

## DINAMIKA SADRŽAJA HUMUSA I VODOZRAČNI ODNOSI U TLU U INTENZIVNOJ STAKLENIČKOJ PROIZVODNJI POVRĆA I CVIJEĆA

*Nada Parađiković<sup>(1)</sup>, Vesna Vukadinović<sup>(1)</sup>, Miranda Šeput<sup>(2)</sup>, Renata Baličević<sup>(1)</sup>, T. Vinković<sup>(1)</sup>*

Izvorni znanstveni članak

Original scientific paper

### SAŽETAK

*Istraživanje je provedeno u staklenicima (ukupne površine 5,2 ha) u Magadenovcu na području istočne Hrvatske tijekom razdoblja od 1985. do 2002. godine. U okviru intenzivne proizvodnje povrća i cvijeća postavljen je pokus na površini od 500 m<sup>2</sup>. Kod takve proizvodnje vrlo često nije moguće obaviti oranje te se kao osnovna agrotehnička mjera, zbog povećane vlažnosti tla ili kratkoga vremenskoga roka u pripremi supstrata/tla, koristi rotokopačica, koja u jednom proходу obavi pripremu podloge za sadnju iduće kulture. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi posljedice višegodišnje primjene rotokopačice te dinamiku sadržaja humusa i organske tvari u tlu tijekom 17 godina. U tu svrhu obavljene su višestruke kemijske i fizikalne analize tla, kojima je utvrđeno da se intenzivnom proizvodnjom na pokusnoj površini tijekom 17 godina istraživanja značajno smanjio sadržaj organske tvari (1995. godine - 8,60%, a 2002. god. - 5,00%) u površinskom sloju. U podpovršinskom sloju (od 35-50 cm) količina organske tvari je za oko 50% manja. Istovremeno, uz smanjivanje količine organske tvari u tlu, dolazi i do zakiseljavanja, jer su vrijednosti pH izmjerene u 1mol/dm<sup>3</sup> KCl tijekom istraživanja niže za oko 1,4 pH jedinice u površinskom, a za oko 0,5 pH jedinica u podpovršinskom sloju te reakcija otopine tla od slabo kisele postaje kisela (pH<sub>KCl</sub> 2002. godine = 4,8). Smanjivanje količine organske tvari i humusa u supstratu/tlu dovelo je zbijanja površinskoga sloja, smanjene količine pora, odnosno narušavanja vodozračnih odnosa u tlu. Ova su istraživanja pokazala kako treba uključiti kompletni agrotehnički zahvat u obradi tla.*

*Ključne riječi: humus, obrada tla, povrće, cvijeće, staklenik, intenzivna proizvodnja*

### UVOD

Tlo, kao nezamjenjiv čimbenik održiva razvoja na Zemlji (Bašić, 2000.), ima zadatak opskrbljivati biljke vodom i hranivima, što uz zrak iz atmosfere omogućava proizvodnju organske tvari fotosintezom. Staklenička proizvodnja povrća i cvijeća postavlja visoke zahtjeve prema maksimalno mogućim prinosima, koji se ne mogu ostvariti bez redovitog unošenja hraniva u obliku anorganskih i organskih gnojiva (Žugec i sur., 1998.).

Humus je specifična organska tvar tla koloidnog karaktera, nastala procesima humifikacije. Zbog brze transformacije od velikog je značaja za cjelokupnu dinamiku tla i njegova svojstva (Škorić, 1991.). Neprekidnim pritokom novih količina žive, odnosno mrtve organske tvari (Škorić, 1991.), održava se bilanca količine i karaktera humusa. Njenim narušavanjem dolazi do poremećaja u dinamičkoj ravnoteži, što se očituje u promjeni sastava i količine humusa. U procesima mineralizacije mrtve organske tvari oslobađa se niz biogenih elemenata, koje, zatim, biljke iz otopine tla usvajaju tijekom rasta i razvoja (Racz, 1992.).

Najvažnije promjene čini čovjek različitim intervencijama u tlo, posebno u intenzivnoj biljnoj proizvodnji (Blažinkov, 2005.). Obrada tla temeljena na konvencionalnoj, standardnoj tehnologiji, prouzročuje konstantno antropogeno zbijanje tla, kvarenje strukture i destrukciju plodnosti (Birkas et al., 2007.).

---

*(1) Prof. dr. sc. Nada Parađiković, dr. sc. Vesna Vukadinović, mr. sc. Renata Baličević, dipl. ing. Tomislav Vinković - Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, (2) Dr. sc. Miranda Šeput - Zavod za tlo, Vinkovačka bb, 31000 Osijek*

S obzirom na to da intenzivna proizvodnja povrća i cvijeća ima velike zahtjeve prema tlu, potrebno je, prije zasnivanja, a i tijekom proizvodnje, vršiti kontrolu niza fizikalno-kemijskih svojstava tla.

Cilj istraživanja bio je utvrditi posljedicu višegodišnje primjene rotokopačice i dinamiku sadržaja humusa i organske tvari u tlu u intenzivnoj proizvodnji povrća i cvijeća u staklenicima Magadenovac.

## MATERIJAL I METODE

Pokus je postavljen na površini od 500 m<sup>2</sup> u nasadima povrća i cvijeća staklenika u Magadenovcu u razdoblju od 1984. do 2002. godine. Tijekom 1984. godine cjelokupna proizvodna površina je drenirana. Izveden je sustav odvodnje drenažnim cijevima promjera 50 mm i kolektora promjera 150 mm. Drenažne su cijevi postavljene u rovove sa šljunkom kao filter materijalom, na dubinu od 0,70 – 0,90 m, ovisno o padu terena, te na razmak od 3 m. Nakon toga je obavljeno vertikalno dubinsko rahljenje cijele površine na dubinu od 55 - 60 cm. Organska gnojidba pilećim i junećim stajskim gnojem u količini od 120 kg/m<sup>2</sup> obavljena je u nekoliko navrata tijekom jedne godine na dubinu 35 cm, a u zadnjoj fazi, prije freziranja, u tlo je dodan i treset s pH 5,8 te pijesak i građevinski perlit, kao kondicioneri na dubinu od 25 cm.

Za potrebe istraživanja na pokusnoj su parceli otvorena tri pedološka profila, iz kojih su uzeti uzorci za pedokemijske i pedofizikalne analize. U svrhu monitoringa proizvodne parcele, uzorkovanje se obavljalo nakon skidanja usjeva jednom godišnje za pedokemijske analize, a svakih pet godina za fizikalne analize tla. Uzorci za pedokemijske analize uzimali su se u narušenom stanju agrokemijskom sondom na dvije dubine (od 0-35 cm i od 35–50 cm), a za pedofizikalne u nenarušenom stanju u cilindre po Kopeckom.

Analize tla, fizikalne i kemijske, obavljene su u laboratorijima Zavoda za ishranu bilja Poljoprivrednoga fakulteta u Osijeku, Zavoda za melioracije i Zavoda za ishranu bilja Agronomskoga fakulteta u Zagrebu te laboratoriju Blgg Naaldwijk u Nizozemskoj.

Standardnim laboratorijskim metodama (JDPZ, 1966.; Resulović, 1969.; Škorić, 1992.; Vukadinović, Bertić, 1989.) u uzorcima tla utvrđeni su sljedeći parametri: retencijski kapacitet tla za vodu prema Gračaninu (% vol.); volumna gustoća tla pomoću cilindra Kopeckog volumena 100 cm<sup>3</sup>(g/cm<sup>3</sup>); mehanički sastav tla, pipet-metodom i teksturna oznaka; ukupni sadržaj pora u tlu (% vol.); kapacitet tla za zrak (% vol.); reakcija otopine tla (pH) u H<sub>2</sub>O i 1 mol/dm<sup>3</sup> KCl (suspencija tlo:voda - 1:2,5) i vodnom ekstraktu tla 1:5 elektrometrijski; električna vodljivost (EC<sub>1:5</sub>) vodnog ekstrakta tla 1:5, konduktometrijski; kalij (K<sup>+</sup>) plamenfotometrijski; karbonati i bikarbonati (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> i HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) titracijom sa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; kloridi (Cl<sup>-</sup>) titracijom sa AgNO<sub>3</sub>; sulfati (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), nitrati (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), amonij ion (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) i fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) spektrofotometrijski na AAS-u; sadržaj humusa po Tjurinu (%); dušik (%); sadržaj zemnoalkalijskih karbonata (%); AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i AL-K<sub>2</sub>O (mg/100 g tla).

U uzorcima bunarske vode, korištene za navodnjavanje u sistemu kap po kap, koji su analizirani u Zavodu za javno zdravstvo u Osijeku standardnim metodama (HRN ISO 7888, 9964-3, 7980, 7890-1, 10523, 11923, HRN EN ISO 9963-1, SM:4500-Cl G) utvrđeni su: EC i pH elektrometrijski; kationi (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) FAAS-om; klor (Cl<sup>-</sup>) kolorimetrijski; nitrati (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) spektrofotometrijski; bikarbonati (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) titracijom; sulfati (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) turbidimetrijski; željezo (Fe<sup>3+</sup>) i bor (B) ETAAS-om; ukupne soli gravimetrijski.

Dobiveni rezultati istraživanja prikazani su kao prosječne vrijednosti za vremenske periode od 5 godina u razdoblju od 1985. do 2002. godine. Statistička analiza obavljena je programom STATISTICA, version 7.1 (StatSoft, Inc. 2004.). Korištene su metode višestruke regresije (Multiple Regression) i analiza vremenskoga niza (Time Series Analysis).

## REZULTATI I RASPRAVA

Prije postavljanja pokusa u otvorenim pedološkim profilima determinirano je lesivirano tipično oglejeno tlo, koje je poslužilo kao podloga pri zasnivanju podne proizvodnje.

Analiza uzoraka uzetih prije postavljanja pokusa (Tablica 1.) pokazuje da je tlo u površinskome sloju slabo kisele reakcije (pH<sub>KCl</sub> = 6,2), jako humozno (6,88 % humusa), s prosječnim sadržajem organske tvari 13,31%, te izuzetno bogato opskrbljeno fiziološki aktivnim fosforom i kalijem (112,0 mg/100g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 90,0 mg/100g tla K<sub>2</sub>O) (Vukadinović, V., Lončarić, Z., 1998.).

Intenziviranjem proizvodnje tijekom sljedećih godina značajno se smanjuje sadržaj organske tvari (1995. godine – 8,60%, a 2002. god. – 5,00%) u površinskome sloju. U podpovršinskom sloju (od 35-

50 cm) količina organske tvari je za oko 50% manja. Pošto je i sadržaj humusa progresivno opadao (Tablica 1.) tijekom trajanja pokusa (4,88% 1990. godine, a 2,95% 2002. godine), može se pretpostaviti da sva unesena organska tvar nije u procesima humifikacije postala trajni humus.

**Tablica 1. Kemijska svojstva tla**

*Table 1. Soil chemical properties*

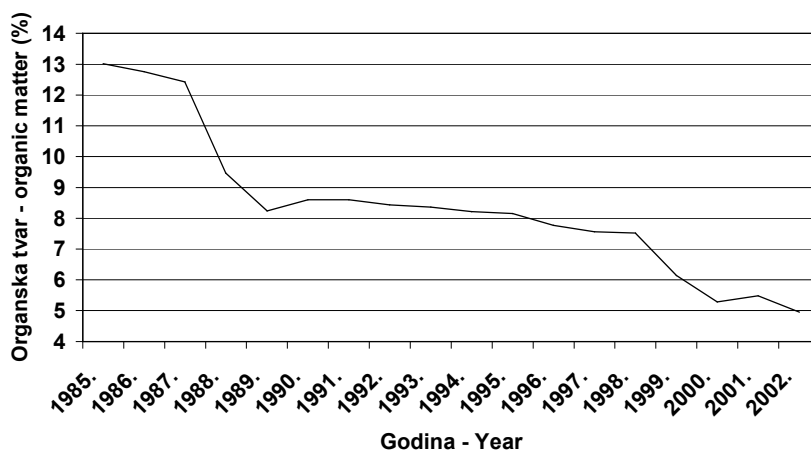
| Godina<br>Year | Dubina (cm)<br>Depth (cm) | pH               |     | %                        |      |      | AL - mg/100g                  |                  |
|----------------|---------------------------|------------------|-----|--------------------------|------|------|-------------------------------|------------------|
|                |                           | H <sub>2</sub> O | KCl | Org. Tvar<br>Org. matter | Hum. | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1985.-1990.    | 0-35                      | 6,8              | 6,2 | 13,31                    | 6,88 | 0,59 | 112,0                         | 90,0             |
|                | 35-50                     | 5,9              | 5,1 | 6,08                     | 2,45 | 0,59 | 27,6                          | 23,0             |
| 1990.-1995.    | 0-35                      | 6,2              | 5,7 | 8,60                     | 4,88 | 0,25 | 59,6                          | 84,0             |
|                | 35-50                     | 6,0              | 5,3 | 5,71                     | 2,30 | 0,25 | 14,9                          | 24,4             |
| 1995.-2000.    | 0-35                      | 6,3              | 5,3 | 5,40                     | 3,19 | 0,11 | 46,0                          | 34,0             |
|                | 35-50                     | 5,3              | 4,6 | 3,27                     | 1,52 | 0,11 | 13,5                          | 24,8             |
| 2000.-2002.    | 0-35                      | 6,2              | 4,8 | 5,00                     | 2,95 | 0,10 | 44,5                          | 32,6             |
|                | 35-50                     | 5,4              | 4,9 | 2,05                     | 1,19 | 0,10 | 13,4                          | 21,4             |

Tijekom vegetacije povrća i cvijeća strogo se vodilo računa o optimalnim vrijednostima relativne vlažnosti (od 75-90 %) i temperature zraka (od 22-29°C) tijekom dana te vodnom režimu supstrata (od 80-85% retencijskoga kapaciteta) do dubine 25 cm (Paradićević, 2002.). Na takav način stvoreni klimatski uvjeti u istraživanom stakleničkom prostoru doveli su do ubrzavanja procesa mineralizacije organske tvari, pa čak i dijela trajnoga humusa, što se nepovoljno odrazilo i na fizikalna svojstva supstrata.

Pogoršavanje fizikalnih svojstava u tijesnoj je vezi s aeracijom supstrata, do koje dolazi pri svakoj novoj sadnji za koju se koristi rotokopačica. Pošto je njena radna dubina i do 40 cm, ona uz supstrat zahvaća i dio podloge (lesivirano tipično oglejeno tlo) s visokim postotkom praškastih čestica. Posljedica je da se čestice praha u većoj količini miješaju s organskom tvari iz površinskoga sloja, što povećava zbijanje površinskoga sloja, odnosno narušava njegove povoljne vodozračne odnose.

Postotni udio organske tvari za svaku godinu u nizu pokazuje statistički visoko značajan trend opadanja tijekom sedamnaestogodišnjeg perioda istraživanja ( $P < 0,01$ ;  $F = 87,954^{**}$ ;  $t_{(16)} = 13,977$ ) i to za 0,92% ( $y = 26,922 - 0,92x_i$ ) (Grafikon 1.). Istovremeno, i sadržaj humusa za svaku godinu u nizu ima statistički visoko značajan trend opadanja ( $P < 0,01$ ;  $F = 27,208^{**}$ ;  $t_{(16)} = 8,751$ ) i to za 0,79% ( $y = 21,865 - 0,79x_i$ ) (Grafikon 2.).

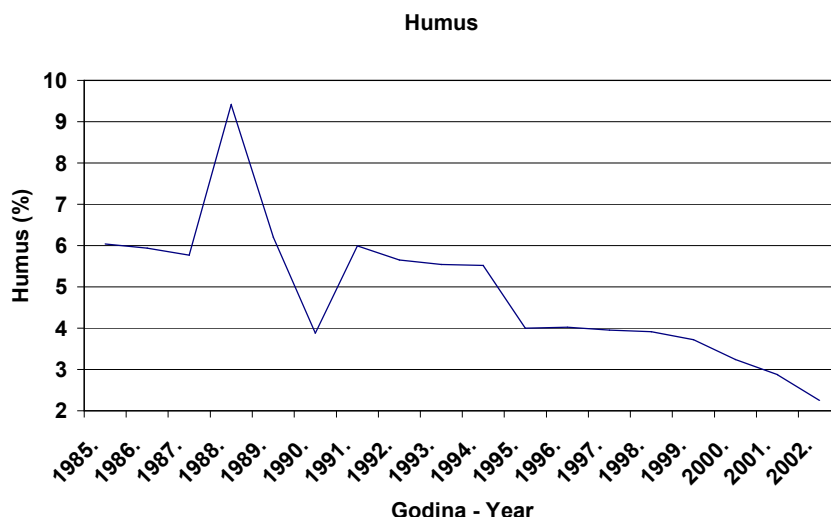
**Organska tvar - organic matter**



$r = 0,919^{**}$ ,  $a = 26,922$ ,  $b = -0,92$ ,  $y = 26,922 - 0,92x$ ,  $F = 87,954^{**}$ ,  $t(16) = 13,977$

**Grafikon 1. Prosječni sadržaj organske tvari**

*Graph 1. Average content of organic matter*



$$r=0,793^{**}, a=21,865, b=-0,79, y=21,865-0,79x, F =27,208^{**}, t(16)=8,751$$

### Grafikon 2. Prosječni sadržaj humusa

Graph 2. Average humus content

Analiza rezultata kemijskih i fizikalnih analiza tla ukazuje na činjenicu da se smanjenje količine organske tvari (hranjivi humus) i trajnoga humusa odrazilo ne samo na kemijska, nego i na fizikalna svojstva supstrata.

Vrijednosti reakcije otopine tla, predočene u Tablici 1., pokazuju da je tijekom trajanja pokusa došlo do zakiseljavanja cijelom dubinom (do 50 cm). Međutim, u površinskome sloju supstrata (do 35 cm) proces zakiseljavanja je intenzivniji ( $pH_{KCl}$  opada za 1,4 pH jedinice) te reakcija otopine tla od slabo kisele postaje kisela. U podpovršinskom sloju (od 35-50 cm) vrijednost pH je pala samo za 0,5 pH jedinica. Količina fiziološki aktivnih fosfora i kalija također tijekom godina opada (44,5 mg/100g  $P_2O_5$  i 32,6 mg/100g tla  $K_2O$ ), što je rezultat vrlo intenzivne proizvodnje, tijekom koje biljke u stakleničkom uzgoju, (povrće i cvijeće) koriste velike količine hraniva za postizanje dobrih prinosa (Tablica 1.).

Osim pedokemijskih analiza, svake pete godine uzeti su i uzorci tla u nenarušenom stanju za određivanje hidropedoloških konstanti. Detaljnija analiza rezultata u Tablici 2. pokazuje da se intenziviranjem proizvodnje ne narušava tekstura, nego samo struktura tla, jer dolazi do zbijanja. Tlo je od vrlo poroznog ( $P > 60\%$ ), nakon intenzivnoga korištenja, prešlo u kategoriju poroznih tala (Tablica 2.), što navodi na zaključak da se smanjila količina makropora, jer i vrijednosti kapaciteta tla za zrak ( $Kz$ ) opadaju. Volumna gustoća ( $\rho_v$ ), kao indikator zbijenosti tla, pokazuje da je došlo do intenzivnoga zbijanja površinskoga sloja tla do 35 cm. Vrijednosti variraju (Tablica 2.) od rahlog, dobro dreniranog ( $0,90 \text{ gcm}^{-3}$ ) preko jako zbijenog ( $1,60 \text{ gcm}^{-3}$ ) do srednje zbijenog tla ( $1,33 \text{ gcm}^{-3}$ ) tla. Vrijednosti gustoće čvrste faze su obrnuto proporcionalne udjelu organske tvari u ukupnoj masi vrste faze tla, što se vidi u Tablicama 1. i 2.

### Tablica 2. Prosječne vrijednosti fizikalnih svojstava supstrata

Table 2. Average values of pedophysical properties

| Godina<br>Year  | Dubina(cm)<br>Depth (cm) | P<br>(%vol.) | Kv<br>(%vol.) | Kz<br>(%vol.) | $\rho_v$<br>( $\text{gcm}^{-3}$ ) | $\rho_c$<br>( $\text{gcm}^{-3}$ ) | Glina<br>Clay, %<br>< 0,002 mm | Teksturna<br>klasa<br>Texture<br>class |
|-----------------|--------------------------|--------------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| 1985.-<br>1990. | 0-35                     | 66           | 53            | 13            | 0,90                              | 2,44                              | 17                             | Pr1                                    |
|                 | 35-50                    | 64           | 52            | 16            | 0,98                              | 2,58                              |                                |  |
| 1990.-<br>1995. | 0-35                     | 43           | 39            | 4             | 1,60                              | 2,77                              | 17                             | Pr1                                    |
|                 | 35-50                    | 48           | 39            | 9             | 1,48                              | 2,84                              |                                |  |
| 1995.-<br>2000. | 0-35                     | 51           | 44            | 8             | 1,33                              | 2,68                              | 22                             | Pr1                                    |
|                 | 35-50                    | 50           | 40            | 10            | 1,35                              | 2,73                              |                                |  |

P= ukupna poroznost tla - *total soil porosity*; Kv= retencijski kapacitet tla za vodu – *field water capacity*; Kz= kapacitet tla za zrak - *soil air capacity*; pv= volumna gustoća tla - *soil bulk density*;  $\rho_c$ =gustoća čvrste faze tla - *soil particle density*; PrI=praškasta ilovača - *sandy loam*.

Koncentracija otopine tla promjenjiva je veličina u rizosfernoj zoni i ovisna je o intenzitetu primanja iona. Većina biljaka preferira umjerenu koncentraciju soli od 0,05‰, što je prihvatljivo za uzgoj povrća (Lešić i sur., 2002.). Zasićenost ili koncentracija soli u otopini tla izražava se pomoću električne vodljivosti vodnog ekstrakta tla (EC). Klasifikacija tala i/ili supstrata temelji se na vrijednostima električne vodljivosti (EC), omjeru koncentracije pojedinih kationa i aktualnoj kiselosti (pH u vodi). Rezultati u Tablici 3. pokazuju da su vrijednosti električne vodljivosti niže od  $4 \text{ ds/m}^{-1}$  što znači da se radi o nazašlanjenom tlu, odnosno supstratu.

**Tablica 3. Kemijska svojstva tla**

*Table 3. Soil chemical properties*

| Godina<br><i>Year</i> | Oznaka uzorka<br>i dubina (cm)<br><i>Sample mark<br/>and depth (cm)</i> | E.C. | %<br>soli<br><i>salts</i> | meq/l                        |                              |                               |                 |                               | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>mg / l | K<br>meq / l |
|-----------------------|---|------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|---|--------------|
|                       |   |      |                           | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Cl <sup>-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |   |              |
| 1985.-<br>1990.       | 0-35  | 0,60 | 0,19                      | 3,55                         | 0,31                         | 0,29                          | 2,34            | 0,15                          | 4,28                                    | 0,76         |
|                       | 35-50   | 0,29 | 0,09                      | 3,55                         | 0,31                         | 0,29                          | 2,34            | 0,10                          | 4,28                                    | 0,76         |
| 1990.-<br>1995.       | 0-30  | 0,14 | 0,05                      | 0,35                         | 0,64                         | 0,10                          | 0,46            | 0,12                          | 3,74                                    | 0,38         |
|                       | 25-55   | 0,17 | 0,05                      | 0,35                         | 0,64                         | 0,10                          | 0,46            | 0,18                          | 3,74                                    | 0,38         |
| 1995.-<br>2000.       | 0-30  | 0,68 | 0,22                      | 2,90                         | 0,53                         | 0,50                          | 0,70            | 0,20                          | 130,7                                   | 1,24         |
|                       | 30-55   | 0,32 | 0,10                      | 2,90                         | 0,53                         | 0,50                          | 0,70            | 0,14                          | 130,7                                   | 1,24         |

Tekuća faza, odnosno otopina tla, sadrži niz hranjivih tvari najlakše dostupnih biljkama tijekom rasta i razvoja. U suspenziji tla (Bašić, 1976.) se uvijek, makar i u vrlo malim količinama, nalaze otopljene mineralne tvari. Pošto glavninu tvari u tekućoj fazi ili otopini tla čine ioni (Sparks, 1995.), ona predstavlja medij iz kojeg biljka uzima ione. Analiza koncentracije nekih aniona (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, i Cl<sup>-</sup>) ukazuje na promjene (Tablica 3.), koje se mogu dovesti u vezu sa zakiseljavanjem supstrata u uvjetima intenzivnog uzgoja biljaka u stakleničkoj proizvodnji.

Prema rezultatima kemijske analize, bunarska voda, korištena za navodnjavanje kap po kap, može se svrstati u treću kategoriju (Tablica 4.) te kao takva upotrebljavati samo za navodnjavanje biljaka. Međutim, koncentracija željeza od 4,3 mg/l previsoka je u vodi koja se koristi pri zalijevanju povrća i cvijeća. Upotrebom takve vode u podnoj intenzivnoj stakleničkoj proizvodnji makrostrukturni agregati postaju nestabilni. Posljedica je začepljenje drenažnoga sistema, čime je usporena i pravovremena odvodnja suvišne vode iz supstrata. Tijekom 1998./99. počeo se graditi sustav otvorenih laguna za prikupljanje kišnice i akumulaciju bunarske vode. Na taj se način prirodnom oksidacijom smanjila koncentracija karbonata i željeza.

**Tablica 4. Kemijski sastav bunarske vode za navodnjavanje**

*Table 4. Chemical properties of well water for irrigation*

|   |      |
|---|------|
| EC ( $\text{ds/m}^{-1}$ )                 | 2,48 |
| pH  | 8,32 |
| Natrij - <i>Sodium</i> (mmol/l )          | 4,2  |
| Kalij - <i>Potassium</i> (mmol/l )        | 2,8  |
| Kalcij - <i>Calcium</i> ( mmol/l )        | 3,28 |
| Klor - <i>Chlor</i> (mmol/l )             | 2,95 |
| Magnezij - <i>Magnesium</i> (mmol/l )     | 1,36 |
| Nitrat - <i>Nitrate</i> (mmol/l )         | 0,23 |
| Bikarbonat - <i>Bicarbonate</i> (mmol/l ) | 2,3  |
| Sulfat - <i>Sulfate</i> (mmol/l )         | 0,9  |
| Željezo - <i>Iron</i> (mg/l )             | 4,3  |
| Bor - <i>Boron</i> (ppm )                 | 2,2  |

|                    |      |
|--------------------|------|
| Soli - Salts (g/l) | 1,97 |
|--------------------|------|

Svi navedeni rezultati pokazuju da višegodišnja intenzivna proizvodnja na pokusnoj površini u stakleniku, unatoč kvalitetno pripremljenome supstratu i optimalnim klimatskim uvjetima, ima za posljedicu veliki gubitak humusa. Time su se kemijska i fizikalna svojstva supstrata pogoršala do te mjere da je napušten podni način proizvodnje povrća i cvijeća. Intenzivnim gospodarenjem i visokim prinosisima iz tla se iznose velike količine hraniva, koja su u obradivim tlima različito zastupljena, ali nikada u dovoljnim količinama za trajno iskorištavanje bez nadoknađivanja gnojdbom (Mihalić, 1976.).

## ZAKLJUČAK

Analizom kemijskih i fizikalnih svojstava supstrata/tla, koja je popraćena zbijanjem površinskih slojeva supstrata i zadržavanjem vode na samoj površini, pojavila se potreba za iznalaženjem novih rješenja u intenzivnoj stakleničkoj proizvodnji povrća i cvijeća. Unatoč saznanjima da upotreba rotokopačice doprinosi očuvanju strukture tla, rezultati dobiveni monitoringom tijekom sedamnaestogodišnjeg istraživanja (povećana zbijenost tla, značajno smanjenje količine organske tvari i humusa u tlu, intenzivno zakiseljavanje u površinskome sloju supstrata) rezultirali su donošenjem odluke o napuštanju tehnologije podnog uzgoja u staklenicima u Magadenovcu. Uz to, vrlo visoka vlaga u pojedinačnim tehnološkim cjelinama (uzgoj paprike i krastavca u odnosu na uzgoj ljiljana i karanfila) te s vremenom djelomično oštećena drenaža postaju, također, jedan od presudnih argumenata pri donošenju odluke. Danas nove tehnologije omogućavaju da se tlo odmori više godina te se primjenjuju nove metode uzgoja u armaturi od pocinčanog aluminijskog, uzgoj na pokretnim stolovima, u krevetima i u hidroponiju. To su sve pokretne konstrukcije, a tehnologija je praćena pogonskim kompjutorima te je za sisteme kao što su staklenici u Magadenovcu u 2002. godini većim dijelom napuštena proizvodnja na tlu. Međutim, rezultati ovog istraživanja pokazuju da se ipak, povremeno, treba uključiti kompletni agrotehnički zahvat u obradi tla (podrivanje, tanjuranje, oranje, drljanje i konačno freziranje) uz sve mjere opreza i česte kontrole supstrata.

## LITERATURA

1. Bašić, F. (1976.): Pedologija. Viša poljoprivredna škola, Križevci.
2. Bašić, F. (2000.): Višeznačna uloga kao temelj održivog gospodarenja tla na pragu novog milenija. 140. obljetnica poljoprivrednog školstva u Križevcima, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci, 71.-87.
3. Birkas, M., Kalmar, T., Fenyvesi, L., Foldesi, P. (2007): Realities and baliefs in sustainable soil tillage systems a research approach, Cereal Resaarch Communications, 35(2):257-260.
4. Blažinkov, M., Redžepović, S., Jug, D., Žugec, I. (2005.): Utjecaj različite obrade na mikrobnu populaciju tla. Zbornik radova XL. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma.
5. Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Čustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002.): Povrćarstvo. Zrinski d.d., Čakovec.
6. Mihalić, V. (1976.): Opća proizvodnja bilja. Školska knjiga, Zagreb.
7. Parađiković, N. (2002.): Osnove proizvodnje povrća. Nova Zemlja, Katava d.o.o., Osijek.
8. Racz, Z. (1992.): Značaj tla u prirodnim i agroekosustavima i suvremeni problemi njegove zaštite, Socijalna ekologija, 1(1):105.-118.
9. Resulović, H. (1969.): Pedološki praktikum. Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo.
10. SAS System 7.1 Software Statistica (SAS Institute Inc. Cary, NC. USA, SAS/STAT User's Guide)
11. Sparks, D. L. (1995): Environmental soil chemistry. Academic Press Limited, London.
12. Škorić, A. (1992.): Priručnik za pedološka istraživanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti – Zagreb, Zagreb.
13. Škorić, A. (1991.): Sastav i svojstva tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
14. Vukadinović, V., Bertić B. (1989.): Praktikum iz agrokemije i ishrane bilja. Sveučilište u Osijeku, BTZNC, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.

15. Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1998.): Ishrana bilja. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
16. Žugec, I., Bertić, B., Jurić, I., Šamota, D., Stipešević, B. (1998.): Vježbe - interna skripta (2). Gnojidba, sjetva-sadnja, tehnika uvođenja i izrade plodoreda i evidencija agrotehničkih mjera na gospodarstvu. Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
17. .... (1966.): JDPZ – Hemijske metode ispitivanja zemljišta, Knjiga I, Beograd
18. .... (1966.): JDPZ – Metodika terenskog ispitivanja zemljišta, Knjiga IV, Beograd.

## **DYNAMICS OF HUMUS CONTENT AND AIR-WATER SOIL PROPERTIES IN INTENSIVE VEGETABLE AND FLOWER GLASSHOUSE PRODUCTION**

### **SUMMARY**

*The investigation was conducted in Magadenovac glasshouses, eastern Croatia during seventeen years (1985. - 2002.). In that period, the glasshouse production of vegetables and flowers was intensive during the whole year. The trial was set up on 500 m<sup>2</sup>. Because of often crop rotation during the same year, soil tillage must be done fast and soil must be homogenized till depth of about 40 cm. Often in practice it is not possible to plough because of numerous reasons and then main mechanization is roto-digging machine. The aim of this investigation was to determine the consequences of long-term application of the special roto-digging machine and dynamics of organic matter and humus content during 17 years. For this purpose, multiple chemical and physical analyses were done. It was determined that, by intensive production during 17 years, organic matter content in soil surface layer significantly decreased (1995 year - 8.60% and 2002 year - 5.00%). In subsurface layer (35-50 cm) organic matter content decreased by about 50%. At the same time, by decreasing organic matter content soil became more acid, because pH value measured in 1M KCl after 17 years was by 1.4 units lower in the surface layer, and by about 0.5 units lower in subsurface layer. Finally, soil became acid (pH<sub>KCl</sub> = 4.8). Decreasing in organic matter and humus content led to soil compaction, decreased soil porosity and degradation of other physical and chemical properties. It can be concluded, that it is necessary to import complete agricultural operations relative to soil tillage for soil preserving.*

**Key-words:** *humus, soil tillage, vegetables, flowers, glasshouse, intensive production*

(Primljeno 23. studenog 2007.; prihvaćeno 18. prosinca 2007. - Received on 23 November 2007; accepted on 18 December 2007)