

# Površinski napon i suspenzibilnost radnih tečnosti fungicida, insekticida i nepesticidnih supstanci zavisno od kvaliteta vode

Slavica M. Vuković, Dušanka V. Indić, Sonja M. Gvozdenc

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

## Izvod

Cilj rada je bio određivanje površinskog napona i suspenzibilnosti radnih tečnosti fungicida (Quadris i Dithane M-70), insekticida (Actara 25-WG i Cipkord 20-EC) i njihovih mešavina sa nepesticidnim supstancama (kompleksno đubrivo – Mortonjic plus; ađuvant – Sillwet L-77), zavisno od kvaliteta vode (bunarska, česmenska ili površinska), koje se koriste u poljoprivredi (navodnjavanje i primena agrohemijskih). Sve ispitane vode su imale visok površinski napon (63,8–68,7 mJ/m<sup>2</sup>). Smanjenje istog za oko 50%, u odnosu na kontrolne vode, ostvareno je ađuvantom (Sillwet L-77) i preparatom formulisanim kao koncentrat za emulziju (Cipkord 20-EC) dodavanjem u radne tečnosti pesticida i nepesticidnih supstanci, a smanjenje za oko 2/3 je registrovano u vodi iz reke Save. Evidentno je smanjenje suspenzibilnosti upotrebom česmenske vode za razliku od ostalih voda, ali i u mešavinama koje sadrže Dithane M-70.

**Ključne reči:** površinski napon, suspenzibilnost, fungicidi, insekticidi, nepesticidne komponente, mešavine, kvalitet vode.

Dostupno na Internetu sa adrese časopisa: <http://www.ache.org.rs/HI/>

STRUČNI RAD

UDK 628:631.67:544

Hem. Ind. 69 (4) 371–380 (2015)

doi: 10.2298/HEMIND140303051V

Primena pesticida u zaštiti bilja protiv štetnih organizama je nužnost savremene poljoprivrede, uslovljena potrebom za očuvanjem prinosa i proizvodnjom sve većih količina hrane. Veliki broj pesticida u zaštiti bilja, zavisno od oblika formulacije, primenjuje se uz prethodno razređenje vodom. Svojstva vode kao što su pH, elektroprovodljivost i tvrdoća, mogu uticati na kvalitet i efekat primene kako pojedinačnih pesticida tako i njihovih mešavina, kao i pri mešanju pesticida i nepesticidnih supstanci (kompleksna đubriva, ađuvanti i protektanti), što za posledicu ima povećanje rizika primene istih [1]. Pomenuta svojstva vode mogu prouzrokovati ubranu razgradnju aktivne supstance, promene u suspenzibilnosti ili ne retko i u biološkom efektu (antagonizam, aditivni efekat i sinergizam), pa i nepoželjne, toksične promene na biljkama. Navedena svojstva vode su promenljiva i zavise od sezonskih i klimatskih kolebanja, a nekada i elementarnih nepogoda [2].

Poljoprivreda je jedan od najznačajnijih korisnika vodnih resursa, s obzirom da se veliki procenat gajenih biljaka navodnjava, ali i da se priprema radnih tečnosti pesticida ili kompleksnih đubriva, obavlja korišćenjem podzemnih ili površinskih voda [3], a u skorije vreme sve više i česmenske vode.

Imajući u vidu izneto, od velikog značaja su saznanja o kvalitetu vode i njen uticaj na fizičko-hemijske promene radnih tečnosti pesticida u cilju što uspešnije zaštite bilja i što racionalnije poljoprivredne proizvodnje.

Kako u našoj zemlji tako i u svetu, istraživanja iz ove oblasti su vrlo retka i pružaju veoma malo informacija, te su ova ispitivanja usmerena u pravcu verifikacije fizičko-hemijskih svojstava odnosno, površinskog napona i suspenzibilnosti radnih tečnosti pesticida zavisno od kvaliteta vode u kojoj se razređuju. Površinski napon se kreće od 72,7 mJ/m<sup>2</sup> (voda na 20 °C) za polarne tečnosti pa do 20 mJ/m<sup>2</sup> za nepolarne tečnosti (destilat petroleuma). Što je vrednost površinskog napona viša, to je kvašljivost radnih tečnosti pesticida manja [4]. Svojstvo kvašljivosti radnih tečnosti pesticida je veoma važno, jer za primenu većine sredstava za zaštitu bilja, pokrovnost biljnih delova tankim slojem ili finom pesticidnom prevlakom, garancija je većeg uspeha pri primeni istih. Kvašljivost se određuje merenjem površinskog napona radne tečnosti pesticida, i predstavlja količinu energije potrebnu da se površina tečnosti poveća za jedinicu (1 m<sup>2</sup>), odnosno to je sila koja deluje tangencijalno na jedinicu dužine linije na graničnoj površini tečnosti i u obrnutoj je zavisnosti od kvašljivosti.

Suspenzibilnost ili postojanost suspenzije je svojstvo radnih tečnosti pesticida uslovljeno finoćom i oblikom čestica, ali i specifičnom masom, čija je veličina u suspenziji do 10 μm [4]. Po pripremi radnih tečnosti, suspenzibilnost se procenjuje najpre vizuelno, evidentiraju se moguće pojave kao što su aglomeracija, kristalizacija i sedimentacija, a i merenjem posle 30 min. Promene u suspenzibilnosti mogu nastati pri mešanju različitih ili istih formulacija pesticida, kao i istih s nepesticidnim supstancama [5,6]. Imajući u vidu napred izneto, cilj rada je bio odrediti površinski napon i suspenzibilnost radnih tečnosti fungicida, insekticida i njihovih meša-

Prepiska: S.M. Vuković, Departman za fitomedicinu i zaštitu životne sredine, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8., 21000 Novi Sad, Srbija.

E-pošta: [vukovic@polj.uns.ac.rs](mailto:vukovic@polj.uns.ac.rs)

Rad primljen: 3. mart, 2014

Rad prihvaćen: 17. jun, 2014

vina sa nepesticidnim supstancama zavisno od kvaliteta vode (bunarska, česmenska ili površinska).

### EKSPERIMENTALNI DEO

Ispitivanja površinskog napona i suspenzibilnosti pesticida zavisno od kvaliteta vode za tretiranje, obavljena su u laboratorijama Deprtmana za fitomedcinu i zaštitu životne sredine, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. Kvalitet voda određen je u Laboratoriji za ispitivanje prehrambenih proizvoda i hrane za životinje, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

#### Vode uključene u ispitivanja

Izabrano je pet voda od čega su dve bunarske (lokaliteti Bečej i Adice), jedna česmenska (Novi Sad) i dve površinske vode (reke Karaš i Sava).

#### Kvalitet voda

Kvalitet voda (pH, tvrdoća, elektroprovodljivost, hloridi, nitriti, nitrati, amonijak, kalcijum i gvožđe) određen je po standardnim metodama (tabela 1).

#### Pesticidi, kompleksno đubrivo, adjuvant i njihove mešavine

U tabeli 2 su prikazani fungicidi, insekticidi, kompleksno đubrivo (u daljem tekstu: M+), adjuvant, njihove dvojne i trojne mešavine, i primenjene količine u eksperimentima.

#### Određivanje površinskog napona

Površinski napon je određen pomoću tenziometra (Lecomte du Nouy) po metodi iz literature [4] i izražen je u  $\text{mJ/m}^2$  sa tačnošću  $\pm 0,1 \text{ mJ/m}^2$ .

#### Određivanje suspenzibilnosti

Kao fizičko–hemijska osobina radnih tečnosti, preparata formulisanih kao kvašljivi prašak (WP), koncen-

trovana suspenzija (SC), vododisperzibilne granule (WG) i mešavine koje ih sadrže, određena je standardnom metodom CIPAC MT 15 [7]. Suspenzibilnost je izražena u procentima (%) a donja propisana granica za pesticide je 60%.

Tabela 2. Insekticidi, fungicidi, kompleksno đubrivo, adjuvant, njihove mešavine i primenjene količine  
Table 2. Insecticides, fungicides, complex fertilizer, adjuvant, their mixtures and application rates

Redni broj	Preparat	Primenjene količine (kg, l/ha)/300 L vode
1.	Quadris	0,75 l/ha
2.	Dithane M-70	2,5 kg/ha
3.	Actara 25-WG	0,07 kg/ha
4.	Cipkord 20-EC	0,3 l/ha
5.	Mortonijc plus (M <sup>+</sup> )	3 kg/ha
6.	Sillwet L-77	0,1 l/ha
7.	Quadris +Cipkord 20-EC	0,75 l/ha+0,3 l/ha
8.	Quadris +Actara 25-WG	0,75 l/ha+0,07 kg/ha
9.	Dithane M-70+Cipkord 20-EC	2,5 kg/ha+0,3 l/ha
10.	Dithane M-70+Actara 25-WG	2,5 kg/ha+0,07 kg/ha
11.	Cipkord 20-EC+ Mortonijc plus	0,3 l/ha+3,0 kg/ha
12.	Quadris+ Mortonijc plus	0,75 l/ha+3,0 kg/ha
13.	Dithane M-70+ Mortonijc plus	2,5 kg/ha+3,0 kg/ha
14.	Actara 25-WG+ Mortonijc plus	0,07 kg/ha+3,0 kg/ha
15.	Quadris+ Silwett L-77	0,75 l/ha+0,1 l/ha
16.	Dithane M-70+ Silwett L-77	2,5 kg/ha+0,1 l/ha
17.	Cipkord 20-EC+Silwett L-70	0,3 l/ha+0,1 l/ha
18.	Actara 25-WG+Silwett L-77	0,07 kg/ha+0,1 l/ha
19.	Quadris+Cipkord 20-EC + Mortonijc plus	0,75 l/ha+0,3 l/ha+3,0 kg/ha

Tabela 1. Kvalitet voda korišćenih u ogledu

Table 1. The quality of water used in the experiment

Lokalitet sa kojeg je uzorkovana voda (GPS)	pH	Tvrdoća d°H	Elektroprovodljivost $\mu\text{S/cm}$	mg/l					
				Cl	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>3</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+,3+</sup>
Bunarske vode									
Bečej ( N 45°37,329' Eo 20°2,155')	7,90	9,20	2200	61,5	0,05	6,0	16,9	37,5	0,768
Adice ( N 45°13,868' Eo19°46,870')	7,55	34,7	1470	61,2	2,5	36,0	0,0	74,8	<0,05
Česmenska voda									
Novi Sad ( N 45°14,833' Eo 19°51,132')	7,42	15,4	641	26,0	0,002	2,8	0,01	78,4	0,02
Površinske vode									
Karaš ( N 44° 57,733' Eo 21°19,012')	8,10	12,9	463	7,9	0,3	16,0	0,0	82,5	0,100
Sava, Sr. Mitrovica ( N 44° 58,477' Eo 19°35,629')	8,15	11,7	415	7,4	0,18	15,6	0,93	67,3	<0,3
II klasa vode <sup>a</sup>	<b>6,8–8,5</b>	<sup>b</sup>	<b>2500</b>	<b>200</b>	<b>0,03</b>	<b>50</b>	<b>0,1</b>	<b>200</b>	<b>0,3</b>

<sup>a</sup>Maksimalno dozvoljene vrednosti za kvalitet vode II klase [22]; <sup>b</sup>skala za tvrdoću vode: 0–4 vrlo meka; 4–8 slabo meka; 8–16 slabo tvrda; 16–30 tvrda; preko 30 jako tvrda)

Tabela 2. Nastavak  
Table 2. Continued

Redni broj	Preparat	Primenjene količine u 300 L vode
20.	Quadris+ Actara 25-WG+ Mortonijc plus	0,75 l/ha+0,07 kg/ha+3,0 kg/ha
21.	Dithane M-70+ Cipkord 20-EC+ Mortonijc plus	2,5 kg/ha+0,3 l/ha+3,0 kg/ha
22.	Dithane M-70+ Actara 25-WG+ Mortonijc plus	2,5 kg/ha+0,07 kg/ha+3,0 kg/ha
23.	Quadris+Cipkord 20-EC+ Sillwett L-77	0,75 l/ha+0,3 l/ha+0,1 l/ha
24.	Quadris+Actara 25 WG+ Sillwett L-77	0,75 l/ha+0,07 kg/ha+0,1 l/ha
25.	Dithane M-70+ Cipkord 20-EC+ Sillwett L-77	2,5 kg/ha+0,3 l/ha+0,1 l/ha
26.	Dithane M-70+ Actara 25-WG+ Sillwett L-77	2,5 kg/ha+0,07 kg/ha+0,1 l/ha

## REZULTATI

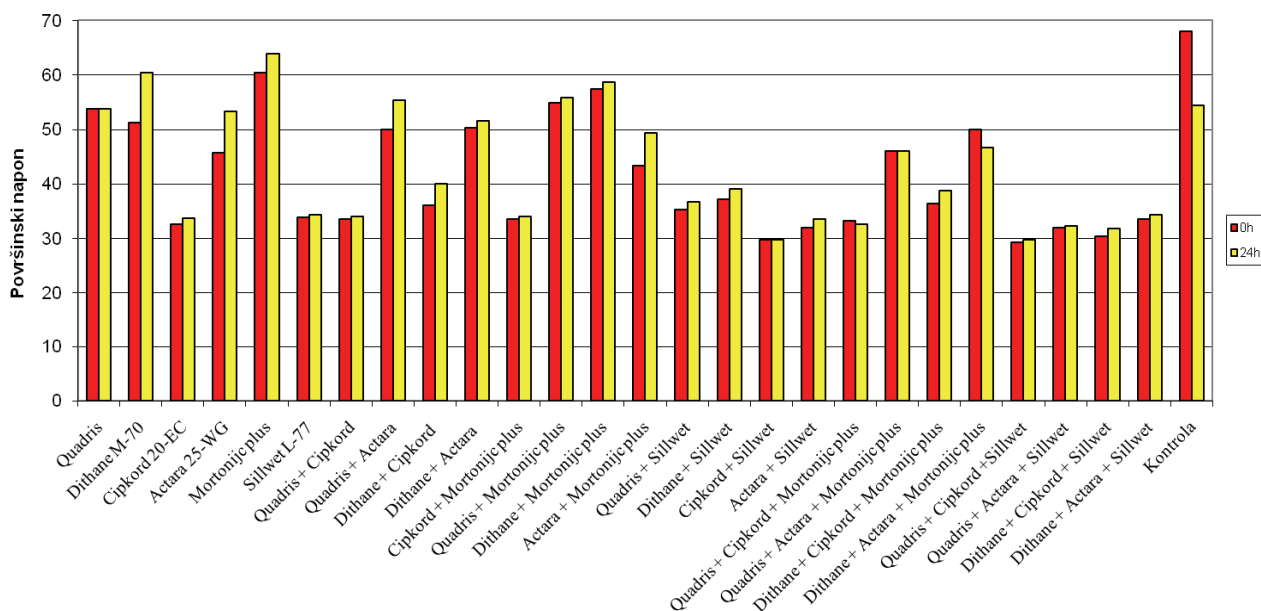
### Površinski napon radnih tečnosti zavisno od kvaliteta vode

Svih pet ispitivanih voda u kontroli, imale su površinski napon 63,8–68,7 mJ/m<sup>2</sup> na početku eksperimenta (slike 1–5). Merenjem posle 24 h kod četiri vode je registrovano smanjenje površinskog napona, a povećao se jedino kod vode iz reke Karaš.

Površinski napon bunarske vode iz Bečeja je 68 mJ/m<sup>2</sup>, a posle 24 h je 54,3 mJ/m<sup>2</sup>. Radne tečnosti fun-

gicida su ispoljile smanjenje površinskog napona u odnosu na samu vodu, i on se kretao od 51,2–53,7 mJ/m<sup>2</sup> po mešanju, odnosno 53,8–60,3 mJ/m<sup>2</sup> posle 24 h (sl. 1). Kod radne tečnosti preparata Actara 25-WG površinski napon je iznosio 45,7 mJ/m<sup>2</sup> po mešanju, a 53,2 mJ/m<sup>2</sup> posle 24 h, a kod preparata Cipkord 20-EC 32,5 mJ/m<sup>2</sup> po mešanju, a 33,7 mJ/m<sup>2</sup> posle 24 h. Kompleksno đubrivo M+ je ispoljilo visok površinski napon 60,3–63,8 mJ/m<sup>2</sup>, kako po mešanju, tako i posle 24 h što je više nego u kontroli, dok je Sillwett L-77 odmah po mešanju smanjio površinski napon za preko 50% (33,8 mJ/m<sup>2</sup>), a posle 24 h za preko 40% u odnosu na kontrolu. Sve radne tečnosti nezavisno od pesticidnih komponenata, koje sadrže površinski aktivnu komponentu (Sillwett L-77) ili preparat EC formulacije (Cipkord 20-EC) su smanjile površinski napon za oko 30 mJ/m<sup>2</sup>, kako po mešanju tako i posle 24 h u odnosu na kontrolne vode. Smanjenje površinskog napona za 10–20 mJ/m<sup>2</sup> u odnosu na kontrolu je izmereno kod radnih tečnosti koje ne sadrže adjuvant i insekticid Cipkord 20-EC. Kod svih radnih tečnosti evidentiran je porast, površinskog napona posle 24 h, iako neznatno u odnosu na vrednosti koje su izmerene odmah po mešanju, osim kod varijanti Cipkord 20-EC+Sillwett L-77, Quadris+Cipkord 20-EC+M+ i Dithane M-70+Actara 25-WG+M+ gde je isti smanjen posle 24 h. Na osnovu iznetog može se konstatovati da površinski napon radnih tečnosti zavisi od komponenti i vremena stajanja.

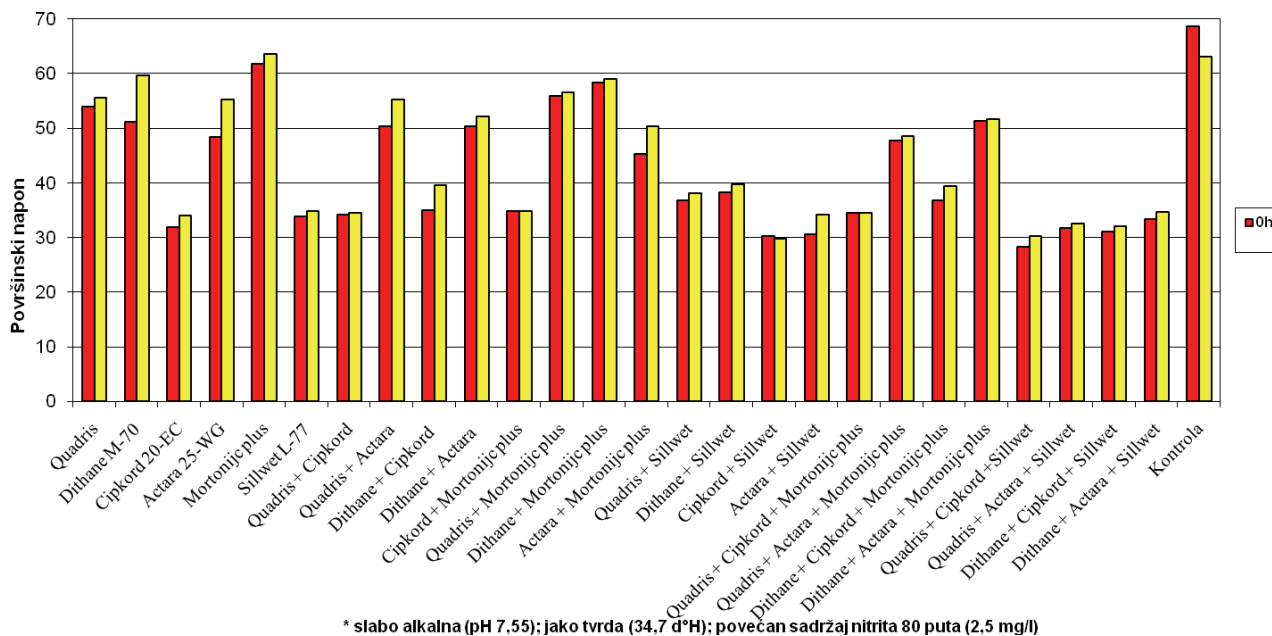
Površinski napon bunarske vode iz Adica (slika 2) u kontroli je iznosio 68,7, a 63 mJ/m<sup>2</sup> posle 24 h, odnosno



\*slabo alkalna (pH 7,9); slabo meka (9.2 d°H); povećan sadržaj nitrita 1.7 puta (0,05 mg/l), amonijaka 170 puta (16,9 mg/l) i gvožđa 2.5 puta (0,76 mg/l)

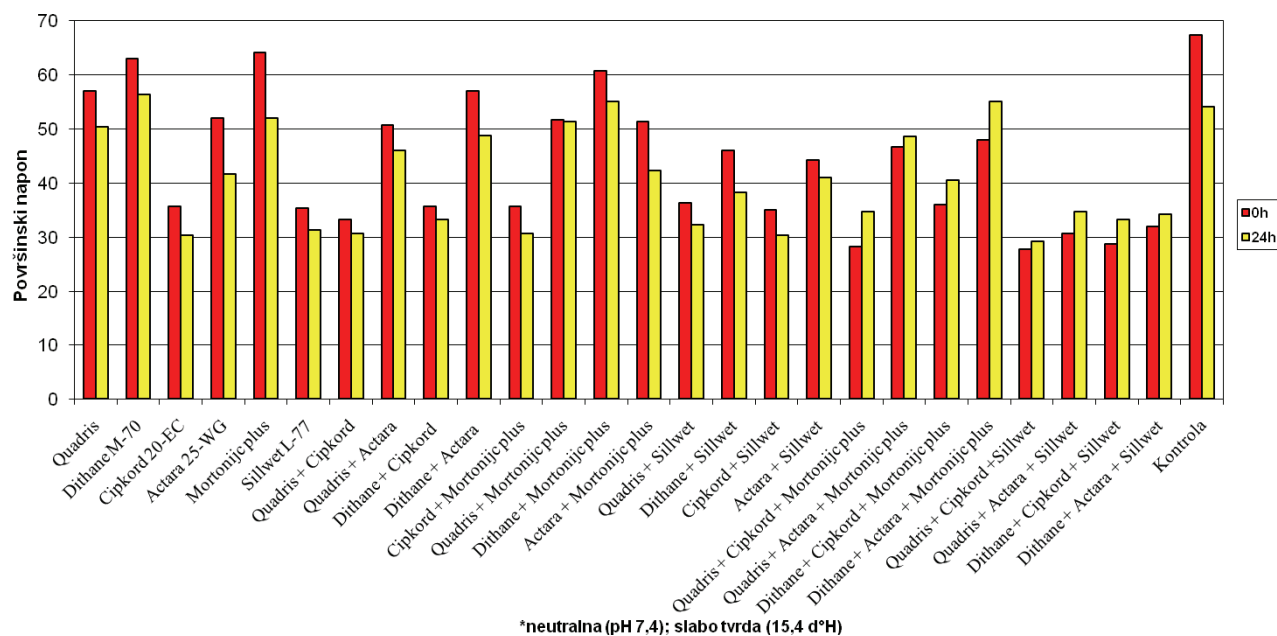
Slika 1. Površinski napon (mJ/m<sup>2</sup>) radnih tečnosti fungicida, insekticida i nepesticidnih supstanci (kompleksno đubrivo i adjuvant) i njihovih smeša, odmah po pripremi i posle 24 h u bunarskoj vodi Bečej.

Figure 1. Surface tension (mJ/m<sup>2</sup>) of spray liquids of fungicides, insecticides and non-pesticide substances (complex fertilizer and adjuvant) and their mixtures immediately after preparation and after 24 h in well water from Bečej.



Slika 2. Površinski napon ( $\text{mJ/m}^2$ ) radnih tečnosti fungicida, insekticida i nepesticidnih supstanci (kompleksno đubrivo i adjuvant) i njihovih smeša, odmah po pripremi i posle 24 h u bunarskoj vodi Adice.

Figure 2. Surface tension ( $\text{mJ/m}^2$ ) of spray liquides of fungicides, insecticides and non-pesticide substances (complex fertilizer and adjuvant) and their mixtures immediately after preparation and after 24 h in well water from Adice.



Slika 3. Površinski napon ( $\text{mJ/m}^2$ ) radnih tečnosti fungicida, insekticida i nepesticidnih supstanci (kompleksno đubrivo i adjuvant) i njihovih smeša, odmah po pripremi i posle 24 h u česmenjskoj vodi Novi Sad

Figure 3. Surface tension ( $\text{mJ/m}^2$ ) of spray liquides of fungicides, insecticides and non-pesticide substances (complex fertilizer and adjuvant) and their mixtures immediately after preparation and after 24 h in tap water from Novi Sad.

smanjio se. Kod radnih tečnosti preparata Quadris i Dithane M-70 je smanjen površinski napon u odnosu na kontrolu, i iznosio je 51,2–54,0  $\text{mJ/m}^2$  po mešanju i 55,5–59,7  $\text{mJ/m}^2$  posle 24 h. Izmeren površinski napon radne tečnosti preparata Actara 25-WG je bio 48,3  $\text{mJ/m}^2$  po mešanju, a posle 24 h 55,2  $\text{mJ/m}^2$ , a kod

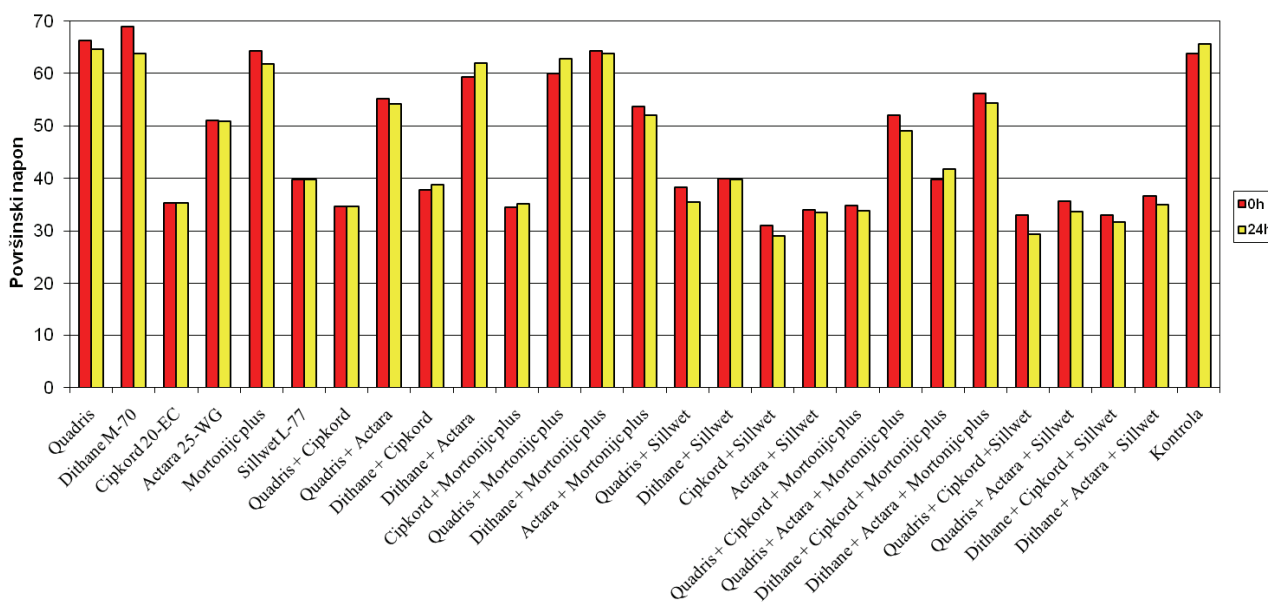
preparata Cipekord 20-EC 31,8  $\text{mJ/m}^2$  po mešanju, a posle 24 h je iznosio 34,0  $\text{mJ/m}^2$ . Kompleksno đubrivo M+ je neznatno smanjilo površinski napon (61,7  $\text{mJ/m}^2$ ) odmah po mešanju, a posle 24 h je bio na nivou sa kontrolom. Adjuvant je i u ovoj vodi smanjio površinski napon za oko 50% (33,8  $\text{mJ/m}^2$ ) po mešanju, a posle 24

h za oko 45% u odnosu na kontrolu. Kod svih radnih tečnosti koje sadrže komponentu Sillwet L-77 i/ili Cipkord 20-EC, površinski napon je smanjen u odnosu na kontrolu za oko 30 mJ/m<sup>2</sup> ili oko 50% kako po mešanju tako i posle 24 h. Sve radne tečnosti su ispoljile neznan porast površinskog napona posle 24 h od pripreme, u odnosu na vrednosti koje su ostvarene odmah po mešanju, osim smeše Cipkord 20-EC+ Sillwet L-77 kod koje je došlo do neznatnog smanjenja površinskog napona posle 24 h. Na osnovu navedenog može se konstatovati da površinski napon radnih tečnosti u bunarskoj vodi Adice zavisi od komponenti i vremena stajanja istih što ukazuje na neophodnu primenu pomenutih kombinacija ispitivanih jedinjenja odmah po mešanju da ne bi došlo do smanjenja kvašljivosti.

Na slici 3 je prikazan površinski napon česemske vode iz Novog Sada i on je iznosio 67,3 mJ/m<sup>2</sup>, a posle 24 h je 54 mJ/m<sup>2</sup>, to jest smanjivao se. Kod radnih tečnosti fungicida (Quadris i Dithane M-70) površinski napon je iznosio 57–63 mJ/m<sup>2</sup> odmah po mešanju, a smanjen je posle 24 h na 50,3–56,3 mJ/m<sup>2</sup> respektivno. Radne tečnosti insekticida Actara 25-WG su imale površinski napon 52,0 mJ/m<sup>2</sup> po mešanju, a posle 24 h je došlo do smanjenja na 41,7 mJ/m<sup>2</sup>. Za preparat Cipkord 20-EC površinski napon je iznosio 35,7 mJ/m<sup>2</sup> po mešanju, a posle 24 h stajanja 30,3 mJ/m<sup>2</sup> i znatno je smanjen i u odnosu na kontrolu. Kompleksno đubrivo M+ je ispoljilo visok površinski napon 64,0 mJ/m<sup>2</sup>, kako odmah po mešanju, tako i posle 24 h i iznosio je 52,0 mJ/m<sup>2</sup>, dok je ađuvant Sillwet L-77 ispoljio znatno sma-

njenje površinskog napona (31,3 mJ/m<sup>2</sup>) u odnosu na kontrolnu vodu. Sve mešavine koje sadrže ađuvant i/ili insekticid Cipkord 20-EC, to jest formulaciju koncentrat za emulziju, površinski napon je smanjen (29,3–38,3 mJ/m<sup>2</sup>) za skoro 50% u odnosu na površinski napon u kontroli (67,3 mJ/m<sup>2</sup>), dok druge pojedinačne komponente (52–63 mJ/m<sup>2</sup>) kao i mešavina koje ih ne sadrže (42,3–56,3 mJ/m<sup>2</sup>), kako po mešanju tako i posle 24 h imale su znatno viši površinski napon odnosno njihova kvašljivost se smanjila. U česmenkoj vodi sve radne tečnosti su ispoljile smanjenje površinskog napona posle 24 h od pripreme, u odnosu na vrednosti koje su ostvarene po mešanju, osim radnih tečnosti koje sadrže tri komponente, gde je došlo do povećanja površinskog napona. Na osnovu ostvarenih rezultata evidentno je da se površinski napon radnih tečnosti menja zavisno od komponenti i vremena stajanja.

Površinski napon vode Karaš je 63,8 mJ/m<sup>2</sup>, a posle 24 h se neznatno povećao i iznosio je 65,5 mJ/m<sup>2</sup>. Kod radnih tečnosti fungicida površinski napon je povećan u odnosu na kontrolnu vodu i iznosio je 66,2–68,8 mJ/m<sup>2</sup> po mešanju, dok je posle 24 h smanjen (63,8–64,5 mJ/m<sup>2</sup>) u odnosu na kontrolu (slika 4). Za insekticid Actara 25-WG, površinski napon radne tečnosti odmah po pripremi je iznosio 51,0 mJ/m<sup>2</sup>, a posle 24 h je 50,8 mJ/m<sup>2</sup>, dok je za Cipkord 20-EC iznosio 35,3 mJ/m<sup>2</sup> kako po mešanju tako i posle 24 h. Površinski napon kompleksnog đubriva M+ je 64,2 mJ/m<sup>2</sup> po mešanju, a posle 24 h se smanjuje na 61,8 mJ/m<sup>2</sup>. Ađuvant je i u ovoj vodi znatno smanjio površinski napon u odnosu na



\* slabo alkalna (pH 8,1); slabo tvrda (12,9 d°H); povećan sadržaj nitrata 10 puta (0,3 mg/l)

Slika 4. Površinski napon (mJ/m<sup>2</sup>) radnih tečnosti fungicida, insekticida i nepesticidnih supstanci (kompleksno đubrivo i ađuvant) i njihovih smeša, odmah po pripremi i posle 24 h u površinskoj vodi Karaš.

Figure 4. Surface tension (mJ/m<sup>2</sup>) of spray liquides of fungicides, insecticides and non-pesticide substances (complex fertilizer and ađuvant) and their mixtures immediately after preparation and after 24 h in surface water from Karaš.

vodu u kontroli i iznosio je 39,7 mJ/m<sup>2</sup>. U svim smešama u čiji sastav ulaze Cipkord 20-EC i/ili Sillwet L-77 površinski napon je smanjen za oko 50% u odnosu na kontrolu, radne tečnosti fungicida i smeše u čiji sastav nisu uključeni pomenuta dva preparata. Pojedinačne komponente i mešavine su ispoljile neznatano smanjenje površinskog napona posle 24 h od pripreme, u odnosu na vrednosti koje su ostvarene po mešanju, osim radnih tečnosti Cipkord 20-EC, Sillwet L-77, Quadris+Cipkord 20-EC i Dithane M-70+Sillwet L-77, gde je ostao nepromenjen. Kod radnih tečnosti Dithane M-70+Cipkord 20-EC, Dithane M-70+Actara, Quadris+M+, Cipkord 20-EC+M+ i Dithane M-70+Cipkord 20-EC+M+ došlo je do povećanja površinskog napona posle 24 h. Na osnovu ostvarenih rezultata za površinski napon radnih tečnosti pripremljenih u površinskoj vodi iz reke Karaš može se konstatovati da se isti menja zavisno od komponenti i vremena stajanja.

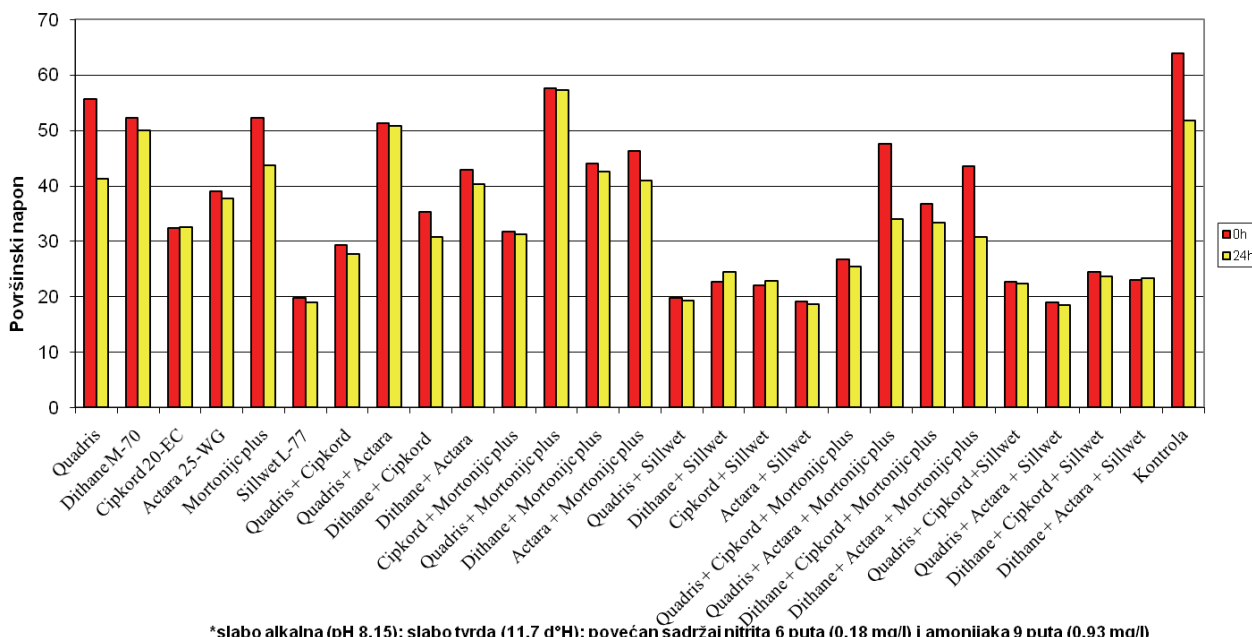
Površinski napon vode iz reke Sava je 63,8 mJ/m<sup>2</sup> na početku eksperimenta, a posle 24 h se smanjuje i iznosio je 51,8 mJ/m<sup>2</sup>. Kod radnih tečnosti fungicida površinski napon je znatno smanjen u odnosu na kontrolnu vodu i iznosio je 52,3–55,7 mJ/m<sup>2</sup> po mešanju, a posle 24 h je 41,3–50,0 mJ/m<sup>2</sup> (slika 5). Kod radne tečnosti preparata Actara 25-WG je iznosio 39,0 odmah po mešanju i 37,7 mJ/m<sup>2</sup>, a posle 24 h, a za preparat Cipkord 20-EC je 32,3 po mešanju i 32,5 mJ/m<sup>2</sup> posle 24 h. Površinski napon kompleksnog đubrivo M+ je smanjen u odnosu na kontrolnu vodu i iznosio je 52,3 mJ/m<sup>2</sup> odmah po mešanju, a posle 24 h je 43,7 mJ/m<sup>2</sup>, dok je za ađuvant svega 19,7 mJ/m<sup>2</sup> po mešanju, i posle 24 h,

što je skoro za 2/3 manje u odnosu na isti u kontrolnoj vodi. U vodi iz Save Sillwet L-77 i Cipkord 20-EC su smanjili površinski napon za skoro 2/3 u odnosu na kontrolu, što je više nego u drugim ispitivanim vodama. Kod svih radnih tečnosti površinski napon je smanjen posle 24 h od pripreme, u odnosu na vrednosti koje su ostvarene odmah po mešanju, osim smeša Dithane M-70+Sillwet L-77, Cipkord 20-EC+Sillwet L-77 i Dithane M-70+Actara 25-WG+Sillwet L-77, kod kojih je došlo do povećanja površinskog napona posle 24 h.

Na osnovu ostvarenih rezultata sve ispitane vode su imale visok površinski napon, a smanjenje površinskog napona se postiže dodavanjem ađuvanta i preparata formulisanog kao koncentrat za emulziju. U ispitivanju je potvrđeno da se površinski napon smanjuje u mešavinama, to jest dodavanjem radnim tečnostima ađuvanta Sillwet L-77 i preparata Cipkord 20-EC formulisanog kao koncentrat za emulziju, u svim vodama, približno za oko 50% ili više (u vodi iz Save) u odnosu na: kontrolne vode, pojedinačne komponente fungicida i kompleksnog đubriva, kao i smeše koje ne sadrže ađuvant i insekticid Cipkord 20-EC. Na osnovu iznetog može se konstatovati da površinski napon radnih tečnosti zavisi od kvaliteta vode, komponenti i vremena stajanja istih.

#### Suspenzibilnost radnih tečnosti zavisno od kvaliteta vode

Suspenzibilnost ili stabilnost preparata formulisanih kao SC, WP i WG, je svojstvo radne tečnosti u kojoj se nalaze u vodi nerastvorene fine čestice aktivne sup-



\*slabo alkalna (pH 8,15); slabo tvrda (11,7 d°H); povećan sadržaj nitrita 6 puta (0,18 mg/l) i amonijaka 9 puta (0,93 mg/l)

Slika 5. Površinski napon (mJ/m<sup>2</sup>) radnih tečnosti fungicida, insekticida i nepesticidnih supstanci (kompleksno đubrivo i ađuvant) i njihovih smeša, odmah po pripremi i posle 24 h u površinskoj vodi Sava.

Figure 5. Surface tension (mJ/m<sup>2</sup>) of spray liquides of fungicides, insecticides and non-pesticide substances (complex fertilizer and ađuvant) and their mixtures immediately after preparation and after 24 h in surface water from Sava.

stance i druge komponente preparata, da se što je moguće duže održe u suspenziji [4]. Donja propisana granica suspenzibilnosti je 60% [8]. Radne tečnosti fungicida, insekticida, njihove mešavine i mešavine sa nepesticidnim supstancama (kompleksno đubrivo, adjuvant) u svim ispitivanim vodama, ostvarile su suspenzibilnost u dozvoljenim granicama koja je u svim slučajevima bila iznad 60% (tabela 3). Suspenzibilnost preparata Quadris, formulisan kao koncentrovana suspenzija u svim ispitivanim vodama je veoma visoka 99,0–99,8 %, kao i mešavina koje ga sadrže 97,1–99,8%, nezavisno od komponenata u smeši. Preparat Dithane M-70, formulisan kao kvašljivi prašak, ostvario je smanjenu suspenzibilnost u odnosu na preparate Quadris i Actara 25-WG, ali u granicama dozvoljenog. Suspenzibilnost preparata Dithane M-70, zavisno od kvaliteta vode, znatno je bila veća u bunarskim i površinskim vodama (80,5–85,5%), nego u česmenskoj (69,3%). Posmatrano u celini kod svih varijanti koje sadrže Dithane M-70 kao komponentu smanjena je suspenzibilnost u odnosu na suspenzibilnost samog preparata Dithane

M-70 u svim vodama. Promena, to jest najveća učestalost smanjenja suspenzibilnosti ispod 70 %, evidentna je kod česmenske vode za razliku od ostalih. Kod nas u praktičnoj primeni u najvećem broju slučajeva se koristi česmenska voda, a na osnovu iznetih rezultata proizilazi da je u ovoj vodi najizraženije smanjenje suspenzibilnosti, iako ne ispod donje propisane granice, i to samo u prisustvu preparata Dithane M-70, što može biti posledica primene ovog preparata u količini (2,5 kg/ha) koja je u odnosu na ostale daleko veća. Ovakva promena bi se mogla prevazići upotrebom opreme gde je obezbeđeno konstantno mešanje radne tečnosti u rezervoaru ili zamenom WP formulacije nekom od savremenijih. Radne tečnosti preparata Actara 25-WG, ispoljile su dobru suspenzibilnost u svim vodama koja je iznosila 98,0–99,2%, kao i u ostalim mešavinama gde je prisutan izuzimajući one gde je uključen preparat Dithane M-70. Pomenutom svojstvu odnosno, dobroj suspenzibilnosti preparata Actara 25-WG verovatno doprinosi relativno mala količina za praktičnu primenu (70 g/ha), za razliku od preparata Dithane M-70, koji

Tabela 3. Suspenzibilnost (%) radnih tečnosti fungicida (SC, WP), insekticida (WG) i istih sa nepesticidnim materijama (kompleksno đubrivo i adjuvant) u vodama različitog kvaliteta

Table 3. Suspending ability (%) of spray liquids of fungicides (SC, WP), insecticide (WG) and their mixtures with non-pesticide substances (complex fertilizer and adjuvant) in waters of different quality

fungicidi, insekticidi, kompleksno đubrivo, adjuvant i mešavine	Tip vode				
	Bunarska Bečeja <sup>a</sup>	Bunarska Adice <sup>b</sup>	Česmenska Novi sad <sup>c</sup>	Površinska Karaš <sup>d</sup>	Površinska Sava <sup>e</sup>
Quadris (SC)	99,5	99,2	99,8	99,5	99,0
Dithane M-70 (WP)	81,5	80,1	69,3	80,2	85,5
Actara 25-WG (WG)	98,5	98,0	99,2	98,7	98,5
Quadris+Cipkord 20-EC	98,7	99,3	98,5	99,2	98,7
Quadris+Actara 25-WG	98,2	98,8	99,5	99,7	98,5
Dithane M-70 +Cipkord 20-EC	79,0,6	74,5	68,5	72,2	81,0
Dithane M-70 +Actara 25-WG	77,2	75,8	73,6	81,7	82,5
Quadris+Mortonijc plus	98,2	98,5	99,5	99,7	98,2
Dithane M-70+Mortonijc plus	69,9	70,1	71,9	72,3	71,0
Actara 25-WG+Mortonijc plus	99,0	99,3	99,5	99,7	99,0
Quadris+Sillwet L-77	98,2	97,8	99,8	99,4	98,2
Dithane M-70+Sillwet L-77	76,8	77,3	69,1	80,4	76,8
Actara 25-WG+Sillwet L-77	98,3	99,1	82,3	97,5	98,3
Quadris+Cipkord 20-EC+Mortonijc plus	97,9	97,5	99,5	99,7	97,9
Quadris+Actara 25-WG+Mortonijc plus	99,0	98,0	98,5	98,5	99,0
Dithane M-70+Cipkord 20-EC+Mortonijc plus	68,2	67,5	69,6	71,6	70,5
Dithane M-70+Actara 25-WG+Mortonijc plus	70,7	71,7	71,3	71,4	72,0
Quadris+Cipkord 20-EC+Sillwet L-77	98,3	99,0	99,6	99,5	98,3
Quadris+Actara 25-WG+Sillwet L-77	97,1	97,7	98,5	99,0	98,0
Dithane M-70+Cipkord 20-EC+Sillwet L-77	75,3	74,3	71,5	70,6	71,3
Dithane M-70+Actara 25-WG+Sillwet L-77	72,0	71,8	69,2	74,2	73,5

<sup>a</sup>Slabo alkalna (pH 7,9), slabo meka (9,2 d°H) sa povećanim sadržajem nitrita (0,05 mg/l), amonijaka (16,9 mg/l) i gvožđa (0,76 mg/l); <sup>b</sup>slabo alkalna (pH 7,55), jako tvrda (34,7 d°H) sa povećanim sadržajem nitrita (2,5 mg/l); <sup>c</sup>neutralna (pH 7,42), slabo tvrda (15,4 d°H); <sup>d</sup>slabo alkalna (pH 8,1), slabo tvrda (12,9 d°H) sa povećanim sadržajem nitrita (0,3 mg/l); <sup>e</sup>slabo alkalna (pH 8,15), slabo tvrda (11,7 d°H) sa povećanim sadržajem nitrita (0,18 mg/l) i amonijaka (0,93 mg/l)



se primenjuje u u količini većoj za 37 puta u odnosu na gore pomenuti. Suspenzibilnost radnih tečnosti fungicida, insekticida i njihovih mešavina sa nepesticidnim supstancama u svim ispitivanim vodama, je iznad 60 % (67,5–99,5%). Međutim, suspenzibilnost preparata Dithane M-70 razlikovala se zavisno od kvaliteta vode i u česmenjskoj vodi je iznosila 69,3%, a u ostalim 80,1–85,5%.

## DISKUSIJA

Podataka o kvalitetu vode za pripremu radnih tečnosti pesticida kako kod nas tako i u svetu veoma je malo. Međutim daleko manje podataka je o uticaju kvaliteta vode na efekte pesticida i oni se uglavnom odnose na stabilnost pesticida zavisno od pH i tvrdoće vode ili se samo navode razlike u biološkim efektima pesticida zavisno od upotrebljenih voda kao što su bunarska, tehnička i česmenjska [9,10].

Uticaj površinskog napona ili kvašljivost zavisi od svojstava tretirane površine (dlakava, voskasta, glatka, naborana), temperature radne tečnosti, međumolekularnih sila tečnosti pri čemu polarne tečnosti (voda) imaju veći površinski napon od nepolarnih [4]. Ađuvanti su površinski aktivne supstance koje se dodaju pesticidima da olakšaju mešanje, nanošenje ili efikasnost istih [11]. Na osnovu rezultata Janků i sar. [12] maksimalno smanjenje površinskog napona vode je ostvareno dodavanjem ađuvanta Syllwet L-77 i Break Superb. Površinski napon radnih tečnosti imidakloprida, pirimifos-metila, propineba i mankozeba se smanjuje u odnosu na površinski napon same vode, a posebno kod pirimifos-metila, što ukazuje na povećanje kvašljivosti [13,14]. Slični rezultati dobijeni su i za smešu radnih tečnosti cipermetrina (EC formulacija) sa mankozebom, metiramom, folpetom i hlorporifosom (EC formulacija) sa istim fungicidima u standardno tvrdoj vodi, destilovanoj, vodi iz gradskog vododvoda i bunarskoj vodi [15,16]. Ispitivanjem uticaja kvaliteta vode na fizičke osobine radnih tečnosti pojedinačnih preparata i njihovih mešavina, konstatovano je sniženje površinskog napona radnih tečnosti u bunarskoj u odnosu na česmenjsku vodu, osim radne tečnosti preparata Mankogal-80, gde je površinski napon povećan u bunarskoj vodi u odnosu na česmenjsku [17]. Površinski napon mešavina (Pyrinex 48-EC+ Polyram-DF, Pyrinex 48-EC+Folpan WP-50, Pyrinex 48-EC+Ridomil MZ-72 WP) je na nivou površinskog napona emulzije preparata Pyrinex 48-EC, nezavisno od kvaliteta vode ili fungicida, a u odnosu na površinski napon same vode smanjen je skoro za polovinu [15].

Na osnovu rezultata Klokočar-Šmit i sar. [15], utvrđeno je da je suspenzibilnost radne tečnosti Mankogal-80+Sucip 20-EC značajno smanjena u tehničkoj vodi u poređenju sa vrednostima ostvarenim u vodi iz vodovoda, takođe je smanjena i u odnosu na suspenzibilnost

samog fungicida u tehničkoj vodi, što je verovatno posledica, kako kvaliteta vode tako i izbora preparata u smeši. Pomenuta tehnička voda odlikovala se većom: tvrdoćom, sadržajem kalcijumovih jona i ukupnih jona gvožđa, amonijačnog i nitritnog jona i alkalnom reakcijom. Kod većine radnih tečnosti insekticida (pirimifosmetil i imidakloprid) i fungicida (propineb i mankozeb) u bunarskoj vodi suspenzibilnost je snižena u odnosu na iste suspenzije u česmenjskoj vodi, što ukazuje na zavisnost suspenzibilnosti pesticida od kvaliteta vode kao i od izbora tank-miks komponente [18]. Na osnovu rezultata Savoy i sar. [19], suspenzibilnost radnih tečnosti pesticida zavisi od tvrdoće vode. Ovim je ukazano na promene u suspenzibilnosti prouzrokovane kako kvalitetom vode za tretiranje tako i izborom komponenta u smeši [20,21].

## ZAKLJUČAK

Na osnovu izvedenih ispitivanja i ostvarenih rezultata o uticaju kvaliteta vode na površinski napon i suspenzibilnost radnih tečnosti pesticida mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Ispitivane vode su ispoljile visok površinski napon (63,8–68,7 mJ/m<sup>2</sup>), a dodatkom ađuvanta Sillwet L-77 i preparata Cipkord 20-EC, je približno smanjen za oko 50% u odnosu na kontrolnu vodu i sve varijante koje ih ne sadrže, a u vodi iz Save površinski napon je smanjen za oko 2/3 u odnosu na kontrolu, što je dokaz o uticaju vode na površinski napon radnih tečnosti pesticida.
- Suspenzibilnost radnih tečnosti fungicida, insekticida i njihovih mešavina sa nepesticidnim supstancama u svim ispitivanim vodama, je iznad 60% (67,5–99,5%). Međutim suspenzibilnost preparata Dithane M-70 razlikovala se zavisno od kvaliteta vode i u česmenjskoj vodi je iznosila 69,3%, a u ostalim vodama 80,1–85,5%.

## Zahvalnica

Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (projekat III43005).

## LITERATURA

- [1] D. Inđić, Z. Klokočar-Šmit, M. Ignjatov, S. Belić, Fizičke osobine insekticida i fungicida u mešavini zavisno od kvaliteta vode, Letopis naučnih radova **23** (1999) 229–241.
- [2] B. Dalmacija, I. Ivančev-Tumbas, Analiza vode – kontrola kvaliteta, tumačenje rezultata. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Novi Sad, 2004.
- [3] S. Lazić, D. Šunjka, M. Pucarević, N. Grahovac, S. Vuković, D. Inđić, S. Jakšić, Monitoring atrazina i njegovih



- metabolita u podzemnim vodama Republike Srbije, *Hem. Ind.* **67** (2013) 513–523.
- [4] R. Šovljanski, Z. Klokočar Šmit, S. Lazić, Praktikum iz opšte fitofarmacije – za studente Poljoprivrednog fakulteta, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2002.
- [5] M. Maceljki, O utjecaju nekih faktora na delovanje pesticida, Zbornik radova saopštenih na X jubilarnom savetovanju o primeni pesticida, Poreč, 1980, str. 43–49.
- [6] N. Ostojić, Mogućnosti i granice primene pesticida pri gajenju biljaka u zaštićenom prostoru, *Biljni lekar* **2** (1996) 167–169.
- [7] W. Dobrat, A. Martijn (Eds.), CIPAC Handbook F, MT 15, Suspensibility of wettable powders in water, Herb AL5 2HG, Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, Harpenden, 2007, pp. 45–52.
- [8] Pravilnik o metodama za ispitivanje pesticida, Sl. list SRJ, 63/2001.
- [9] S. Vuković, D. Inđić, V. Bursić, D. Šunjka, B. Brestovac, Kvalitet voda u AP Vojvodini koje se koriste pri primeni pesticida, *Biljni lekar* **5** (2008) 343–351.
- [10] S. Vuković, D. Inđić, V. Bursić, D. Šunjka, Biological effects of insecticide, fungicide and complex fertilizer combinations depending on water quality, *Acta Horticulture* **2** (2009) 577–583.
- [11] J. Janků, L. Bartovská, J. Soukup, M. Jursík, K. Hamouzová, Density and surface tension of aqueous solutions of adjuvants used for tank-mixes with pesticides, *Plant Soil Environ.* **58** (2012) 568–572.
- [12] M. Czarnota, P. Thomas, Using Surfactants, Wetting Agents, and Adjuvants in the Greenhouse, The University of Georgia, Bulletin 1314, 2012 (<http://extension.uga.edu/publications/detail.cfm?number=B1319>).
- [13] Z. Perović, Kompatibilnost insekticida, fungicida i mineralnih hraniva zavisno od kvaliteta voda u proizvodnji povrća, Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 2006.
- [14] Z. Perović, D. Inđić, S. Vuković, Z. Klokočar-Šmit, S. Lazić, Surface tension of spray liquids (fungicides, insecticides and mineral fertilizers) depending on the components and water quality, in Proceedings of 8<sup>th</sup> Slovenian Conference on plant protection, Radenci, Slovenija, 2007, pp. 261–266.
- [15] Z. Klokočar-Šmit, D. Inđić, S. Belić, E. Erdelji, Biological properties of chlorpyrifos and cypermethrin in tank mix with some fungicides, in Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Plant Protection Symposium, Debrecen, Hungary, 2000, p. 32.
- [16] Z. Klokočar-Šmit, D. Inđić, S. Belić, E. Erdelji, Biološki efekat hlorpirifosa i cipermetrina u mešavini sa fungicidima zavisno od kvaliteta vode za tretiranje, *Pesticidi* **16** (2001) 93–101.
- [17] Z. Klokočar-Šmit, D. Inđić, S. Belić, M. Mitar, M. Petrov, Biološki efekti pesticida u zavisnosti od kvaliteta vode u suspenzijama za zaštitu povrća, *Savremena poljoprivreda* **1–2** (2001) 193–198.
- [18] Z. Perović, D. Inđić, Z. Klokočar-Šmit, S. Lazić, Stabilnost mešavina fungicida, insekticida i mineralnih hraniva zavisno od kvaliteta vode, *Pesticidi i fitomedicina* **20** (2005) 247–254.
- [19] V.L.T. Savoy, M.F. Piedade, R.C.B. Prisco, Water hardness effect on the physical chemical characteristics of wettable powder fungicide ([http://www.cipac.org/document/presentation\\_poster/2012/Poster/Savoy\\_WATER%20HARDNESS%20EFFECT%20ON%20THE%20PHYSICAL%20CHEMICAL.pdf](http://www.cipac.org/document/presentation_poster/2012/Poster/Savoy_WATER%20HARDNESS%20EFFECT%20ON%20THE%20PHYSICAL%20CHEMICAL.pdf)).
- [20] S. Vuković, D. Inđić, M. Grahovac, S. Gvozdenc, V. Bursić, D. Šunjka, Suspenzibilnost radnih tečnosti fungicida, insekticida i nepesticidnih materija zavisno od kvaliteta vode, u Yborniku radova sa XI Savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, 2011, pp. 166–167.
- [21] S. Vuković, Biološki efekti pesticida zavisno od kvaliteta vode za tretiranje, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2011.
- [22] Kvalitet voda, Sl. list SRJ, 42/1998.

## SUMMARY

### SURFACE TENSION AND SUSPENSIBILITY OF SPRAY LIQUIDS OF FUNGICIDES, INSECTICIDES AND NON-PESTICIDE SUBSTANCES DEPENDING ON WATER QUALITY

Slavica M. Vukovic, Dušanka V. Inđić, Sonja M. Gvozdenac

*University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia*

(Professional paper)

The aim of this work was to determine the surface tension and suspensibility of spray liquids of fungicides (Quadris and Dithane M-70), insecticides (Actara WG-25 and Cipkord EC-20) and two and/or three component mixtures with non-pesticide substances (complex fertilizer – Mortonjic plus and adjuvant – Sillwet L-77), depending on water quality. For this work the following waters were used: well water from Bečej (slightly alkaline, slightly soft), well water from Adice (slightly alkaline, very hard), tap water from Novi Sad (neutral, slightly hard) and surface water from Sava and Karaš rivers (slightly alkaline, slightly hard). Surface tension of fungicide and insecticide spray liquids and their mixtures in mentioned waters was determined using tensiometer and suspensibility according to a standard method (CIPAC MT 15). The surface tension of all tested waters was high. However, the reduction of surface tension by 50% (or more in water from Sava river) compared to the control waters, was achieved by adding the adjuvant (Sillwet L-77) and insecticide formulated as emulsifiable concentrate (Cipkord EC-20). Surface tension was slightly decreased in a single component spray liquids of fungicides and the complex fertilizer, as well as in mixtures that did not contain adjuvant and/or Cipkord EC-20, regardless on water quality. Suspensibility of all spray liquids, regardless on tested water was above the lower limit (60%). In general, the suspensibility in case of all mixtures containing Dithane M-70 was reduced compared to Dithane M-70 spray liquid, in all tested waters. The most pronounced decrease in suspensibility, below 70%, was registered in the case of spray liquids with tap water, compared to others (99.8%).

*Keywords:* Surface tension • Suspensibility • Fungicide • Insecticide • Non-pesticide substances • Mixtures • Quality water