

**Dr Anđelko Butorac,**  
**Dr Frane Tomić,**  
**Inž. Ivan Turšić,**  
Poljoprivredni fakultet Zagreb

## **SPECIFIČNA VOLUMNA TEŽINA I INTERVAL VLAŽNOSTI TLA KAO FAKTORI U UZGOJU OZIME PŠENICE**

### **UVOD I PREGLED LITERATURE**

Zbijenost tla jedan je od središnjih problema u suvremenoj obradi tla, prema jednoj strani zbog sve šire primjene teških strojeva u osnovnoj obradi tla, a prema drugoj zbog intenzivne dopunske obrade tla i transporta. Upravo ovi faktori dovode do zbijanja tla, koje limitira prinos poljoprivrednih kultura, čak više nego nedostatak hranjivih tvari.

Povoljna fizikalna svojstva tla nesumnjivo čine osnovu za uspješni uzgoj poljoprivrednih kultura, pa izučavanje ovog problema u novije vrijeme sve više privlači pažnju istraživača, posebno sa stajališta povezanosti tla i biljke. U tome čini se, našto upućuju podaci iz literature, središnje mjesto zauzima izučavanje optimalne zbijenosti odnosno specifične volumne težine tla, poroziteta i vodnog režima tla zajedno s različitim gradacijama gnojidbe tla za različite usjeve u ovisnosti od tipa tla. Tako se je npr. SIPOS (1968) bavio problemom poroznosti odnosno zbijenosti tla i došao do zaključka, da različite kulture za svoj optimalni razvoj traže različiti porozitet tla i da stupanj u kojem porozitet tla djeluje na biljke ovisi od razine hranjivih tvari u tlu. Djelovanje visokih doza mineralnih gnojiva uz optimalnu vlagu dolazi više do izražaja s porastom poroziteta, što je autor utvrdio nakon pokusa izvršenih s kukuruzom, pšenicom, šećernom repom i lucernom.

KUNZE et al (1968) u istraživanjima usmjerenim na racionalniju obradu tla, su utvrdili različito reagiranje kultura na različitu zbijenost tla u ovisnosti od klimatskih uvjeta i lokaliteta.

SMIERZCHALSKI (1972) je u model pokusima na nekoliko različitih tala ispitivao utjecaj volumne težine na prinos ozime pšenice i jarog ječma. Najviše prinose ozime pšenice na svim tlima — pjeskovito, glinasto i lesno tlo — dobio je kod najviše volumne težine — za pjeskovito i glinasto 1,6 g/cm<sup>3</sup>, a lesno 1,45 g/cm<sup>3</sup>.

SIENKIEWICZ i Irena GONET (1972) su ispitivali u vegetacijskim pokusima utjecaj različite volumne težine (1,2, 1,4 i 1,6 g/cm<sup>3</sup>) i različitog intervala vlažnosti tla (40 i 60% od poljskog kapaciteta) na aluvijalnom tlu na prinos jare pšenice i jarog ječma. Navode da su obje kulture pozitivno reagirale na povećanje volumne težine i vlažnije uvjete.

Problem zbijenosti tla sa stajališta obrade istraživali su KOVAČEV et al. (1972) na izluženom černozeu — smolnici i izluženom smeđem šumskom tlu pri volumnim težinama tla: 0,8, 1,0, 1,2 i 1,4 g/cm<sup>3</sup>. Autori su utvrdili da krivulja prinosa kultura u ovisnosti o zbijenosti ima oblik parabole. Tako npr. povećanjem zbijenosti kod lakše smolnice od 1,2 do 1,3 g/cm<sup>3</sup> prinos pšenice se povećava, a kod 1,4 g/cm<sup>3</sup> krivulja prinosa naglo pada.

Viktoria SZIRTES (1972) je provela model-pokuse na černozeu s pšenicom i kukuruzom u cilju ispitivanja efekta raznih načina produbljavanja oraničnog sloja, gnojidbe i njihove međusobne kompenzacije i došla do zaključka da dubina oraničnog sloja može utjecati na efikasnost gnojidbe sve do njezine pune kompenzacije.

SIPOS i Viktoria SZIRTES (1972) iznose rezultate ispitivanja međusobne povezanosti poroziteta, mineralne gnojidbe i korištenja vode od strane kukuruza i pšenice dobivene u vegetacijskim i model-pokusima na černozeu i teškim livadnim tlima. Porozitet tla iznosio je na oba tipa tla: 40, 48, 52, 56 i 60%. Autori su došli do zaključka da potrebe ozime pšenice u odnosu na porozitet u prirodnim uvjetima obrade ovise od količine oborina u toku vegetacije. Kod optimalnih količina oborina interakcija poroziteta i gnojidbe izbija na prvo mjesto.

Ispitivanja ove vrste idu i u drugim pravcima, pa je tako npr. van OUWERKERK (1968) ispitivao u model-pokusima trajnost zbijanja podmekote na pjeskovitoj ilovači, sa i bez vegetacije, i došao do zaključka da se zbijenost u podmekoti, u tlu bez vegetacije, nije bitno izmijenila u toku tri i pol godine. Pozitivni utjecaj usjeva i stajskog gnoja primijećen je samo u mekoti, pa autor, citirajući GÖRBINGA, zaključuje da fauna tla igra važnu ulogu u oraničnom sloju, odnosno da se zbijenost podmekote može otkloniti samo podrivanjem, a vrlo malo pod utjecajem rizofere.

TAYLOR i BURNETT (1964.) iznose rezultate o utjecaju zbijenosti tla na razvoj korijenovog sistema nekih kultura. Pa, iako je nezbijeno tlo imalo umjereno razvijen nepropusni sloj, kada se je nalazilo blizu vlažnosti poljskog kapaciteta glavnina korijenja ispitivanih kultura je mogla penetrirati ovaj sloj, ali kada se je tlo nalazilo blizu točke venuća, korijenje kultura se nije moglo razvijati kroz njega. Na zbijenom tlu bez obrade većina biljaka je ugibala, dok su npr. na tlu u obrađenom dljetastim plugom biljke preživljavale puštajući korijenje kroz pukotine nastale obradom.

Zanimljiva su i istraživanja ROSENBERGA i WILLITSA (1962) u vezi promjena fizikalnih svojstava tla u ovisnosti od zbijenosti, s ječmom i graham kao test kulturama, u kojima je porast volumne težine od 1,3 na 1,6 g/cm<sup>3</sup>, na pjeskovitom tlu rezultirao povećanjem prinosa ječma od 50%. Porast prinosa je linearno i signifikantno korelirao s porastom pristupačne vode. Povećanje volumne težine tla od 1,30 na 1,65 g/cm<sup>3</sup> na ilovastoj pjeskulji smanjilo je prinos ječma za 37%, što autori povezuju s povećanjem mehaničkog otpora tla.

Ovaj dio pregleda literature mogli bismo rezimirati ispitivanjima BONDAREVA et al. (1974), koji iznose da biljke stradaju, kako kod suviše rahlosti, tako i kod suviše zbijenosti, pa smatraju da optimalna volumna težina za većinu poljoprivrednih kultura iznosi 1,1 do 1,2 g/cm<sup>3</sup>. Autori također navode, da prinos poljoprivrednih kultura naglo pada, npr. pšenice i dr., kad sadržaja zraka u tlu nižeg od 15 do 18%. Stoga stvaranje optimalnog vodno-zračnog režima tla traži reguliranje strukture u cijelom korijenskom sloju, što pored uobičajenih zahvata upućuje na traženje novih puteva stvaranja moćnog korijenskog sloja s optimalnim parametrima fizikalnih svojstava tla.

I na kraju, što se tiče akumulacije dušika u zrnu pšenice, podvlačimo da je ovo pitanje opširno obrađivano u literaturi gledano sa šireg spektra, ali znatno manje kada je u pitanju navodnjavanje. Na ovom mjestu čini nam se da su najzanimljiviji rezultati koje navodi RUSSELL (1961). Prema njemu usvajanje dušika se javlja gotovo potpuno neovisno od rezervi vode u tlu, čak što više sadržaj dušika u zrnu i slami se smanjuje, pa dok je u jednom slučaju bez navodnjavanja iznosio 2,39% u zrnu kod doze od 254 mm pao je na 2,18%, a kod 508 mm na 1,98%. I prema ispitivanjima BAILEYA (cit. prema Russellu, *ibid.*) s porastom količine oborina od travnja do rujna sadržaj dušika se je u zrnu pšenice smanjivao. Dok je npr. kod količine od 304,8 do 355,6 mm iznosio 2,62%, kod količine od 558,8 do 609,6 iznosio je 2,04%. S ovim se slažu i rezultati SHUTTA (cit. prema Russellu, *ibid.*), koji navodi sadržaj bjelančevina od 13,91% u uvjetima navodnjavanja, a čak 18,18% u uvjetima bez navodnjavanja. Gotovo identični su i rezultati LAJKOVA (cit. prema PALOVU, 1967) koji je u uvjetima bez navodnjavanja dobio 18,4% bjelančevina u zrnu pšenice, a 15,7% pri navodnjavanju u tri navrata. I prema PRJANISNIKOVU (cit. prema PALOVU, *ibid.*) veća vlažnost tla utječe na smanjenje količine dušika u zrnu pšenice. Tako je npr. autor dobio kod 40% vlažnosti tla čak 3,0% dušika, a pri vlažnosti tla od 70% samo 1,84% dušika.

I istraživanja SAPOŽNIKOVA et al. (1974) upozoravaju na veliki utjecaj vodno-zračnog režima na dušičnu ishranu biljaka. Kratkovremeno suviše vlaženje tla, u fazi busanja ili vlatanja, za nekoliko je puta npr. snizilo ulaženje dušika u pšenicu iz tla i gnojiva.

Poznato je da se pristupačnost vode za biljke smanjuje, što se više njen sadržaj u tlu približava točki venuća. Pristupačnost vode za biljke je različita u intervalu od poljskog vodnog kapaciteta do točke venuća. U uvjetima kada se voda nalazi u tlu u intervalu lako pristupačnosti biljke se normalno razvijaju, ali ispod ovog intervala, tj. kada se nalazi u intervalu između lentokapilarne vlažnosti i točke venuća dolazi do usporenog rasta biljaka. Ovo želimo naglasiti upravo zbog toga, što su i u našim pokusima, između ostalog, istraživani različiti intervali vlažnosti tla za pšenicu.

## METODIKA ISTRAŽIVANJA

Obzirom da je cilj pokusa bio utvrditi u kojoj mjeri specifična volumna težina tla — što istovremeno predstavlja različitu zbijenost — i interval vlažnosti tla utječu na prinos pšenice, izvedeni su vegetacijski pokusi u stakleniku Zavoda za opću proizvodnju bilja Poljoprivrednog fakulteta u Zagrebu, na četiri različita tipa tla i to na:

1. smeđem tlu na karbonatnom lesu (PIK »Belje«, lokaliteta Brestovac)
2. pseudogleju (Križevci)
3. aluvijalnom tlu (Zagreb)
4. crvenici (Poreč)

Pokusi su izvedeni prema split-plot metodi s ukupno 9 varijanata u svakom pokusu. Specifična volumna težina tla ispitivana je u 3 razine — 1,2, 1,4 i 1,6 kg/dcm<sup>3</sup>, a isto tako i interval vlažnosti — od 0,33 do 1,00 atm (pF 2,54 do 3,00), od 0,33 do 6,25 atm (pF 2,54 do 3,80) i od 0,33 do 15 atm (pF 2,54 do 4,20). Drugim riječima, u pokusu su ispitivana dva faktora: specifična volumna težina tla i interval vlažnosti odnosno njihove kombinacije. Ukupno su izvedena četiri pokusa u četiri ponavljanja.

Za testiranje je korištena sorta Libellula sa 20 biljaka po vegetacijskoj posudi.

Tri razine specifične volumne težine tla dobivene su zbijanjem zrakosuhog tla.

Za sve varijante pokusa izvršena je uniformna gnojidba u količini od 1,5 g N, 2,0 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 1,5 g K<sub>2</sub>O po vegetacijskog posudi u obliku standardnih NPK gnojiva. Fosforna i kalijeva gnojiva izmiješana su s cjelokupnom količinom tla prije sjetve, a dušično gnojivo primijenjeno je u tri jednaka obroka, od kojih prvi u »sjetveni sloj« prije sjetve, a ostala dva u prihranjivanju (30. siječnja i 23. ožujka 1973). U svrhu utvrđivanja graničnih vrijednosti intervala vlažnosti prije postavljanja pokusa određene su za svaki tip tla vodne konstantne prema Richardsu.

Pored ovih vrijednosti određene su uzuelnim metodama slijedeća fizikalna svojstva tla: specifična težina volumna i prava, retencioni kapacitet, kapacitet za zrak i mehanički sastav.

Glavna kemijska svojstva tla određena su također uzuelnim metodama, a količina dušika u zrnu pšenice prema Kjeldahlu.

Kontrola vlažnosti tla kod svih varijanata vršena je vaganjem. Na osnovi apsolutno suhog tla u vegetacijskim posudama, graničnih vrijednosti održanih intervala i momentalne težine tla određivano je vrijeme i obrok navodnjavanja.

Sjetva pšenice je izvršena 2. studenog 1972. godine. U toku vegetacije pšenice primijenjene su određene mjere zaštite, u prvom redu protiv pepelnice i lisnih ušiju.

## OSNOVNI PODACI O TLU

Glavna fizikalna svojstva ispitivanih tipova tala prikazana su u tabeli 1. Iz podataka se vidi, da se u svim slučajevima, s izuzetkom crvenice, uglavnom radi o glinastoj ilovači, dok crvenica spada u teške gline. Posebno treba podvući, da je u svih tipova tlo prema mehaničkom sastavu uglavnom homogeno, iako za predmetna istraživanja najveći interes predstavlja mehanički sastav oraničnog sloja iz kojega je uzeto tlo za pokuse.

Što se tiče volumena pora, sva tla spadaju u grupu poroznih tala, s izuzetkom donjih horizonata u pseudogleja i aluvijalnog tla. Uzevši u cjelini treba ipak podvući da je poroznost najjače izražena na crvenici. Vrijednosti kapaciteta tla za vodu (retencionog kapaciteta) su prilično izjednačene za sva tla, ujedno i zadovoljavajuće, budući da u svim prikazanim dubinama pripadaju skupini tala sa srednjim kapacitetom.

Vrijednosti kapaciteta tla za zrak su prilično neujednačene i uglavnom se nalaze na donjoj granici potreba poljoprivrednih kultura, s time da su vrijednosti za aluvijalno tlo i pseudoglej znatno niže u odnosu na smeđe tlo i crvenicu. Ovdje treba imati na umu nedostatke koji proizlaze iz ovakvog načina određivanja kapaciteta tla za zrak, jer bi njegove vrijednosti bile vjerojatno povoljnije kada bi se on odredio na osnovi poljskog vodnog kapaciteta.

Vrijednosti specifične volumne težine tla u pseudogleju i smeđem tlu su manje-više izjednačene u površinskim slojevima i kreću se oko srednje vrijednosti ( $1,4 \text{ kg/dm}^3$ ) korištene u pokusima. Nasuprot tome, ove vrijednosti su, naročito za plići površinski sloj, u crvenice niže od te vrijednosti, a u aluvijalnom tlu nešto više u nižim slojevima.

Granične vrijednosti održavanja vlažnosti tla u pokusima prikazane su u tabeli 2 iz koje je ujedno vidljivo, kao što je iznešeno već ranije, da su u ispitivanje bile uvrštene tri varijante intervala vlažnosti tla.

Napominjemo da vrijednost retencije u tlu pri tlaku od 0,33 atm predstavlja gornju granicu biljkama pristupačne vode. Ova vrijednost upotrebljena je umjesto vrijednosti poljskog vodnog kapaciteta. Dozvoljena donja granica vlažnosti u tlu je ovisila o varijantama pokusa.

Važnija pak kemijska svojstva ispitivanih tipova tala prikazane su u tabeli 3. Iz podataka se vidi, da u pogledu reakcije tla i sadržaja humusa nema bitnijih razlika između ispitivanih tipova tla, donekle s izuzetkom pseudogleja, koji je kiseliji. Opskrbljenost dušikom je umjerena do dobra, s time da je najpovoljnije stanje kod smeđeg tla. Međutim, u pogledu sadržaja fosfora i kalija razlike su jako izražene, ali osim crvenice za fosfor, stanje ovih elemenata je manje više povoljno. Niski sadržaj fosfora kod crvenice vezan je uglavnom uz tipsku pripadnost, dok je nasuprot tome kod pseudogleja stanje fosfora rezultat visokog stupnja antropogenizacije tla upotrebljenog u pokusu.

Tabela 1 — Fizikalna svojstva tla

Table 1 — Physical properties of soil

| Dubina tla                 | Mehanički sastav, |          |   | Volumen Retenci-            |  | Kapacitet   |                                 | Specifična težina,                     |   |      |
|----------------------------|-------------------|----------|---|-----------------------------|--|---|---------------------------------|--|---|------|
| Depth of soil, cm          | 2-0,2             | 0,2-0,02 | Mechanical composition, %<br>0,02-0,002 < 0,002 | Prah + glina<br>Silt + clay | Porosi-ty, %<br>Water-holding capacity, vol. % | oni kapa-citet tla za vodu,<br>Water-holding capacity, vol. % | za zrak<br>Air capacity, vol. % | Specifična težina,<br>Specific gravity | Specifična težina<br>Specifična prava<br>Apparent Real<br>g/cm <sup>3</sup> |      |
| 0—20                       | 0,2               | 20,7     | 13,5  | 65,6                        | 79,1   | 56,2  | 45,1                            | 11,1                                   | 1,13  | 2,58 |
| 20—40                      | 0,2               | 25,4     | 20,4  | 54,0                        | 74,4   | 51,3  | 41,4                            | 9,9                                    | 1,31  | 2,69 |
| 40—60                      | 0,2               | 24,3     | 16,2  | 59,3                        | 75,5   | 45,9  | 39,4                            | 6,5                                    | 1,45  | 2,68 |
| Crvenica — Red soil*)      |                   |          |   |                             |  |   |                                 |  |   |      |
| Pseudoglej — Pseudoglej**) |                   |          |   |                             |  |   |                                 |  |   |      |
| 2—6                        | 0,5               | 50,2     | 27,3  | 22,2                        | 49,4   | 47,3  | 39,8                            | 7,5                                    | 1,41  | 2,67 |
| 10—20                      | 0,4               | 46,4     | 29,2  | 23,6                        | 52,8   | 47,1  | 39,4                            | 7,7                                    | 1,43  | 2,71 |
| 49—69                      | 0,3               | 51,5     | 25,6  | 22,6                        | 48,2   | 42,6  | 40,3                            | 2,3                                    | 1,57  | 2,73 |

Smeđe tlo — Brown soil

|       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—20  | 0,3 | 38,3 | 35,1 | 26,3 | 61,4 | 46,9 | 35,8 | 11,1 | 1,40 | 2,64 |
| 20—40 | 0,3 | 39,4 | 32,9 | 27,4 | 60,3 | 48,5 | 35,6 | 12,9 | 1,39 | 2,70 |
| 40—50 | 0,1 | 39,0 | 29,3 | 31,6 | 60,9 | 45,0 | 39,8 | 5,2  | 1,50 | 2,73 |

Aluvijalno tlo — Alluvium

|       |     |      |      |      |      |      |      |     |      |      |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| 0—21  | 5,1 | 33,3 | 37,8 | 23,8 | 61,6 | 46,4 | 40,0 | 6,4 | 1,42 | 2,63 |
| 21—38 | 5,1 | 33,6 | 37,0 | 24,3 | 61,3 | 41,0 | 38,6 | 2,4 | 1,57 | 2,66 |
| 38—65 | 5,0 | 34,4 | 36,5 | 24,1 | 60,6 | 43,4 | 38,3 | 5,0 | 1,51 | 2,67 |

\*) Prema podacima I. Miljkovića

\*\*) Podaci za mehanički sastav uzeti iz Spomenice Polj. škole u Križevcima — 1860—1950.

Tabela 2 — Granične vrijednosti intervala vlažnosti tla u pokusima  
 Table 2 — Boundary — Values of soil moisture interval in experiments

| Tip tla — Soil type  | Vlažnost tla u tež. % pri:<br>Soil moisture in grav. % at: |          |          |           |
|--|--|----------|----------|-----------|
|  | 0,33 atm   | 1,00 atm | 6,25 atm | 15,00 atm |
| Crvenica (Terra rossa)<br>Red soil                             | 28,90  | 21,61    | 17,18    | 12,76     |
| Pseudoglej<br>Pseudogley                                       | 27,61  | 18,30    | 13,01    | 7,47      |
| Smeđe tlo na karbonatnom lesu<br>Brown soil on carbonate loess | 27,35  | 21,00    | 16,56    | 12,13     |
| Aluvijalno tlo<br>Alluvium                                     | 28,59  | 20,25    | 14,50    | 8,76      |

Tabela 3 — Kemijska svojstva tla  
 Table 3 — Chemical properties of soil

| Tip tla<br>Soil type  | pH u<br>(in)<br>KCl | H-<br>mus,<br>% | Ukupni<br>dušik<br>Total<br>nitro-<br>gen, % | mg/100 g<br>tla po Al<br>metodi<br>of soil by<br>al method<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Hidro-<br>litski<br>aciditet<br>hidroly-<br>tic aci-<br>dity, y <sub>1</sub> | Adsorpcijski<br>kompleks tla<br>Adsorption complex<br>of soil |      |      |               |      |
|---|---------------------|-----------------|--|---|--|---|------|------|---------------|------|
|   |                     |                 |  |   |  | S   | T    | T-S  | V, %<br>m. e. |      |
| Crvenica<br>(Terra rossa)<br>Red soil                                     | 2,6                 | 1,6             | 0,13   | 4,3   | 14,0   | 5,6   | 12,9 | 16,6 | 3,7           | 78,0 |
| Pseudoglej<br>Pseudogley  | 5,2                 | 2,0             | 0,10   | 20,8  | 11,0   | 8,9   | 13,1 | 18,8 | 5,7           | 69,4 |
| Smeđe tlo na<br>karbonatnom<br>lesu<br>Brown soil on<br>carbonate<br>loes | 7,0                 | 1,9             | 0,20   | 21,5  | 26,0   | 1,6   | 27,3 | 28,3 | 1,0           | 96,3 |
| Aluvijalno<br>tlo<br>Alluvium   | 7,0                 | 1,8             | 0,14   | 11,0  | 10,5   | 1,1   | 31,9 | 32,6 | 0,7           | 97,8 |

Hidrolitski aciditet nešto je jače izražen samo kod pseudogleja. Stanje adsorpcijskog kompleksa u osnovi kod svih tipova, s izuzetkom pseudogleja, zadovoljava, pa se može povući jedan opći zaključak, da su ispitana kemijska svojstva uglavnom bile povoljna.



## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### a) Prinosi

U iznošenju rezultata prinosa posebno je rasčlanjeno djelovanje specifične volumne težine tla, posebno djelovanje režima vlaženja i posebno djelovanje njihovih kombinacija (tab. 4, 5, i 6). Što se, dakle, tiče djelovanja specifične volumne težine tla na prinos pšenice, onda se kao prvo može podvući, da je ona različito djelovala ovisno o tipu tla, te da veću volumnu težinu preferira pšenica na onim od ispitivanih tipova tala na kojima fizikalna svojstva ni inače ne čine veće smetnje u uzgoju pšenice. No, pođimo redom.

Na crvenici je najviši prinos dobiven kod najveće volumne težine, ali je on signifikantan samo u odnosu na najmanju specifičnu volumnu težinu.

Kad je u pitanju norma vlaženja treba ipak podvući, da ona nije imala utjecaja na visinu prinosa, odnosno da ne postoje signifikantne razlike unutar varijanata vlaženja.

Što se tiče prinosa slame, dobiveno je signifikantno povećanje prinosa u odnosu na oba ispitivana faktora, s time da je redoslijed varijanata isti kao i kod zrna. Naime, najveća i srednja volumna težina tla pokazala se je signifikantno boljom u odnosu na najmanju, ali ne postoji signifikantna razlika između najveće i srednje zbijenosti. U pogledu režima vlaženja najbolja je i ovdje najveća vlažnost, s time da je ona u odnosu na ostale dvije razine vlaženja visokosignifikantna.

*Tabela 4 — Prinos zrna i slame ozime pšenice u ovisnosti o specifičnoj volumnoj težini tla, g/veg. posudi*

*Table 4 — Grain and straw yield of winter wheat depending upon apparent specific gravity of soil, g per pot*

| Specifična<br>volumna<br>težina tla<br>Apparent spe-<br>cific gravity<br>of soil,<br>kg/dm <sup>3</sup> | Tip tla — Soil type                  |                |                          |                |  |                |                            |                |
|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--|----------------|----------------------------|----------------|
|   | Crvenica<br>(tera rossa)<br>Red soil |                | Pseudoglej<br>Pseudogley |                | Smeđe tlo na<br>karbonatnom<br>lesu<br>Brown soil on<br>carbonate loes |                | Aluvijalno tlo<br>Alluvium |                |
|   | Zrno<br>Grain                        | Slama<br>Straw | Zrno<br>Grain            | Slama<br>Straw | Zrno<br>Grain  | Slama<br>Straw | Zrno<br>Grain              | Slama<br>Straw |
| 1,2   | 17,91                                | 19,65          | 24,22                    | 22,53          | 21,41  | 18,97          | 24,30                      | 17,93          |
| 1,4   | 20,91                                | 22,63          | 21,89                    | 23,90          | 25,21  | 20,85          | 26,70                      | 20,90          |
| 1,6   | 23,63                                | 24,27          | 20,19                    | 26,85          | 23,18  | 16,56          | 27,65                      | 16,74          |
| 5%  | 3,21                                 | 2,39           | 2,03                     | 2,62           | 1,51   | 4,70           | 2,64                       | 3,57           |
| LSD   |                                      |                |                          |                |  |                |                            |                |
| 1%  | 5,04                                 | 3,74           | 3,18                     | 4,11           | 2,37   | 7,37           | 4,15                       | 5,60           |

Kada je riječ o interakciji volumne težine i vlaženja, onda u pogledu prinosa zrna treba istaći da su kombinacije najveće volumne težine sa sve tri razine vlaženja najbolje varijante u pokusu.

Tabela 5 — Prinos zrna i slame ozime pšenice u ovisnosti o intervalu vlažnosti tla, g/veg. posudi

Table 5 — Grain and straw yield of winter wheat depending upon soil moisture interval, g per pot

| Interval<br>Vlažnosti<br>tla<br>Soil mois-<br>ture inter-<br>val, atm | T i p t l a — S o i l t y p e         |                |                          |                |  |                |                            |                |
|---|---------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--|----------------|----------------------------|----------------|
|   | Crvenica<br>(terra rossa)<br>Red soil |                | Pseudoglej<br>Pseudogley |                | Smeđe tlo na<br>karbonatnom<br>lesu<br>Brown soil on<br>Carbonate loes |                | Aluvijalno tlo<br>Alluvium |                |
|   | Zrno<br>Grain                         | Slama<br>Straw | Zrno<br>Grain            | Slama<br>Straw | Zrno<br>Grain  | Slama<br>Straw | Zrno<br>Grain              | Slama<br>Straw |
| 0,33—1,00   | 21,55                                 | 25,15          | 24,70                    | 23,97          | 23,03  | 20,69          | 26,44                      | 20,16          |
| 0,33—6,25   | 19,98                                 | 20,90          | 19,97                    | 23,83          | 23,75  | 17,81          | 26,10                      | 17,40          |
| 0,33—15,00  | 20,93                                 | 20,50          | 21,63                    | 25,48          | 23,03  | 17,88          | 26,10                      | 18,00          |
| 5%  | 1,36                                  | 2,22           | 1,76                     | 3,12           | 1,76   | 2,43           | 1,68                       | 3,02           |
| LSD   |                                       |                |                          |                |  |                |                            |                |
| 1%  | 1,86                                  | 3,04           | 2,41                     | 4,27           | 2,41   | 3,32           | 2,30                       | 4,13           |

Posebno ističemo da je kombinacija volumne težine i najmanjeg intervala vlažnosti signifikantna u odnosu na sve kombinacije u pokusu, odnosno prema većini varijanata čak visokosignifikantna. U pogledu prinosa slame najveća volumna težina i najveća razina vlažnosti također je visokosignifikantna prema gotovo svim kombinacijama. Osim toga napominjemo da je signifikantnost izražena i kod kombinacije srednje volumne težine i najmanjeg intervala vlažnosti, kao i kombinacije najveće volumne težine i srednjeg intervala vlažnosti.

Volumna težina tla i režim vlaženja najbolje su došli do izražaja na pseudogleju. U oba, naime, slučaja postoje signifikantne razlike unutar ispitivanih faktora. Za razliku od crvenice na pseudogleju je najviši prinos zrna dobiven kod najmanje volumne težine tla. Prinos kod ove varijante je signifikantan prema srednjoj, a visokosignifikantan prema najvećoj volumnoj težini. To drugim riječima znači da se prinos zrna smanjuje povećanjem volumne težine tla.

U pogledu prinosa slame stanje je obrnuto, jer je signifikantno najviši prinos dala najveća volumna težina tla.

Režim vlažnosti došao je također do izražaja, ali samo u pogledu prinosa zrna, s time da se najefikasnijim pokazao najmanji interval vlažnosti koji je ujedno visokosignifikantan prema druga dva intervala vlažnosti. Najveći interval vlažnosti je najbolji u odnosu na prinos slame, ali nije signifikantan.

*Tabela 6 — Prinos zrna i slame ozime pšenice u ovisnosti o interakciji specifične volumne težine i intervalu vlažnosti tla, g/veg. posudi*

*Table 6 — Grain and straw yield of winter wheat depending upon interaction of apparent specific gravity and soil moisture interval, g per pot*

| Specifična<br>volumna<br>težina tla<br>Apparent<br>specific<br>gravity of<br>soil,<br>kg/dm <sup>3</sup> | Interval<br>vlažnosti<br>tla<br>soil<br>moisture<br>interval<br>atm | Tip tla — Soil type                   |                |                          |                |  |                |                               |                |
|--|---|---------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--|----------------|-------------------------------|----------------|
|  |   | Crvenica<br>(Terra rossa)<br>red soil |                | Pseudoglej<br>Pseudogley |                | Smeđe tlo na<br>Karbonatnom<br>lesu<br>brown soil on<br>carbonate loes |                | Aluvijalno<br>tlo<br>alluvium |                |
|  |   | zrno<br>grain                         | slama<br>straw | zrno<br>grain            | slama<br>straw | zrno<br>grain  | slama<br>straw | zrno<br>grain                 | slama<br>straw |
| 1,2  | 0,33—1,00   | 18,20                                 | 22,40          | 28,25                    | 21,05          | 22,20  | 19,45          | 25,12                         | 19,70          |
|  | 0,33—6,25   | 17,70                                 | 18,17          | 20,92                    | 21,30          | 20,80  | 15,70          | 25,72                         | 16,30          |
|  | 0,33—15,00  | 17,85                                 | 18,35          | 23,50                    | 25,29          | 21,25  | 14,55          | 22,05                         | 17,80          |
| 1,4  | 0,33—1,00   | 20,05                                 | 24,90          | 23,72                    | 23,50          | 25,00  | 20,42          | 26,55                         | 22,00          |
|  | 0,33—6,25   | 19,45                                 | 21,30          | 20,55                    | 23,50          | 26,80  | 18,50          | 25,30                         | 19,87          |
|  | 0,33—15,00  | 22,80                                 | 21,70          | 21,40                    | 24,70          | 23,85  | 18,00          | 28,25                         | 20,85          |
| 1,6  | 0,33—1,00   | 25,95                                 | 28,12          | 22,12                    | 27,37          | 21,90  | 22,20          | 27,65                         | 18,80          |
|  | 0,33—6,25   | 22,80                                 | 23,25          | 18,45                    | 26,70          | 23,65  | 19,25          | 27,30                         | 16,05          |
|  | 0,33—15,00  | 22,15                                 | 21,45          | 20,00                    | 26,50          | 24,00  | 21,10          | 28,00                         | 15,37          |
| LSD  | 5 %   | 2,78                                  | 3,59           | 2,87                     | 4,85           | 2,74   | 4,66           | 2,94                          | 4,92           |
|  | 1 %   | 3,91                                  | 5,05           | 4,03                     | 6,82           | 3,84   | 6,54           | 4,12                          | 6,91           |

Što se pak tiče same interakcije, najviši prinos zrna pšenice dala je kombinacija najmanje volumne težine s najvećoj razinom vlažnosti i visoko je signifikantna u odnosu na sve ostale kombinacije pokusa. Signifikantnost je također izražena i kod nekih drugih kombinacija, kao npr. kod srednje volumne težine i najveće razine vlažnosti kao druge po redu u pogledu visine prinosa.

Podaci nadalje pokazuju, da je kombinacija volumne težine i intervala vlažnosti tla najbolje došla do izražaja pri najvećoj volumnoj težini za sve tri razine vlažnosti, ali je opseg njihove signifikantnosti prilično ograničen.

Na smeđem tlu na karbonatnom lesu, kao što se moglo i očekivati, signifikantno najviši prinos dala je srednja specifična volumna težina tla. Za njom slijedi najveća, a na posljednjem je mjestu najniža volumna težina. Kada su u pitanju prinosi slame, onda treba podvući da nije bilo signifikantnog djelovanja, ali je i u slučaju slame ista volumna težina dala apsolutno najbolji rezultat. To isto vrijedi i za režim vlažnosti u odnosu na prinos zrna, gdje su prinosi potpuno nivelirani, dok je u odnosu na prinos slame najveća vlažnost dala signifikantno više prinose od ostale dvije razine vlažnosti.

Srednja razina vlažnosti zajedno sa srednjom volumnom težinom dala je najveći prinos zrna, što je u skladu s tendencijom pokazanom za svaki faktor posebno i gotovo je signifikantna prema svim kombinacijama, a prema nekima i visokosignifikantna. Prema visini prinosa zrna na drugo mjesto dolazi kombinacija srednje volumne težine i najmanjeg intervala vlažnosti. Kod slame je ovo pomaknuto na najvišu specifičnu volumnu težinu, i najvišu razinu vlažnosti. Signifikantnost je između kombinacija kod slame općenito slabo izražena.

I upravo zbog činjenice da aluvijalna tla imaju dobar porozitet, te povoljan odnos kapilarnih i nekapilarnih pora, odnosno da su propusna za vodu uz povoljno stanje drugih fizikalnih svojstava, među kojima i dobre strukture, moglo se je očekivati da različita volumna težina ovih tala neće pokazati veće razlike ili barem ne negativne posljedice jačeg zbijanja. Naprotiv, a to vrlo ilustrativno pokazuju dobiveni prinosi u pokusu, najveća volumna težina je djelovala pozitivno na prinos pšenice. Ujedno je najveća volumna težina bila signifikantno bolja od najmanje.

U pogledu prinosa slame signifikantno bolji prinos dala je varijanta sa srednjom volumnom težinom u odnosu na najveću volumnu težinu tla.

Režim vlažnosti ni na ovom tipu tla nije došao do izražaja sam za sebe niti u pogledu prinosa zrna, niti slame, iako se razlika u prinosu približava signifikantnosti u prilog najmanjeg intervala vlažnosti.

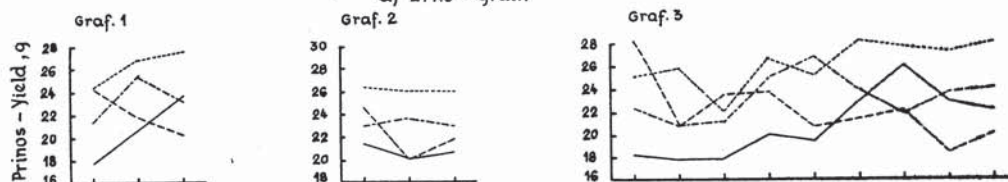
Stupanj interakcije je najbolje izražen kod kombinacija srednje i najveće volumne težine i najvećeg intervala vlažnosti, a po djelovanju mu se jako približavaju sva tri intervala vlaženja s volumnom težinom 1,6. Ove kombinacije ujedno su visokosignifikantne prema kombinaciji najmanje volumne težine i najvećeg intervala vlažnosti.

U pogledu prinosa slame signifikantnost je općenito među kombinacijama slabo izražena, iako se ističe kombinacija srednje volumne težine i najmanjeg intervala vlažnosti.

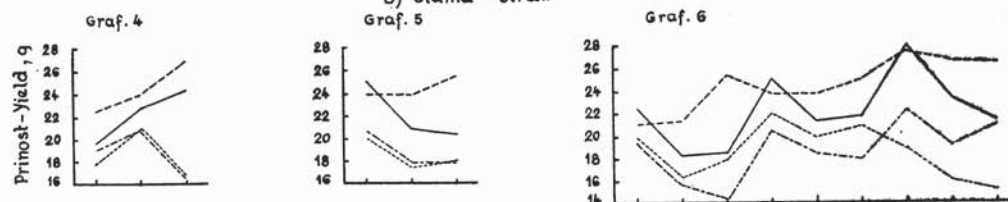
I na kraju prikaza rezultata prinosa po tipovima tla u ovisnosti od ispitivanih faktora iz grafikona 1 do 6 vladljivo je također, kako su se pojedini tipovi međusobno za isti faktor odrazili na prinos zrna i slame pšenice. Ovaj grafički prikaz potvrđuje već ranije iznijete ocjene o djelovanju ispitivanih faktora na prinos zrna i slame.

PRINOS OZIME PŠENICE, g/veg. POSUDI  
Yield of winter wheat, g/per pot

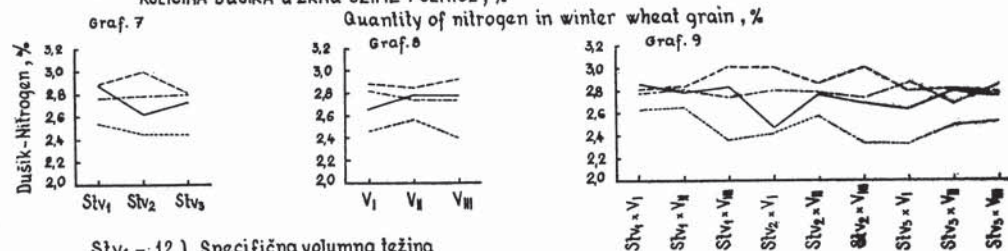
a) zrno - grain



b) slama - straw



KOLIČINA DUŠIKA U ZRNU OZIME PŠENICE, %  
Quantity of nitrogen in winter wheat grain, %



$Stv_1 = 1,2$  } Specifična volumna težina  
 $Stv_2 = 1,4$  } Apparent specific gravity  
 $Stv_3 = 1,6$  }  
 $V_I = 0,33 - 1,00 \text{ atm}$  } Interval vlažnosti tla  
 $V_{II} = 0,33 - 6,25 \text{ ~*~}$  } Soil moisture interval  
 $V_{III} = 0,33 - 15,00 \text{ ~*~}$  }

— Crvenica - Red soil  
 - - - Pseudoglej - Pseudogley  
 ····· Smede tlo - Brown soil  
 - - - Aluvijalno tlo - Alluvium

### b) Količina dušika u zrnu pšenice

Uz ispitivanja utjecaja specifične volumne težine i intervala vlažnosti tla na prinos zrna i slame ozime pšenice, ispitivali smo također njihov utjecaj na količinu dušika u zrnu. Ovi podaci navedeni su redom u tabelama 7 i 8.

Tabela 7 — Količina dušika u zrnu ozime pšenice u ovisnosti o specifičnoj volumnoj težini i intervalu vlažnosti tla, %

Table 7 — Quantity of nitrogen in winter wheat grain depending upon apparent specific gravity and soil moisture interval, %

| Tip tla<br>Soil type   | Specifična težina tla, kg/dm <sup>3</sup><br>Apparent specific gravity of soil |      |      |           |      | Interval vlažnosti tla<br>Soil moisture interval, atm |               |                |           |      |
|--|--|------|------|-----------|------|---|---------------|----------------|-----------|------|
|  | 1,2  | 1,4  | 1,6  | LSD<br>5% | 1%   | 0,33-<br>1,00   | 0,33-<br>6,25 | 0,33-<br>15,00 | LSD<br>5% | 1%   |
| D u š i k — N i t r o g e n, %   |  |      |      |           |      |   |               |                |           |      |
| Crvenica<br>(Terra rossa)<br>Red soil  | 2,83   | 2,63 | 2,72 | 0,18      | 0,27 | 2,65  | 2,77          | 2,76           | 0,16      | 0,21 |
| Pseudoglej<br>Pseudogley   | 2,87   | 2,98 | 2,79 | 0,10      | 0,16 | 2,88  | 2,83          | 2,93           | 0,10      | 0,13 |
| Smeđe tlo<br>na karbonat-<br>nom lesu<br>Brown soil<br>on carbona-<br>te loess | 2,75   | 2,77 | 2,79 | 0,17      | 0,26 | 2,81  | 2,75          | 2,74           | 0,11      | 0,15 |
| Aluvijalno tlo<br>Alluvium   | 2,54   | 2,45 | 2,44 | 0,08      | 0,12 | 2,46  | 2,56          | 2,40           | 0,09      | 0,12 |

Najveća količina dušika u zrnu na crvenici dobivena je kod najniže volumne težine tla i ona je signifikantno bolja u odnosu na srednju volumnu težinu, dok unutar ostale dvije varijante nema signifikantnih razlika. Interval vlažnosti u pogledu količine dušika u zrnu nije došao signifikantno do izražaja, iako postoji izražena tendencija veće količine kod šireg intervala vlažnosti tla.

Tabela 8 — Količina dušika u zrnu ozime pšenice u ovisnosti od interakcije specifične volumne težine i intervala vlažnosti tla, %

Table 8 — Quantity of nitrogen in winter wheat grain depending upon interaction of apparent specific gravity and soil moisture interval, %

| Tip tla — Soil type  | Specifična volumna težina tla<br>Apparent specific gravity of soil, kg/dm <sup>3</sup> |           | 1,2       |            | 1,4       |           | 1,6        |           | LSD       |            |      |      |
|--|--|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------|------|
|  | Interval vlažnosti tla<br>Soil moisture interval, atm                                  | 0,33—1,00 | 0,33—6,25 | 0,33—15,00 | 0,33—1,00 | 0,33—6,25 | 0,33—15,00 | 0,33—1,00 | 0,33—6,25 | 0,33—15,00 | 5%   | 1%   |
| Crvenica<br>(Terra rossa)<br>Red soil                                |  | 2,86      | 2,78      | 2,84       | 2,46      | 2,76      | 2,69       | 2,62      | 2,80      | 2,75       | 0,25 | 0,35 |
| Pseudoglej<br>Pseudogley   |  | 2,80      | 2,81      | 3,01       | 3,01      | 2,86      | 3,01       | 2,78      | 2,81      | 2,78       | 0,15 | 0,20 |
| Smeđe tlo<br>na karbonatnom lesu<br>Brown soil<br>on carbonate loess |  | 2,79      | 2,80      | 2,75       | 2,80      | 2,77      | 2,74       | 2,85      | 2,68      | 2,83       | 0,19 | 0,26 |
| Aluvijalno tlo<br>Alluvium   |  | 2,61      | 2,64      | 2,37       | 2,43      | 2,57      | 2,34       | 2,33      | 2,48      | 2,51       | 0,14 | 0,20 |

Interakcija oba faktora, tj. volumne težine i intervala vlažnosti došla je do izražaja, ali u ograničenom opsegu, s time da je u pravilu najjače izražena kod kombinacija najmanje volumne težine sa sva tri intervala vlažnosti. Izrazito najslabija je kombinacija srednje volumne težine i najjačeg intervala vlažnosti.

Na pseudogleju je najveća količina dušika dobivena kod volumne težine 1,4 kg/dm<sup>3</sup> i signifikantna je u odnosu na ostale dvije, unutar kojih pak nema signifikantnosti. Interval vlažnosti je također došao do izražaja s time da je najveća količina dušika dobivena kod najšireg intervala vlažnosti. Ona je ujedno signifikantno bolja od srednjeg intervala vlažnosti.

Što se tiče kombiniranog djelovanja ova dva faktora, može se reći da je ono prilično izraženo, ali također i prilično varijabilno po kombinacijama. Među signifikantno najbolje ide kombinacija niske volumne težine s najužim intervalom vlažnosti i srednje volumne težine s najužim i najširim intervalom vlažnosti.

Nasuprot ostalim tlima, na smeđem tlu niti volumna težina niti interval vlažnosti sami za sebe, niti njihove kombinacije nisu dale signifikantnih razlika u prinosu. Također ne postoje niti jače izražene tendencije u njihovom djelovanju.

Signifikantnost je, međutim, izražena u priličnoj mjeri na aluvijalnom tlu. Tako je najveća količina dušika u zrnu pšenice zabilježena na najnižoj volumnoj težini. Ujedno je ona signifikantno bolja u odnosu na ostale dvije volumne težine. I unutar intervala vlažnosti postoje signifikantne razlike, s time da je srednji interval vlažnosti signifikantno bolji od druga dva intervala.

U pogledu pak kombiniranog djelovanja specifične volumne težine tla i intervala vlažnosti na količinu dušika u zrnu pšenice treba podvući da je ono, kao i na drugim tipovima tala, dosta varijabilno, ali postoji i određeni stupanj signifikantnosti između pojedinih kombinacija. Najbolja je npr. kombinacija volumne težine 1,2 sa srednjim intervalom vlažnosti, a najlošija kombinacija volumne težine 1,6 i najužeg intervala vlažnosti.

Ocjenjujući općenito akumulaciju odnosno količinu dušika u zrnu pšenice kao rezultat različite volumne težine, različitog intervala vlažnosti i njihovog kombiniranog djelovanja, moglo bi se reći da je ona vrlo heterogena, kako prema ispitivanim varijantama, tako i prema tipovima tala (graf. 7, 8, 9).

## D I S K U S I J A

U novije vrijeme sve se više pažnje u uzgoju poljoprivrednih kultura obraća fizikalnim svojstvima tla. To je i potpuno razumljivo obzirom na dosadašnji razvoj u kojem je dominantnu ulogu imala fertilizacija. Očito je, međutim, domet fertilizacije ograničen i ona dolazi do punog izražaja samo onda, kada se radi o povoljnim fizikalnim svojstvima tla. U protivnom kao nužno nameće se u prvom redu stvaranje povoljnih fizikalnih svojstava tla kao preduvjet efikasnoj fertilizaciji. Stoga se sve više ispituju optimalni parametri fizikalnih svojstava tla putem model pokusa u poljskim uvjetima i zatvorenom prostoru u različitim uvjetima tla i klime. Pri tome su, kao što smo vidjeli iz citirane literature, istraživanja usmjerena najčešće na ispitivanje optimalnog poroziteta odnosno zbijenosti tla, zatim kombiniranog djelovanja različite zbijenosti i različite vlažnosti tla, utjecaj volumne težine odnosno zbijenosti tla na efikasnost gnojidbe, međusobnog djelovanja zbijenosti, gnojidbe i režima vlažnosti itd.

Naša istraživanja, iako orijentacijskog karaktera, bila su usmjerena, kao što se vidi, na ispitivanje utjecaja volumne težine tla odnosno zbijenosti i intervala vlažnosti tla, kao i njihovog međusobnog djelovanja na prinos ozime pšenice na četiri različita tipa tla. Analiza dobivenih prinosa pokazala je, da su se ispitivani faktori vladali prilično heterogeno u odnosu



na prinos pšenice i količinu dušika u zraku, kao i to, da su, uz ispitivane faktore, u određenoj mjeri bila prisutna tripska svojstva tla. Tako se na prvi pogled čini npr. nelogičnim djelovanje volumne težine na orvenici na prinos pšenice. Poznato je, međutim, da su crvenice, unatoč siromaštva na humusu, tla povoljne i stabilne strukture, koja je vezana za ireverzibilne koloidne željeza i aluminijske i vjerojatno zbog toga veća volumna težina nije bila nikakva zapreka razvoju pšenice. Naprotiv, u takvim uvjetima došao je do izražaja režim vlaženja, odnosno retencija vode u tlu, što potvrđuju rezultati interakcije ova dva faktora. Prirodna zbijenost crvenica uz ostala fizikalna svojstva, kao rezultat povoljne strukture, također je povoljna, jer uglavnom u oraničnom sloju ne prelazi  $1,3 \text{ g/cm}^3$ . Uz to su crvenice u pravilu propusna i dobro drenirana tla, tako da ni veća vlažnost tla nije djelovala negativno već naprotiv pozitivno na prinos.

Nadalje se postavlja pitanje na koji se način može objasniti djelovanje ispitivanih faktora na pseudogleju. Izvjesno objašnjenje može se naći u već ranije prikazanim fizikalnim svojstvima ovoga tipa tla. Treba, međutim, posebno podvući da su strukturni agregati pseudogleja najstabilniji u B horizontu, odnosno nasuprot tome potpuno nestabilni u A horizontu. Osim toga bogatstvo pseudogleja glinastim česticama u znatnoj mjeri negativno djeluje na vodovodnu cirkulaciju u tlu, pa se upravo zbog relativno velikog kapaciteta za vodu, a malog za zrak stvaraju nepovoljni uvjeti za razvoj korijena, što u krajnjoj liniji rezultira negativnim djelovanjem na prinos. Imajmo u vidu da je najmanja volumna težina u pokusu bila manja od njene prirodne vrijednosti, pa se i ovdje može naći opravdanje za dobiveno djelovanje najveće razine vlažnosti. Po našem mišljenju i ovaj pokus ukazuje na to, da se kao limitirajući faktor u produktivnosti pseudogleja javljaju primarno njegova negativna fizikalna svojstva.

Dodajmo da smeđa tla na karbonatnom lesu općenito važe kao tla dobre dreniranosti, jer u osnovi imaju prilično dobra fizikalna svojstva u površinskim slojevima, gdje u pravilu prevladava mrvičasta do sitno orašasta struktura, pa je s tim u vezi i povoljan vodno-zračni režim. Srednja volumna težina u ovim pokusima u najvećem opsegu se je približila prirodnoj volumnoj težini antropogeniziranih varijeteta ovih tala i, kako podaci pokazuju, ovakva volumna težina je najpovoljnija za uzgoj pšenice.

Posebno bi se moglo istaći, što se tiče aluvijalnog tla, da povoljna fizikalna svojstva djeluju na dobro snabdijevanje biljaka hranivima i da povoljan režim vlaženja omogućava puni efekt gnojidbe. No, potvrdu ovoj pretpostavci bilo bi ipak korisno potražiti u novim pokusima, gdje bi uz postojeće parametre fizikalnih svojstava trebala naći svoje mjesto gnojidba u više gradacija. To uostalom vrijedi i za druge tipove tala u pokusu.

Ako rezultate naših istraživanja usporedimo s rezultatima nekih drugih istraživača (ROSENBERG i WILLITS, 1962; SIPOS, 1968; SMIERZCHALSKI, 1972; SIENKIEWICZ i Irena GONET, 1972; KOVAČEV et al., 1972; BONDAREV et al., 1974. i dr.), može se konstatirati da se oni dijelom podudaraju s njihovim rezultatima, ali i razlikuju. To se može objasniti različitim uvjetima u kojima su istraživanja izvršena (tip tla, klima i td.), kao i kratkim razdobljem istraživanja. Obzirom na prirodu naših istraživanja (model

—pokusi) ne bi se na osnovi njih mogle dati određene preporuke za praksu, ali mogu poslužiti kao putokaz u rješavanju određenih problema prakse.

U pogledu količine dušika u zrnu pšenice naši podaci uzevši općenito se ne podudaraju s podacima iz literature, kao npr. s podacima RUSSELLA, kao ni s podacima BAILEYA, SHUTTA, LAJKOVA i PRJANIŠNIKOVA o utjecaju režima vlaženja na njegovu količinu u zrnu. Ovakvi rezultati vrlo teško se mogu dovesti u vezu s opće poznatom činjenicom, da se akumulacija dušika u zrnu pšenice povećava smanjenjem količine pristupačne vode u tlu. Međutim, uvjeti u kojima su izvedeni pokusi vjerojatno su imali određenog utjecaja na akumulaciju dušika. Odstupanja od optimalnih uvjeta vlaženja vjerojatno su negativno djelovala na usvajanje dušika, što bi bilo u skladu s istraživanjima SAPOŽNIKOVA et al. (1974).

Utjecaj volumne težine na akumulaciju dušika u zrnu mogao bi se dovesti u vezu sa stanjem važnijih fizikalnih svojstava tla, imajući na umu da se kod manje zbijenosti stvaraju općenito povoljniji životni uvjeti za razvoj korijenovog sistema, što znači i za usvajanje hraniva. Prema tome zapravo je djelovanje volumne težine više došlo do izražaja posrednim putem.

Iz rezultata pokusa može se ipak naslutiti, gdje bi u budućim istraživanjima trebalo biti težište rada. Pokusi su ujedno jedan od pokušaja da se u svjetlu ispitivanih faktora utvrdi u kakvoj međusobnoj vezi stoje važnija fizikalna svojstva u odnosu na prinos i akumulaciju dušika u zrnu pšenice.

## ZAKLJUČCI

Na osnovi provedenih istraživanja u pogledu utjecaja volumne težine tla, intervala vlažnosti i njihovog kombiniranog djelovanja na prinos ozime pšenice i količinu dušika u zrnu na četiri različita tipa tla u vegetacijskim model-pokusima, mogli bismo zaključiti:

1) Volumna težina tla različito je djelovala na prinos zrna i slame ozime pšenice, ali je u pravilu srednja ili najviša volumna težina bila bolja od njene najniže vrijednosti.

2) Za razliku od volumne težine, djelovanje intervala vlažnosti na prinos zrna i slame ozime pšenice bilo je manje varijabilno, jer u gotovo svim slučajevima postoji tendencija najveće efikasnosti pri najužem intervalu vlažnosti.

3) Iako je u pokusima došlo do izražaja interakcija oba faktora, tj. specifične volumne težine i intervala vlažnosti, ona je vrlo varijabilna i na

osnovi dobivenih podataka ne bi se moglo sigurno zaključiti u pogledu međusobne kompenzacije ova dva faktora, kao ni u pogledu njihovog optimalnog djelovanja.

4) Utjecaj ispitivanih faktora na količinu dušika u zrnu ozime pšenice prilično je različit, kako u pogledu njihovog pojedinačnog tako i zajedničkog djelovanja. Ipak treba podvući, da je izostalo određenije djelovanje intervala vlažnosti, dok se za djelovanje volumne težine mora reći da ono dolazi do izražaja samo posrednim putem.

5) Izvršena istraživanja, premda su imala orijentacijski karakter, dala su ipak određeni uvid u ovu problematiku, kao i potrebne elemente u kojem bi ih pravou trebalo usmjeriti, posebno kada je u pitanju njihovo izvođenje u poljskim uvjetima.

#### LITERATURA

- BONDAREV, A. G., DIMO, V. N., DOLGOV, S. I., MODINA, I. A. i KUZNECOVA, I. V. (1974): Osnovne osobenosti složenija počv kak osnova sozdanija optimaljnih fizičeskikh režimov. Fizika i tehnologija počv. Trudi X međunarodnogo kongressa počvovedov, Izd. »Nauka«, Moskva.
- DOLGOV, S. I., KUZNECOVA, I. V. i MODINA, S. A. (1968): O kriterijah optimaljnoga složenija pahotnoga sloja počvi. Problemi obrabotki počvi. Dokladi međunarodnogo soveščanija. Varna.
- KAISER, M. i KUNZE, A. (1968): Utersuchungen über den Einfluss unterschiedlicher Lagerungsdichte verschiedener Bodenarten auf die Entwicklung und den Ertrag von Winterroggen und Sommergerste. Problemi obrabotki počvi. Dokladi međunarodnogo soveščanija. Varna.
- KOVAČEV, D., STOJNEV, K., TODOROV, F. (1972): Izučenje plotnosti počvi v svjazi s voprosami obrabotki počvi v Bolgariji. Meždunarodnij naučnij simpozium »Savremenne napravljennija v obrabotke počvi.« Warszawa.
- KUNZE, A., KAISER, M., ERMICH, D., BUHTZ, E. i HEINZE, G. (1968): Zur Ermittlung der optimalen Legerungsdichte des Bodens. Problemi obrabotki počvi. Dokladi međunarodnogo soveščanija. Varna.
- MILJKOVIĆ, I. (1967): O uzrocima sušenja maslina u nasadu Larun. (Stručni izvještaj Poljoprivrednom kombinatu Poreč).
- PALOV, A. N. (1967): Nakoplenie belka v zerne pšenici i kukuruzi. Izdatel'stvo »Nauka«, Moskva.

- ROSENBERG, N. S. i WILLITS, N. A. (1962):** Yield and physiological response of barley and beans grown in artificially compacted soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison.
- RUSSEL, E. W. (1961):** Soil Conditions and Plant Growth. Ninth edition Norwich.
- SAPOŽNIKOV, N. A., IVANOVA, N. A., LIVANOVA, T. K., RUSINOVA, I. P., SIDOROVA, V. V., SIROTA, L. B., TARVIS, T. V. (1974):** Azot v počvoobrazovanii i zemledelii. Trudi X međunarodnogo kongressa počvovedov. Izd. »Nauka«, Moskva.
- SIENKIEWICZ J. i IRENA GONET (1972):** Wplyw ciezaru objetosciowego gleby na plonowanie zboz jarych, Meždunarodnij naučnij simpozium »Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi«, Warszawa.
- SIPOS, S. (1968):** Vlijanie poroznosti počvi na urožajnost seljskohozjajstvennih kul'tur i na effektivnost udobrenij. Problemi obrabotki počvi. Dokladi međunarodnogo soveščanija. Varna.
- SIPOS, S., VIKTORIA SZIRTES (1970):** Módszerek a növények talajpórustérfogatigényének kutatásához. Talajterméhenység. Vol. IV, Karcag.
- SIPOS, S., VIKTORIA SZIRTES (1970):** A talaj pórustérfogata, a műtrágya-ervéyesülés, a vízhasznosítás és az őszi árpa, valamint őszi búza termése közötti összefüggések vizsgálata. Talajterméhenység. Vol. IV, Karcag.
- SIPOS S. i SZIRTES V. (1972):** Zusammenhänge zwischen Bodenporenvolumen, Ertrag, Mineraldüngerwirkung und Wassernutzung bei Mais und Winterweizen; Meždunarodnij naučnij simpozium »Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi«, Warszawa.
- SMIERZCHALSKI L. (1972):** Wplyw zageszenia gleby na plonowanie niektorých roslin zbozowych i okopowych. Meždunarodnij naučnij simpozium »Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi«, Warszawa.
- SZIRTES V. (1972):** Bewertung der Bestrebungen zur Krumenvertiefung auf Tschernosjomböden. Meždunarodnij naučnij simpozium »Sovremennije napravlenija v obrabotke počvi«, Warszawa.
- ŠKORIĆ A., MIHALIĆ V. i ANIĆ JELKA (1969):** Osnove agrikulture, Zagreb.
- TAYLOR M. H. i BURNETT E. (1964):** Influence of soil strenght on the rootgrowth habits of plants. Soil Sci, Vol. 98, Numb. 3.
- VAN OUWERKERK, C. (1968):** Two model experiments on the durability of subsoil compaction. Reprint Neth. J. Agric. Sci., Vol. 16. 204 — 210.  
Poljoprivredna škola u Križevcima. Prigodom 90-godišnjice rada 1860 — 1950. Bjelovar 1950.  
Vodič za ekskurzije, III kongresa Jugoslavenskog društva za proučavanje tla, Zagreb, 1964.

## APPARENT SPECIFIC GRAVITY AND SOIL MOISTURE INTERVAL AS FACTORS IN GROWING WINTER WHEAT

by

**Anđelko Butorac, Frane Tomić and Ivan Turšić**

### Summary

The paper presents the results of preliminary investigations into the effects of apparent specific gravity and the soil moisture interval, and also of their combinations, upon the yield of winter wheat and the nitrogen content in the grain. The investigations were carried out on four different soil types in greenhouse model experiments: on red soil, pseudogley, brown soil on carbonate loess and alluvial soil. For each soil type three different apparent specific gravities were tested — 1.2, 1.4 and 1.6 kg/cu. dm, and three different moisture intervals — 0.33 to 1.00, 0.33 to 6.25 and 0.33 to 15.00 atm, as well as their combinations.

Before the experiment was set up, the main physical and chemical properties of the soil were determined (Tables 1, 2 and 3). The results relating to the grain and straw yields and the nitrogen content in wheat grain are presented according to soil types and the investigated factors in Tables 4 — 8 and in Graphs 1 — 9.

It can be generally stated that the apparent specific gravity of the soil had various effects upon the grain and straw yields of winter wheat and that the medium or highest apparent specific gravity was regularly better than its low value. The effect of the soil moisture interval on the grain and straw yields was less variable, for in almost all cases there was a tendency of highest efficiency at the lowest moisture interval.

The combinations of the apparent specific gravity and the soil moisture interval, though showing some interactional effect, did not give enough elements for drawing a firm conclusion about their reciprocal compensation or their optimal effect.

The effect of the investigated factors on the nitrogen content in winter wheat grain varies considerably, both as regards their individual and mutual effects. There was no effect of the moisture interval, while the effect of the apparent specific gravity was felt only in an indirect way.

Although the investigations were only orientational, they enabled, from the aspect of the investigated factors, to determine the interrelation of the more important physical properties in relation to the grain and straw yield and the accumulation of nitrogen in wheat grain. They also give the guidelines for further investigations, particularly those to be carried out in the field.