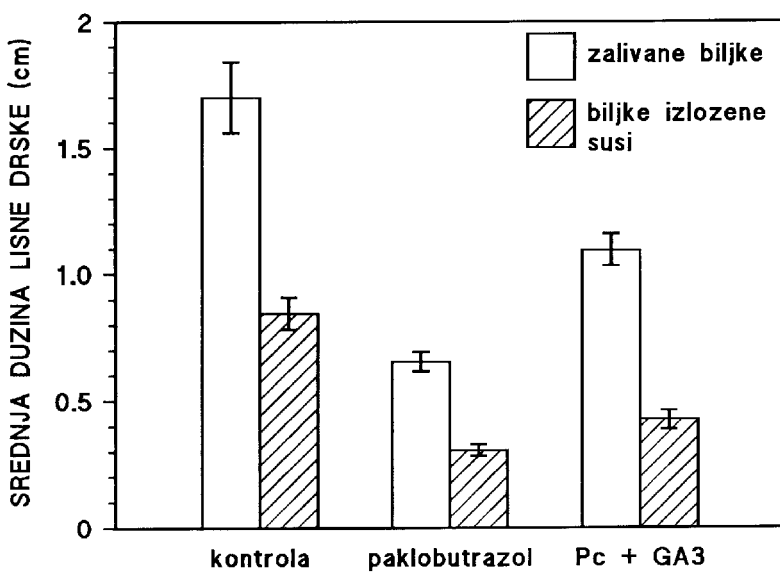
VI eksperimentalna grupa biljaka (Pc + GA<sub>3</sub> + suša) pokazala je prve znake venjenja osmog dana po iskljivanju.

Kod biljaka koje su redovno zalivane (I, III i V grupa) znaci venjenja nisu primećeni do kraja eksperimenta.

Kao pokazatelji promene u morfologiji biljaka pasulja pod uticajem paklobutrozola i suše uzeti su dužina stabla, dužine lisnih drški, dužina korenova i broj korenova po biljci, a srednje vrednosti izmerenih parametara su prikazane histogramima (sl. 1 – 4).

Kod redovno zalivanih biljaka srednja dužina stabla i srednja dužina lisnih drški najveće su kod kontrolnih biljaka, a najmanje kod biljaka tretiranih paklobutrazolom. Srednja dužina biljaka tretiranih paklobutrazolom i gibernelnom kiselinom je između ove dve vrednosti. Isti odnos dužine stabla pokazuju biljke eksperimentalnih grupa izloženih suši.

Biljke tretirane paklobutrazolom imaju duži koren u odnosu na kontrolne biljke, a dodavanje GA<sub>3</sub> ne menja bitno efekat Pc (razlike između srednjih vrednosti za eksperimentalne grupe I, III i V nisu statistički značajne). Paklobutrazol povećava takođe broj korenova u poređenju sa

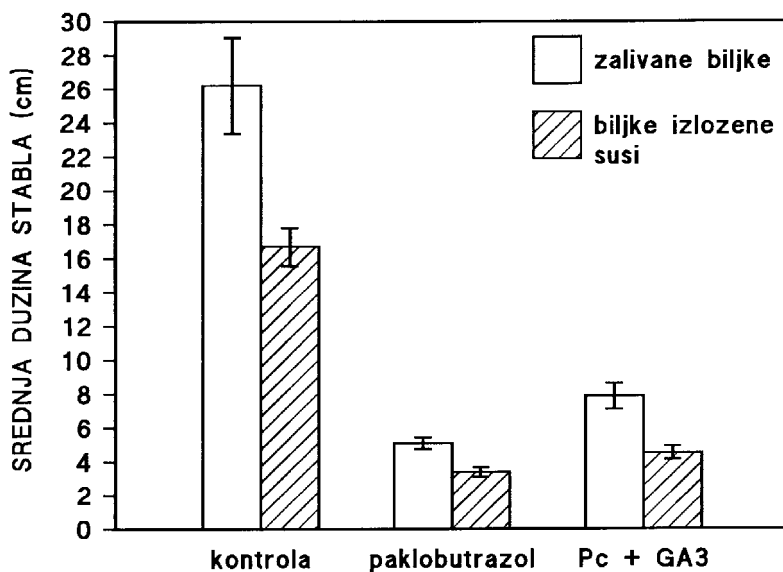


Slika 1. Srednje vrednosti dužine stabla i lisnih drški po grupama ispitivanih biljaka. Vertikalnim linijama prikazane su standardne greške srednjih vrednosti.

Legenda:  
Pc = paklobutrazol,  
GA3 = giberelna kiselina

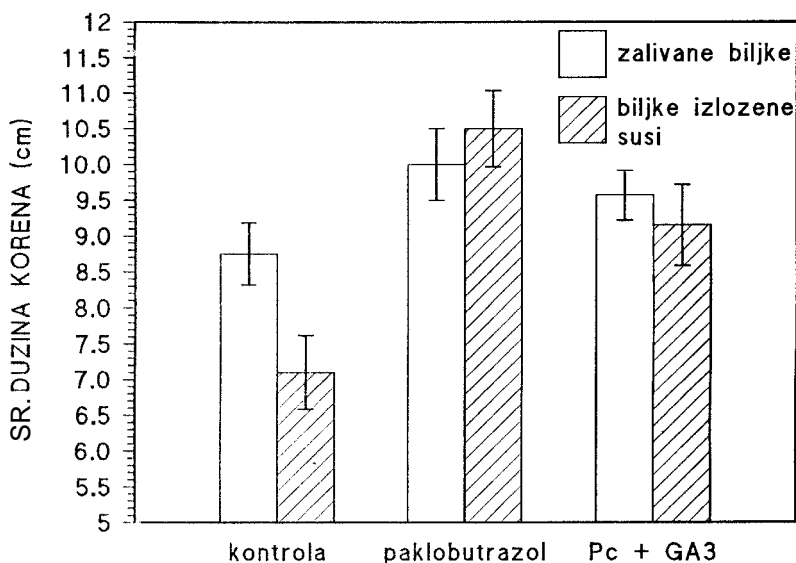
Figure 1. The mean lengths of the plant and leaf stems in different groups of the tested plants. Vertical lines represent standard deviations of the arithmetic means.

Legend:  
Pc = paclobutrazol,  
GA<sub>3</sub> = gibberellic acid



biljkama grupe I. S obzirom na to da biljke iz grupe V imaju približno isti broj korenova kao i kontrolne, redovno zalivane biljke (manje od broja korenova kod biljaka tretirane samo paklobutrazolom), to bi možda moglo da ukaže na to da egzogeno dodata GA<sub>3</sub> prevazilazi mogući efekat Pc na broj korenova.

Izloženost suši izaziva kod kontrolnih biljaka pasulja statistički značajno smanjenje dužine stabla, lisnih drški i korenova, kao i statistički

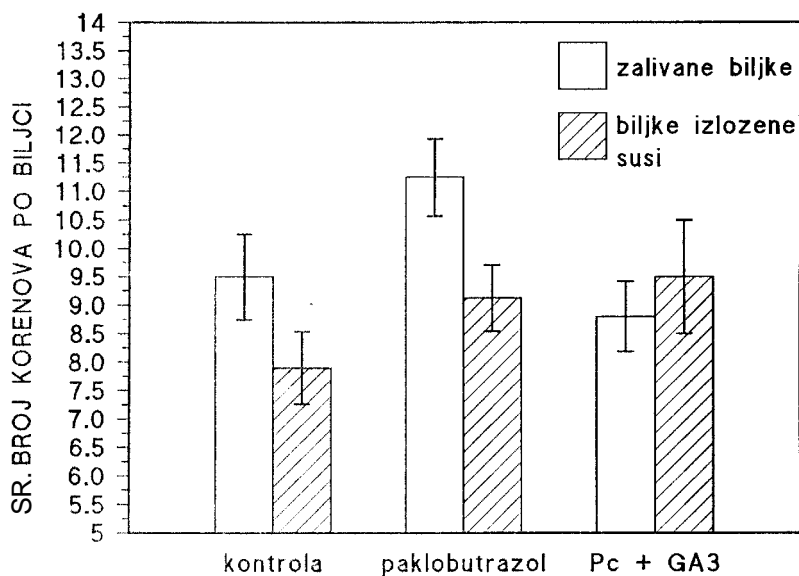


Slika 2. Srednje vrednosti dužine korenova i broja korenova po grupama ispitivanih biljaka. Vertikalnim linijama prikazane su standardne greške srednjih vrednosti.

Legenda:  
Pc = paklobutrazol,  
GA3 = giberelna kiselina

Figure 2. The mean lengths of the roots and the mean number of roots in different groups of the tested plants. Vertical lines represent standard deviations of the arithmetic means.

Legend:  
Pc = paclobutrazol,  
GA<sub>3</sub> = gibberellic acid



neznačajno smanjenje broja korenova. Biljke tretirane paklobutrazolom u uslovima suše pokazuju statistički značajno smanjenje dužine lisnih drški i broja korenova u odnosu na biljke pod Pc koje nisu bile izložene suši. Na dužinu stabla i korenova biljaka tretiranih paklobutrazolom suša ne utiče statistički značajno.

Nakapavanje GA<sub>3</sub> na biljke koje su prethodno tretirane paklobutrazolom dovodi do izduživanja stabla i lisnih drški i kod biljaka izloženih

suši i kod zalivanih biljaka, ali je taj efekat statistički značajan samo u slučaju izduživanja lisnih drški kod zalivanih biljaka (eksperimentalne grupe III i V). GA<sub>3</sub>, takođe, kod biljaka tretiranih paklobutrazolom i redovno zalivanih dovodi do statistički značajnog smanjenja broja korenova (eksperimentalne grupe III i V), dok na odgovarajuće biljke izložene suši nema statistički značajan efekat (eksperimentalne grupe IV i VI). Ovi podaci ukazuju na to da je antagonizam između GA<sub>3</sub> (tj. giberelina) i paklobutrazola (tj. antigiberelina) manje izražen u slučaju kada su biljke izložene suši. GA<sub>3</sub> ne utiče statistički značajno na dužinu korenova kod biljaka tretiranih paklobutrazolom bez obzira na to da li su biljke bile izložene suši ili ne. To je u skladu sa već poznatom činjenicom da egzogeno dodata GA<sub>3</sub> stimuliše izduživanje korenova samo kod pojedinih vrsta biljaka, kao što su *Datura innoxia*, *Atropa belladonna* i *Hyoscyamus niger*, što ne mora da znači da endogeni giberelini ne igraju važnu ulogu u normalnom izduživanju korenova, ali deluju u znatno manjim količinama od onih koje zahteva stablo (Takahashi i sar., 1991).

## Zaključak

Iz rezultata ovog eksperimenta može se zaključiti da paklobutrazol redukuje dužinu stabla i lisnih drški biljaka pasulja, što se objašnjava time da ovo jedinjenje inhibira biosintezu giberelina, čiji je primarni fiziološki efekat izduživanje biljaka. Primećuje se, takođe, da povećava broj i dužinu korenova u odnosu na kontrolne biljke. S obzirom na to da biljke tretirane ovim retardantom rastjenja pokazuju prve znake venjenja kasnije nego kontrolne biljke, može se zaključiti da Pc povećava rezistentnost biljaka pasulja na sušu, a to bi se moglo povezati sa promenama u morfologiji koje izaziva (kraće i deblje stablo, kompaktnija građa, bolje razvijen korenov sistem).

Egzogeno dodavanje GA<sub>3</sub> biljkama tretiranih paklobutrazolom dovodi do očekivanih efekata na morfologiju biljaka (do izduživanja), mada visina ovih biljaka ipak ne dostiže visinu kontrolnih biljaka, što je verovatno posledica jednokratne primene i nepotpunog usvajanja GA<sub>3</sub> u primenjenoj koncentraciji.

Tretman giberelnom kiselinom poništava efekat paklobutrazola na povećanje broja korenova, dok se taj efekat ne uočava u uslovima suše.

Na kraju, treba napomenuti da je eksperiment rađen na relativno malom broju biljaka i da se sigurniji rezultati mogu dobiti sprovođenjem ovog eksperimenta na većem broju biljaka.

## Literatura

- [ 1 ] Denffer, D., Ziegler, H. 1982. *Botanika – morfologija i fiziologija*. Zagreb: Školska knjiga
- [ 2 ] Krishnamoorthy, H. N. 1975. *Gibberellins and Plant Growth*. Halsted Press Book, John Wiley & Sons
- [ 3 ] Takahashi, N., Phenney, B. O., MacMillan, J. 1991. *Gibberellins*. Springer-Verlag

---

*Nada Šurbanovski*

### The Effect of Paclobutrazol on Morphology and Resistance of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to Drought Conditions

The effect of paclobutrazol on beans (*Phaseolus vulgaris* L.) was tested. The goal of the experiment was to clarify the way this growth inhibitor affects morphology and resistance of beans to drought conditions. The results demonstrate that paclobutrazol increases the resistance of beans to drought conditions. This could be related to morphological changes it causes on the bean plant (shortens and thickens its stem, increases its compactness and improves its root system). It was also found that paclobutrazol shortens the leaf stems. It causes the elongation of the roots and increases their number, as well.

