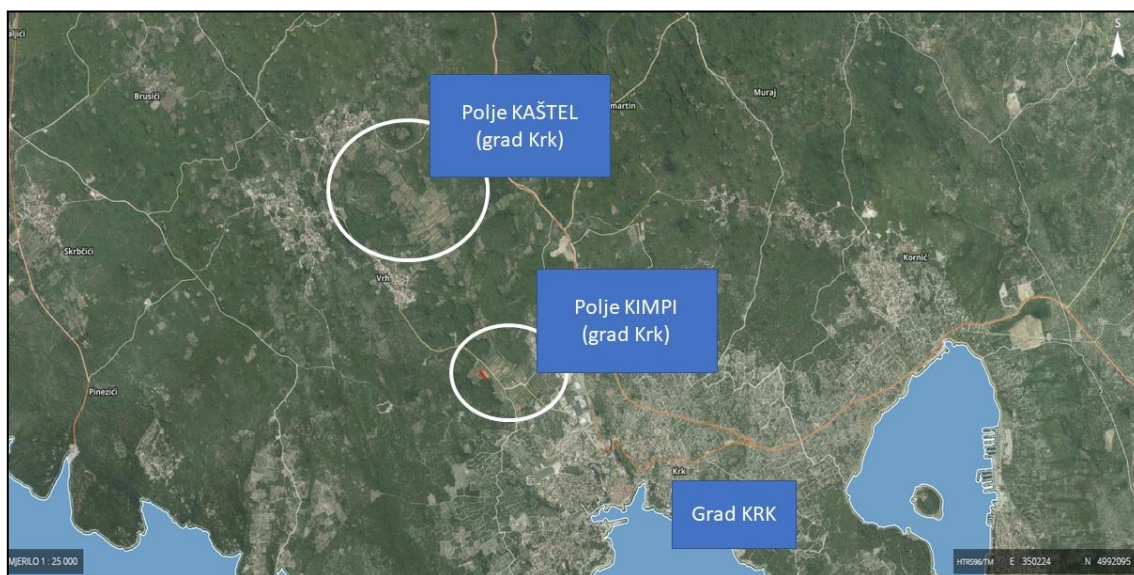


ZAVOD ZA ISHRANU BILJA

Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

STUDIJA

KONTROLA PLODNOSTI TLA S PREPORUKOM ZA GNOJIDBU POVRĆARSKIH KULTURA NA PODRUČJU POLJA KIMPI I POLJA KAŠTEL (GRAD KRK)



Zagreb, siječanj 2018.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



ZAVOD ZA ISHRANU BILJA

Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

STUDIJA

KONTROLA PLODNOSTI TLA S PREPORUKOM ZA GNOJIDBU POVRĆARSKIH KULTURA NA PODRUČJU POLJA KIMPI I POLJA KAŠTEL (GRAD KRK)

Studiju izradili:

Prof. dr. sc. Lepomir Čoga

Doc. dr. sc. Marko Petek

Dr. sc. Vesna Jurkić

Ivan Pavlović, ing. kem.

Zagreb, siječanj 2018.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. VAŽNOST KONTROLE PLODNOSTI TLA U HORTIKULTURNOJ PROIZVODNJI	3
3. METODIKA ISTRAŽIVANJA	5
3.1. Terenska istraživanja	5
3.2. Laboratorijska istraživanja	9
4. KLIMATKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA	10
4.1. Oborine	10
4.2. Temperatura zraka	11
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	12
5.1. Mehanički sastav tla	12
5.2. Kemijska svojstva tla po parcelama	15
5.2.1. Reakcija tla (pH)	15
5.2.2. Organska tvar (humus) u tlu	18
5.2.3. Dušik u tlu	20
5.2.4. Fiziološki aktivni fosfor u tlu	22
5.2.5. Fiziološki aktivni kalij u tlu	24
6. PREPORUKE ZA GNOJIDBU	26
7. ZAKLJUČCI	28

1. UVOD

Temeljem dogovora o znanstveno-stručnoj suradnji između **Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Zavoda za ishranu bilja** (Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, OIB: 76023745044) zastupanog po prof. dr. sc. Lepomiru Čogi i **Udruge PROGRES Krk** (Narodnog preporoda 27 C, 51500 Krk, OIB 76514851143), zastupanog po predsjedniku g. Davidu Mrakovčiću, provedena je kontrola plodnosti tla i izrađena ova studija 'Kontrola plodnosti tla s preporukom za gnojidbu povrćarskih kultura na području polja Kimpi i polja Kaštel (grad Krk)'.

Predsjednik Udruge PROGRES Krk g. David Mrakovčić uputio je Zavodu za ishranu bilja 4. prosinca 2017. godine upit za izlaskom na teren s ciljem uzimanja uzorka tla za laboratorijsku analizu tla te izradu preporuke za gnojidbu povrćarskih kultura.

Sukladno prihvaćenoj ponudi provedena su terenska i laboratorijska istraživanja svojstva tla na lokacijama polje Kimpi i polje Kaštel (grad Krk).

Temeljem dobivenih rezultata utvrđena je pogodnost tala za uzgoj povrćarskih kultura te predložene mjere pripreme tla kao i vrste i količine gnojiva za gnojidbu.

Povrće u ljudskoj ishrani ima svakim danom sve važniju ulogu. Razlog tomu je uravnotežen sastav hranivih, zaštitnih i dijetoprofilaktičkih tvari, koje u cijelosti značajno utječu na ljudsko zdravlje. Kvaliteta povrća odnosno cjelovita nutritivna vrijednost izražava se između ostalog količinom minerala, vitamina, proteina, esencijalnih aminokiselina, na koje u značajnoj mjeri utječe količina minerala u tlu. Pored dobre opskrbe biljaka vodom, kao glavnim preduvjetom povrćarske proizvodnje, potrebna su povoljna fizikalna i biološka svojstva tla, te adekvatna opskrba hranivima. Kako većina tala ne ulazi u kategoriju «optimalnih tala za povrćarsku proizvodnju», potrebno ih je u izvjesnoj mjeri korigirati. Najčešća mjera popravka tla je gnojidba.

Nije rijedak slučaj u proizvodnji da se zbog želje za što višim prinosima gnojidba predozira, pa ona ima štetne efekte i na ukupni prinos i na kvalitetu povrća. Poseban problem pri tomu predstavlja akumuliranje nitrata, oksalata, te ostalih toksina poput teških metala u biljci.

Cilj je ishrane bilja osigurati optimalnu i harmoničnu ishranjenost biljaka tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja, a kao preduvjet kvalitete i količine prinosa. To je moguće samo primjenom laboratorijskih dijagnostičkih metoda. Tako se preventivom može spriječiti pojava različitih fizioloških poremećaja i bolesti. Primjena gnojidbe naknadno – kurativno kad se već bolest pojavila najčešće, nažalost, ima mali efekt.

2. VAŽNOST KONTROLE PLODNOSTI TLA U HORTIKULTURNOJ PROIZVODNJI

Proizvodnja dovoljne količine kvalitetne i zdravstveno ispravne hrane postaje sve složeniji zadatak koji se nameće pred svjetsku poljoprivredu, jer se ostvaruje na sve manjim površinama i uz sve složenije uvjete. Činjenica da u narednih 50 godina treba proizvesti onoliko hrane koliko je proizvedeno u posljednjih 8000 godina govori dovoljno sama za sebe. Premda se za uzgoj biljaka danas koriste različiti mediji, tlo je još uvijek najvažniji i nezamjenjivi prirodni izvor ljudske egzistencije. Predstavlja jedan polidisperzni sustav koji se sastoji od krute, tekuće i plinovite faze kroz koji djeluje većina pozitivnih i negativnih procesa. Igra značajnu ulogu u očuvanju čovjekove okoline, a biljkama osigurava potrebne edafske vegetacijske čimbenike. U kojoj će mjeri pojedino tlo biti u stanju osigurati sve potrebne edafske čimbenike ovisi prvenstveno o pedogenetskim karakteristikama tla. Poznato je da različiti tipovi tala imaju različita fizikalno-kemijska i biološka svojstva. Kako visina i kvaliteta prinosa u najvećoj mjeri ovise o opskrbljenosti tla makro i mikrohranivima nije teško sagledati značaj kontrole plodnosti tla u biljnoj proizvodnji. Kontrola plodnosti tla predstavlja prvi korak u ostvarenju cilja kvalitetne i rentabilne biljne proizvodnje. Sastoji se od nekoliko koraka:

- rekognosciranja (osmatranja) terena
- iscrtavanja granica prosječnih uzoraka
- uzimanja uzoraka
- kemijskih analiza
- obrade dobivenih rezultata.

Na taj način dobiva se informacija o količinama ukupnih i raspoloživih makro i mikrohraniva u tlu. Uzimajući u obzir potrebe biljaka za hranivima, te određivanja količine pojedinih makro i mikroelemenata u prosječnim uzorcima tla, dobiva se podloga za izradu plana gnojidbe, što je bio cilj provedenih istraživanja. Kako su uzorci tla analizirani samo na količine makroelemenata, za donošenje objektivnijih

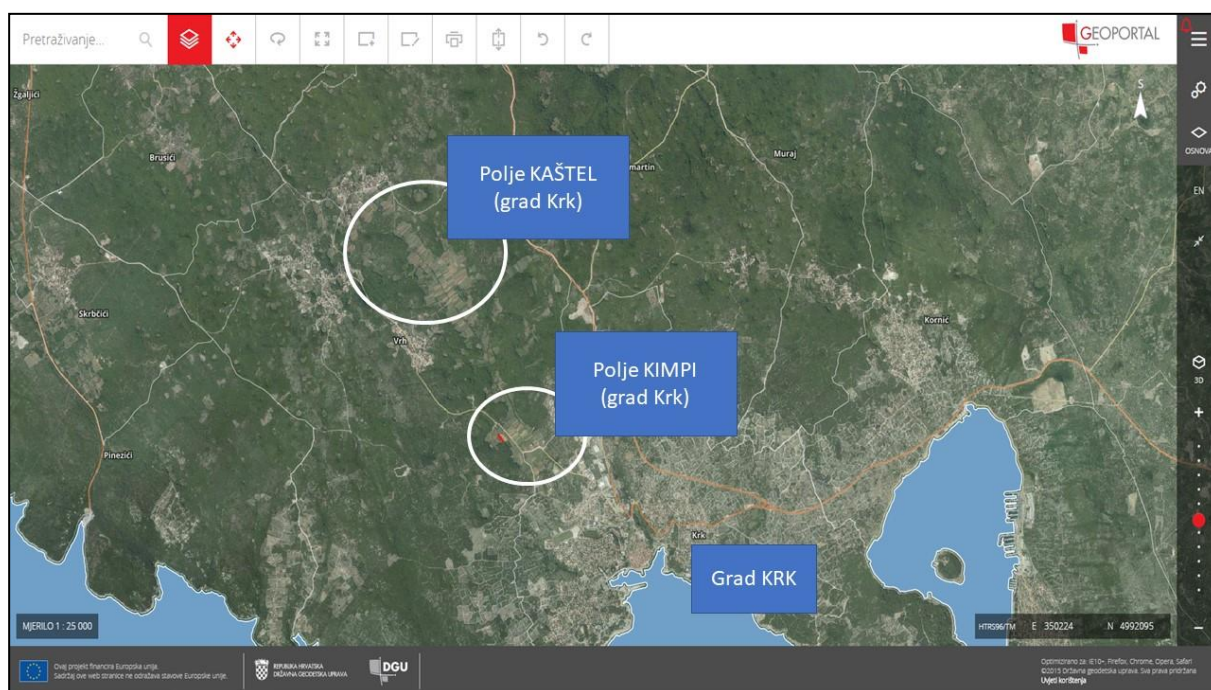
zaključaka predlažemo analize na količine mikroelemenata, te folijarnu analizu (analiza biljnog materijala) tijekom vegetacije.

3. METODIKA ISTRAŽIVANJA

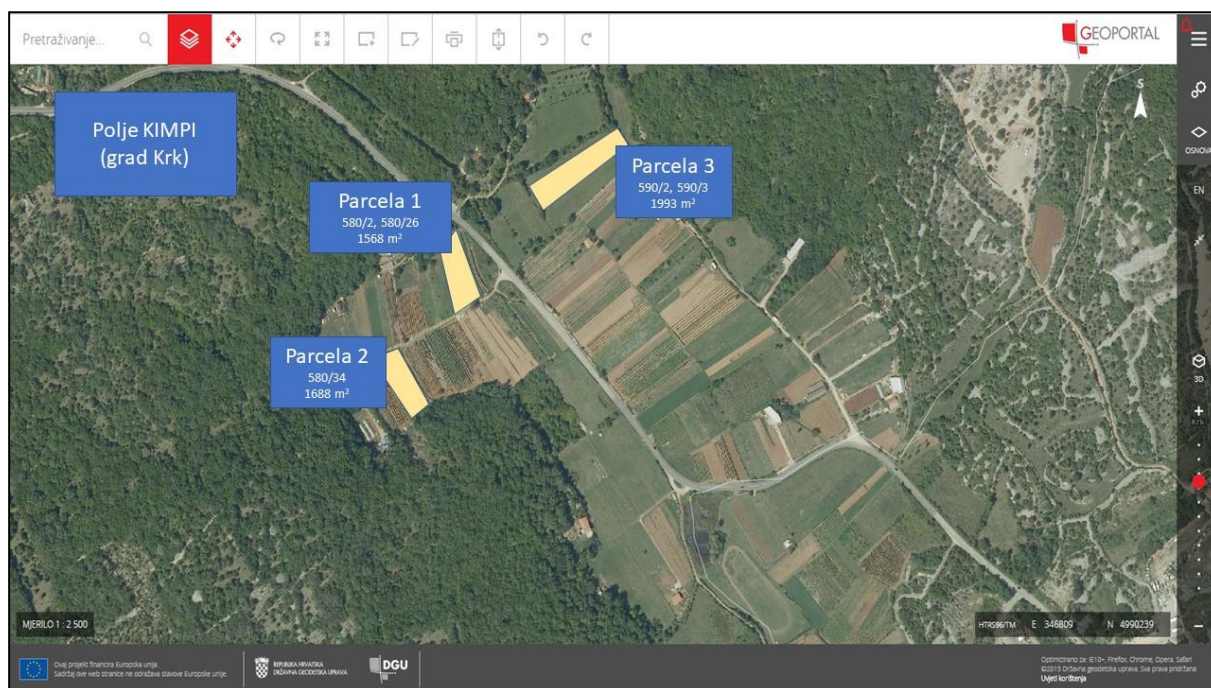
3.1. Terenska istraživanja

Dogovorena terenska istraživanja provedena su 14. prosinca 2017. godine na 2 lokaliteta: polje Kimpi i polje Kaštel (grad Krk). Terenska istraživanja proveli su djelatnici Zavoda za ishranu bilja doc. dr. sc. Marko Petek i Ivan Pavlović, ing. kem. u pratnji predsjednika Udruge Progres Krk g. Davida Mrakovčića.

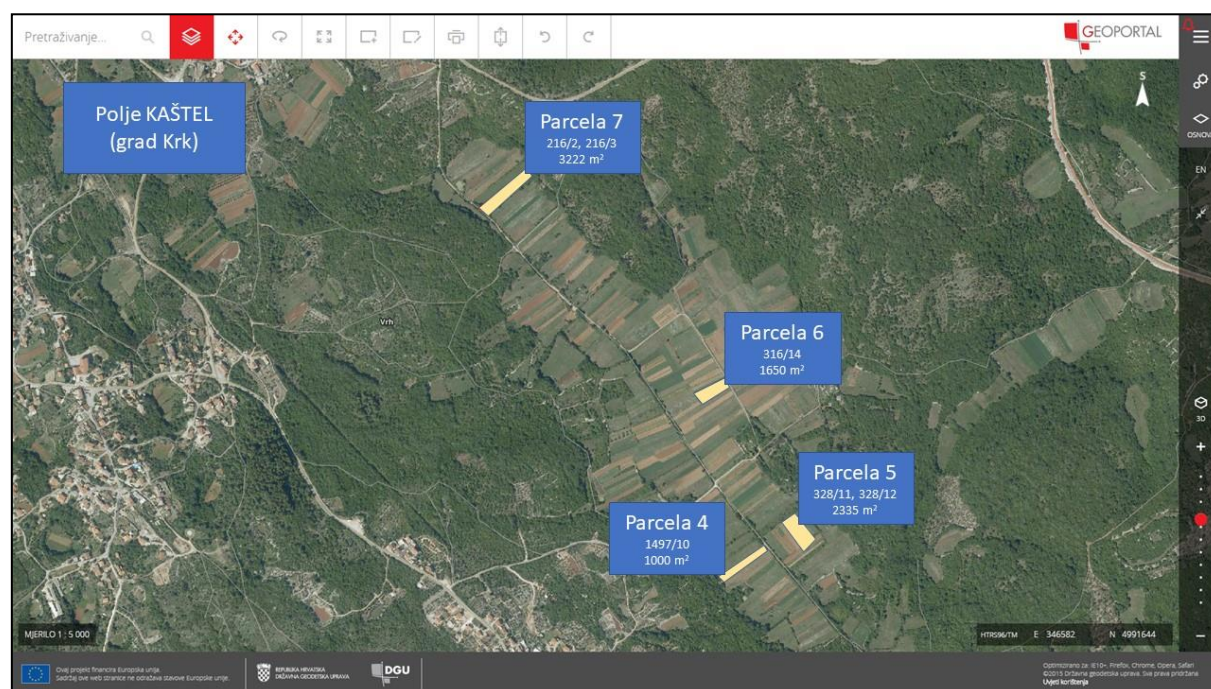
Nakon obilaska terena napravljena je shematska raspodjela prosječnih uzoraka tla i njihovo prostorno ucrtavanje na karte (Karte 1 do 3). Ukupno je uzeto 11 prosječnih uzoraka tla na različitim dubinama na 7 potencijalno proizvodnih parcela (Slike 1 do 8). Obzirom da je riječ o povrćarskoj proizvodnji, uzorci su uzimani na dubini 0-30 cm, osim na parcelama 3 i 5. Na navedene dvoje parcele, uzorak tla uzet je na 3 dubine (0-30, 30-60 i 60-90 cm) jer su to parcele s najnižim kotama u svakom istraživanom polju. Detaljne oznake uzoraka navedene su u tablici 1.



Karta 1. Položaj polja Kimpi i polja Kaštel u prostoru



Karta 2. Položaj istraživanih parcela na polju Kimpi u prostoru



Karta 3. Položaj istraživanih parcela na polju Kaštel u prostoru



Slika 1. Parcela 1 (polje Kimpi)



Slika 2. Parcela 2 (polje Kimpi)



Slika 3. Parcela 3 (polje Kimpi)



Slika 4. Parcela 4 (polje Kaštel)



Slika 5. Parcela 5 (polje Kaštel)



Slika 6. Parcela 5, detalj
uzorkovanog tla (polje Kaštel)



Slika 7. Parcela 6 (polje Kaštel)



Slika 8. Parcela 7 (polje Kaštel)

Tablica 1. Detaljne oznake uzoraka (k.o. Vrh 316067, Krk)

Parcela	k.č.	Polje	Analitički broj	Oznaka uzorka
Parcela 1	580/2, 580/26	Kimpi	1172188	Uz. 1, 0-30 cm
Parcela 2	580/34	Kimpi	1172189	Uz. 2, 0-30 cm
Parcela 3	590/2, 590/3	Kimpi	1172190	Uz. 3, 0-30 cm
			1172191	Uz. 3, 30-60 cm
			1172192	Uz. 3, 60-90 cm
Parcela 4	1497/10	Kaštel	1172193	Uz. 4, 0-30 cm
Parcela 5	328/11, 238/12	Kaštel	1172194	Uz. 5, 0-30 cm
			1172195	Uz. 5, 30-60 cm
			1172196	Uz. 5, 60-90 cm
Parcela 6	316/14	Kaštel	1172197	Uz. 6, 0-30 cm
Parcela 7	216/2, 216/3	Kaštel	1172198	Uz. 7, 0-30 cm

3.2. Laboratorijska istraživanja

Nakon dopreme prosječnih uzoraka tla u laboratorij, uzorci su podvrgnuti klasičnoj pripremi za određivanje kemijskih svojstava i biljno-hranidbenog kapaciteta, te određivanje mehaničkog sastava tla koji obuhvaća: sušenje, mljevenje tla u električnom mlinu i prosijavanje, nakon čega je provedena kemijska analiza tla.

U uzorcima tla određena su kemijska svojstva tla, biljno-hranidbeni kapacitet i mehanički sastav standardnim metodama za analiziranje tla koje su prikazane u tablici 2.

Tablica 2. Kemijske metode za analiziranje tla

Br. an.	Vrsta ispitivanja	jedinica	Norma (Metoda)
1	Priprema uzorka tla	-	HRN ISO 11464
2	Kakvoća tla- određivanje pH vrijednosti	pH	HRN ISO 10390:2005
3	Humus (određivanje organskog C)	%	Bikromatna metoda (po Tjurinu)- Škorić, 1982.
4	Ukupni dušik	%	HRN ISO 11261:2004
5	Fosfor (P_2O_5)	mg/100g	AL- metoda, (Egner i sur., 1960.)
6	Kalij (K_2O)	mg/100g	AL- metoda, (Egner i sur.- 1960.)
7	Mehanički sastav	%	Mehanički sastav tla u Na-pirofosfatu (Škorić, 1982)

4. KLIMATKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA

Valorizacija klimatskih prilika kao jedan od dominantnih faktora u uspješnosti uzgoja povrća provedena je na temelju podataka prikupljenih na meteorološkoj postaji Krk. Klimatski podaci dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda za 30-godišnje razdoblje.

4.1. Oborine

Oborine su jedan od ključnih čimbenika koji određuje klimu određenog područja. To je posebno značajno za poljoprivredu koja bez navodnjavanja može biti uspješna samo iznad određene granice oborina.

Na temelju 30-godišnjeg niza podataka o ukupnim mjesečnim i godišnjim količinama oborina s meteorološke postaje Krk može se zaključiti da prosječna godišnja količina oborina za analizirano razdoblje iznosi 1207 mm (tablica 3).

Međutim, za uspješan uzgoj povrća u odnosu na ukupne godišnje količine oborina važniji je pokazatelj mjesečne količine oborina, odnosno količine oborina u vegetacijskom razdoblju od travnja do listopada. Analizom rasporeda oborina dolazimo do podatka da se na području grada Krka oko 40 % od ukupne količine oborina javlja u vegetacijskom razdoblju. U spomenutom razdoblju najveće vrijednosti srednjih mjesečnih oborina javljaju se u rujnu, a najmanje u srpnju od svega 38 mm. Prosječna izmjerena količina oborina u tri ljetna mjeseca iznosi oko 15 % od ukupnih količina oborina, što ukazuje na potrebu za navodnjavanjem povrća u spomenutom razdoblju.

Tablica 3. Mjesečna i godišnja količina oborina za Krk, mm (1981-2011)

Stat. paramet.	Mjeseci												Godišnje
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
sred.	66,1	94,0	96,9	72,2	85,1	68,1	38,3	70,8	152,7	150,4	142,3	127,9	1164,8
st.dev.	74,2	48,5	45,2	44,0	50,2	37,8	30,2	52,7	104,6	89,3	93,2	67,7	252,8
maks.	278,6	195,0	188,2	192,6	180,2	158,3	113,5	182,9	374,0	335,3	391,7	256,6	1634,9
god.	2010	1984	1985	2002	2007	2010	2011	2002	1984	1998	2000	2009	2002
min.	12,9	7,7	15,7	0,0	4,6	19,6	0,4	2,2	7,6	36,8	26,2	43,1	761,7
god.	2000	1982	2002	2007	2009	2005	2003	2001	1985	2001	1981	2001	1983
ampl.	265,7	187,3	172,5	192,6	175,6	138,7	113,1	180,7	366,4	298,5	365,5	213,5	873,2

Temeljem utvrđenog može se zaključiti da je analizirano područje u pogledu ukupnih godišnjih i mjesečnih količina oborina te ukupnih količina oborina u vegetacijskom razdoblju pogodno za uzgoj povrća. Međutim, to ne znači da se u ekstremno suhim godinama kao što su bile 1983., 2003. i 2011. neće pojaviti potreba za navodnjavanjem. Također, važno je istaknuti da u ekstremno vlažnim godinama kao što su bile 1996., 2002. te 2010. postoji i opasnost od plavljenja, jer je riječ o tlima s vrlo visokim udjelom glinenih čestica koja su slabo propusna. Zbog osjetljivosti povrća na nepovoljne vodozračne odnose u zoni rizosfere potrebno je mjerama prevencije (hidrotehnički zahvati – sanacija kanalske mreže i postavljanje sustava drenaže) osigurati brzu evakuaciju vode s površine.

4.2. Temperatura zraka

Srednja godišnja temperatura za mjernu postaju Krk iznosi 14,3 °C (tablica 4). Prema toplinskim oznakama riječ je o umjereno toploj klimi. Najhladniji mjeseci u godini su siječanj i veljača s prosječnom temperaturom od 5,9 i 6,1 °C. Obzirom da su ovdje prikazane prosječne vrijednosti, treba imati na umu mogućnost pojave i nižih temperatura.

Tablica 4. Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka za Krk (1981-2011)

Godina	Mjeseci												Srednjak
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Srednja mjesečne i godišnje temperature zraka (°C)													
sred.	5,9	6,1	9,3	13,4	18,2	22,1	24,7	24,2	19,6	15,4	10,7	7,5	14,8
st.dev.	1,4	1,7	1,3	1,3	1,5	1,6	1,4	1,5	1,6	1,1	1,6	1,3	0,6
maks.	9,1	9,8	12,3	16,7	20,1	26,0	27,3	27,7	23,4	17,3	13,6	9,4	17,7
god.	2007	2007	2001	2007	2009	2003	2006	2003	2011	2006	2002	2000	2011
min.	4,1	3,6	7,6	11,8	14,3	18,9	22,2	21,7	16,8	13,4	8,2	4,7	12,3
god.	1981	2003	2006	1982	1984	1984	1986	2005	2001	2003	1981	2001	1984
ampl.	5,0	6,2	4,7	4,9	5,8	7,1	5,1	6,0	6,6	3,9	5,3	4,7	2,2

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Provedena istraživanja imala su za cilj utvrditi kemijska svojstva i mehanički sastav tla, te na temelju istih dati smjernice za pripremu tla i preporuku za gnojidbu tla za uzgoj povrćarskih kultura organskim i mineralnim gnojivima.

5.1. Mehanički sastav tla

Mehanički sastav sitnice tla određivan je internacionalnom B-metodom s Na-pirofosfatom. Temeljem rezultata mehaničke analize sitnice razvidno je da se radi o tlima težeg mehaničkog sastava, dominiraju frakcije gline te frakcije sitnog i krupnog praha. Prema američkoj klasifikaciji (Soil Survey Staff, 1951), analizirana tla pripadaju kategorijama praškasto glinasto ilovastih i praškasto ilovastih tala (tablica 5). Visoki udio čestica gline te krupnog i sitnog praha čini ova tla slabo propusnima, sklonima zbijanju, a time i slabo prozračnima.

Tablica 5. Rezultati mehaničke analize tla

Parcela	Analitički broj	Dubina cm	Mehanički sastav tla u Na-pirofosfatu, %-ni sadržaj čestica, promjera mm					Teksturna oznaka
			Krupni pijesak	Sitni pijesak	Krupni prah	Sitni prah	Glina	
			2,0-0,2	0,2-0,063	0,063-0,02	0,02-0,002	<0,002	
Parcela 3	1172190	0-30 cm	1,0	10,7	29,4	27,5	31,4	PrGI
	1172191	30-60 cm	1,1	8,7	27,0	24,8	38,4	PrGI
	1172192	60-90 cm	0,6	8,3	26,8	25,7	38,6	PrGI
Parcela 5	1172194	0-30 cm	1,4	9,1	32,9	36,2	20,4	PrI
	1172195	30-60 cm	1,1	8,6	30,4	33,5	26,4	PrI
	1172196	60-90 cm	1,1	7,6	29,9	30,9	30,5	PrGI

Tumač kratica: PrGI - praškasto glinasto ilovača, PrI - praškasta ilovača

Slaba prozračnost tla, odnosno manji kapacitet tla za zrak od 10 % volumnih smatra se kritičnom granicom za rast i razvoj korijena, zbog prestanka difuzije plinova i smanjenja hidrodinamičke propusnosti tla za zrak. U tlu je prisutna stalna tendencija povećanja količine ugljičnog dioksida na račun smanjivanja količine kisika. Do tih promjena dolazi zbog procesa disanja biljnog korijena i mikroorganizama u tlu, zatim mineralizacije organske tvari i drugih oksidacijskih procesa u tlu.

Primanje kisika preko korijena predstavlja značajnu stavku u opskrbi biljaka kisikom. Prema tom modelu kretanje kisika i općenito aeracija (prozračivanje) tla odvija se u dvije faze. Prva se odnosi na razmjenu zraka između atmosfere i pora tla, a druga između pora tla i mjesta s pojačanom biološkom aktivnošću. Na takvim mjestima nalazi se biljni korijen. Razmjena zraka s atmosferom je kretanje određenog volumena zraka ili difuzija plina, prema Fickovu zakonu, a nastaje zbog promjene koncentracije pojedinih komponenata zraka tla i atmosfere. Za odvijanje difuzije plinova potrebna je zadovoljavajuća poroznost tla.

Zbog svega navedenog (loša fizikalna svojstva tla), a u cilju poboljšanja fizikalnih svojstava tla prije podizanja usjeva/nasasda potrebno je provesti odgovarajuće hidro i agro-melioracijske zahvate. To u prvom redu podrazumijeva obranu od stranih, slivnih i/ili podzemnih voda, što se postiže podrivanjem ili kopanjem i/ili čišćenjem i/ili produbljivanjem novih i postojećih obodnih kanala i brzim izvlačenjem vode u glavni kanal.

Osim kopanja kanala, prema potrebi ukoliko dolazi do stagniranja vode na površini, potrebno je postaviti i zatvoreni sustav cijevne drenaže, koji se postavlja prije početka poljoprivredne proizvodnje. Sustav cijevne drenaže sastoji se od mreže drenova (sisala) promjera 65-80 mm i kolektora promjera 250 mm. Da bi se postigao puni efekt drenaže, ove zahvate treba provoditi u optimalnim vremenskim uvjetima, kada je tlo prosušeno. Podrivanje u jako vlažnim i jako suhim uvjetima može imati suprotan učinak.

Nadalje, uz već navedene mjere, pozitivan učinak na regulaciju vodozračnih odnosa u tlu ima rigolanje (dubinsko rahljenje na 60 cm) i unošenje u tlo krupnog pijeska granulacije 2-4 mm u količini od 2 t/ha i većih količina organske tvari s ciljem razbijanja teškog mehaničkog sastava.

Unošenje većih količina organske tvari imalo bi pozitivan utjecaj na mikrobiološku aktivnost u tlu, bolju propusnost tla i na povećanje otpornosti od štetnih vodotopivih soli. Naime, poznato je da povećani sadržaj organske tvari u tlu u značajnoj mjeri smanjuje štetni rizik od toksičnog efekta soli. Bolja propusnost tla omogućava lakše i brže ispiranje soli iz zone rizosfere.

Nadalje, nužno je održavanje optimalne vlažnosti tla oko vrijednosti poljskog ili retencijskog kapaciteta tla za vodu, jer se radi o tlu koje je vrlo osjetljivo na povećani ili smanjeni sadržaj vlage u tlu. Naime, u suhim uvjetima dolazi do raspucavanja tla, a u uvjetima prevelike vlažnosti do pojave bubrenja, i ljepljena tla.

Na temelju utvrđenog, a u cilju stvaranja povoljnijih vodo zračnih odnosa u sloju tla 0-30 cm dubine predlažemo redovito rahljenje tla uz unošenje organske tvari povoljnih fizikalno-kemijskih karakteristika.

5.2. Kemijska svojstva tla po parcelama

Kemijska svojstva tla i njegov biljno-hranidbeni kapacitet prikazani su u tablici 6.

Tablica 6. Rezultati kemijske analize uzorkovanog tla

arcela	Analitički broj	Oznaka uzorka	pH		%		AL-mg/100g	
			H ₂ O	nKCl	humus	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Parcela 1	1172188	Uz. 1, 0-30 cm	7,45	6,47	2,06	0,20	5,3	17,5
Parcela 2	1172189	Uz. 2, 0-30 cm	7,46	5,96	1,21	0,14	0,6	21,0
Parcela 3	1172190	Uz. 3, 0-30 cm	7,29	5,76	1,33	0,14	0,8	11,4
	1172191	Uz. 3, 30-60 cm	7,38	5,81	1,18	0,11	1,1	12,2
	1172192	Uz. 3, 60-90 cm	7,66	6,15	0,93	0,08	0,5	12,8
Parcela 4	1172193	Uz. 4, 0-30 cm	7,47	6,18	1,85	0,20	0,6	13,5
Parcela 5	1172194	Uz. 5, 0-30 cm	7,10	5,75	1,59	0,17	3,5	15,3
	1172195	Uz. 5, 30-60 cm	7,36	5,82	1,12	0,11	4,0	11,8
	1172196	Uz. 5, 60-90 cm	7,27	5,63	0,90	0,08	1,2	11,8
Parcela 6	1172197	Uz. 6, 0-30 cm	7,21	5,65	1,26	0,18	0,4	9,4
Parcela 7	1172198	Uz. 7, 0-30 cm	7,78	6,41	1,40	0,18	0,5	21,0

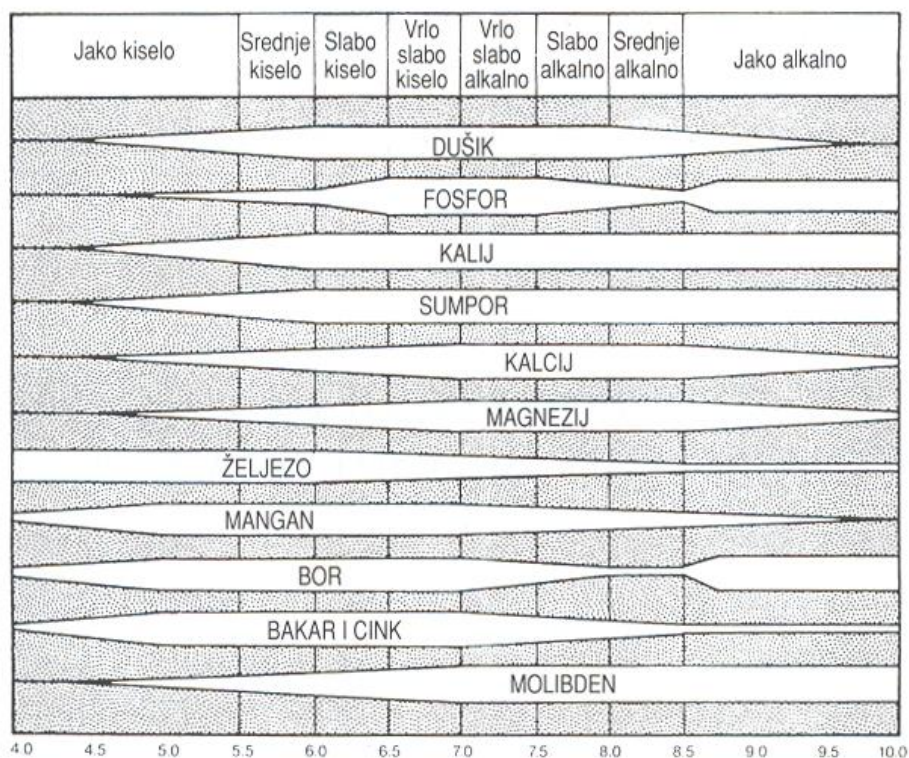
5.2.1. Reakcija tla (pH)

Reakcija tla predstavlja jedan od najvažnijih čimbenika o kojem u najvećoj mjeri ovisi ne samo topivost nego i pristupačnost pojedinih hraniva biljci. Prisutnost i količina H⁺ i OH⁻ iona u otopini tla nosilac je kisele, bazične, odnosno neutralne reakcije.

Koncentracija H⁺ iona je dinamična veličina koja je različita za pojedine systemske jedinice tla, ali i za pojedine horizonte istog profila, a može biti promjenjiva unutar godine i sezona. Reakcija tla utječe na različite podogenske procese u tlu: kemijsko trošenje, tvorbu minerala, razgradnju organske tvari, humifikaciju, biološku aktivnost (prvenstveno se misli na aktivnost nitrifikatora i fiksatora dušika) te na pristupačnost biljnih hraniva, pa je važan čimbenik rasta i razvoja biljaka.

Reakcija tla vrlo je važan čimbenik za primanje svih hraniva (slika 9), a o njoj ovisi hoće li biljka primati više kationa ili aniona. Zbog ionskih interakcija u kiseloj sredini biljka lakše prima anione, a u alkalnoj sredini katione.

Za većinu povrćarskih kultura optimalna reakcija tla kreće se između pH 6,0-7,0. Postoje vrste koje uspješno rastu na alkalnim tlima s pH iznad 7,6 pod uvjetom da u navedenom tlu ne nedostaju biogeni elementi (tablica 7). Najčešći su problemi na navedenim tlima nedostatak fosfora, željeza, mangana, cinka, bakra i bora. Za razliku od biljaka koje rastu na alkalnim tlima, biljke uzgojene na kiselom tlu s pH < 5,0 najčešće oskudijevaju na kalciju, magneziju i molibden, ali zato podnose veće količine aluminija, željeza i mangana.



Slika 9. Utjecaj reakcije tla na primanje biogenih elemenata

Tablica 7. Reakcija tla (pH) koja pogoduje rastu pojedinih vrsta povrća

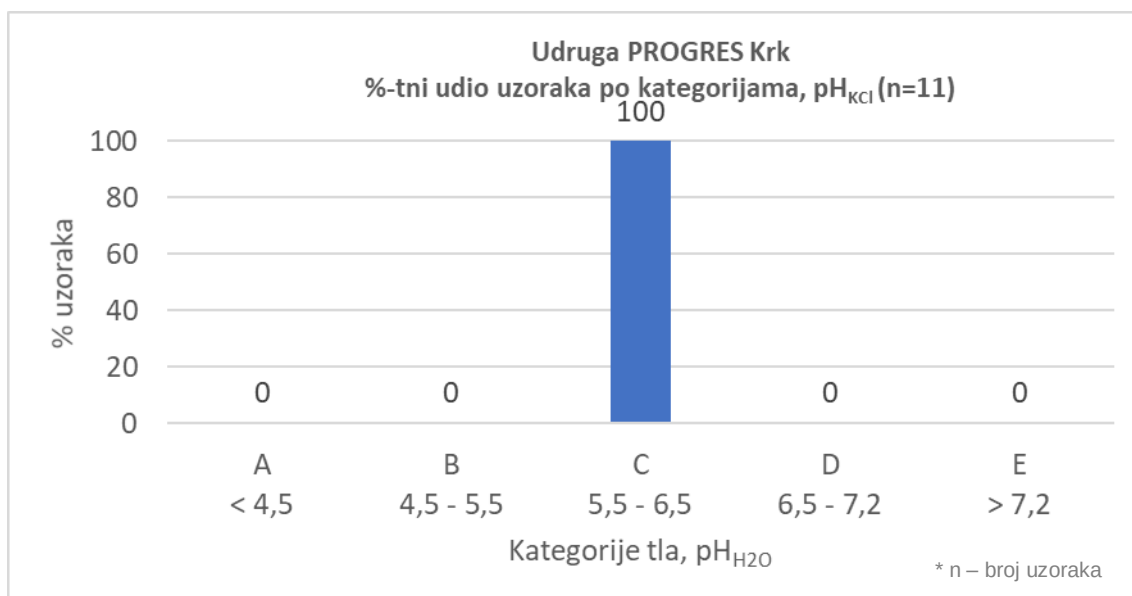
4,5 do 5,5	5,5 do 6,5	6,5 do 7,5
radič	grah	šparoga
maslačak	mrkva	cikla
endivija	krastavac	brokula
komorač	patlidžan	kupus
krumpir	češnjak	cvjetača
rabarbara	grašak	celer
kiselica	paprika	poriluk
slatki krumpir	bundeva	salata
lubenica	rotkvica	dinja
	tikvice	luk
	rajčica	pastirnjak
	postrna repa	špinat

Za klasifikaciju tala prema reakciji tla u našoj praksi najčešće se koristi skala za pH vrijednosti određene u 1 M KCl (klasifikacija po Thunu) koja je prikazana u tablici 8.

Tablica 8. Reakcija tla (klasifikacija po Thun-u)

A	< 4,5	Jako kisela reakcija
B	4,5 – 5,5	Kisela reakcija
C	5,5 – 6,5	Slabo kisela reakcija
D	6,5 – 7,2	Neutralna reakcija
E	> 7,2	Alkalna reakcija

Usporede li se utvrđene pH vrijednosti tla u analiziranim uzorcima (tablica 6 i grafikon 1) s graničnim vrijednostima (tablica 8) vidljivo je da se pH_{KCl} vrijednosti svih analiziranih tala kreće od 5,63 do 6,47 što odgovara većini povrćarskih kultura.



Grafikon 1. Postotni udio uzoraka prema reakciji tla

5.2.2. Organska tvar (humus) u tlu

Osim mineralnih, čvrstu fazu tla čine i organske tvari (najčešće od 1 do 10 %). Organska tvar u tlu porijeklom je od ostataka živih organizama koji su u određenoj mjeri razgrađeni u tlu, te najvećim dijelom ponovo grade organske spojeve tla, ali bitno različite u odnosu na živu tvar. Ukupna organska tvar tla može se podijeliti na živu i mrtvu. U živu tvar ubrajaju se svi predstavnici flore i faune koji obitavaju u tlu (edafon), a mrtvu organsku tvar čine biljni i životinjski ostaci koji podliježu intenzivnoj transformaciji (mineralizaciji).

Količina organske tvari u tlu i njezina kvaliteta utječu ne samo na mogućnost rasta biljaka, nego i na proces nastanka tla. Organska tvar ima važan učinak na biološka, kemijska i fizikalna svojstva tla kao što su: struktura tla, kapacitet tla za vodu, sorpcija iona, količina biogenih elemenata (N, P, S...).

Razgradnjom organske tvari biogeni elementi postaju dostupni biljkama i mikroorganizmima koji grade dobru strukturu tla, što je osobito bitno za većinu

povrćarskih kultura. Na razgradnju organske tvari utječu temperatura i oborine te C:N odnos. U aridnim i toplim područjima taj je odnos manji u odnosu na humidna i hladnija područja. Proces mineralizacije ima pedogenetsku važnost jer omogućava stalno pritjecanje CO₂ u tlo, oslobađanje slobodnih i vezanih iona, kao i ostalih elemenata koji se potom višeznačno uključuju u proces transformacije. Ekološko značenje također je veliko jer mineralizacija omogućuje prirodnu mobilizaciju ionskih oblika biogenih elemenata u otopinu tla, koje zatim biljke uzimaju kao hraniva. To se naročito odnosi na dušik jer je organska tvar glavna zaliha i gotovo jedini izvor dušika u tlu.

Nadalje, organska tvar je osnovni izvor energije za životnu aktivnost mikroorganizama tla, pa bi njenim nestankom došlo do katastrofalnih posljedica.

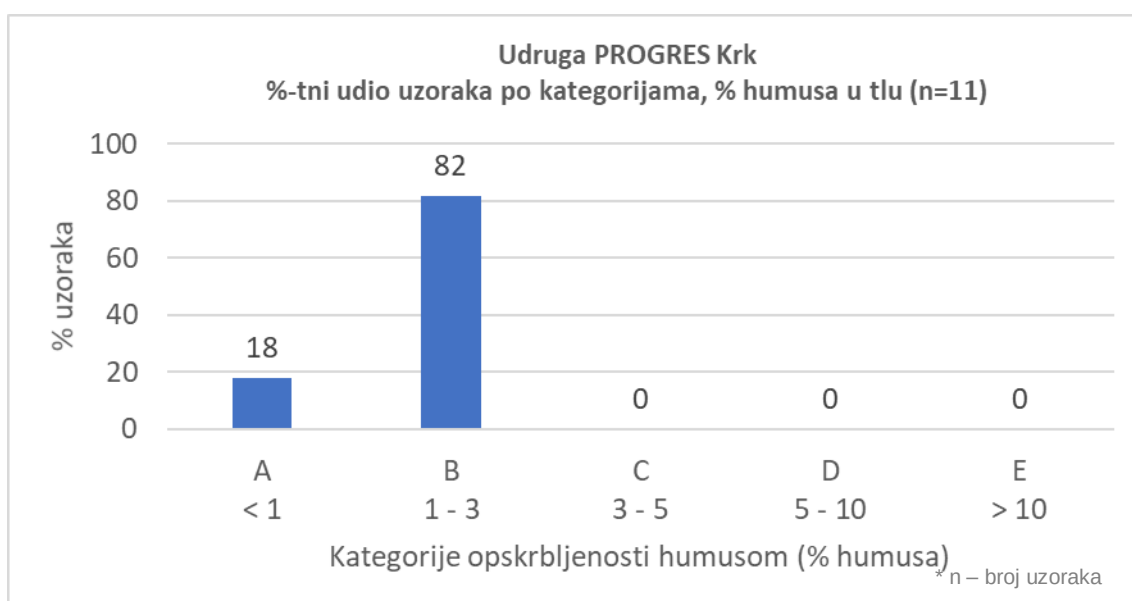
Humus je opći regulator plodnosti antropogenog tla. To se posebno odnosi na stvaranje povoljne strukture, vezivanje korisne vode i hraniva. Humus je rezerva hraniva vezanih u organskom obliku koja se nakon mineralizacije stavljaju na raspolaganje biljkama. Za biljke je najpovoljniji oblik humusa, tzv. blagi ili zreli humus uskog C:N odnosa (20-25) bogat hranivima.

Povećanje i održivost plodnosti tla u uskoj je vezi sa sadržajem i prometom organske tvari u tlu. Najvažnije promjene svojim intervencijama u tlo čini čovjek, posebno u intenzivnoj biljnoj proizvodnji. Rezultat njegovih aktivnosti može biti nepovoljan ili povoljan s agroekološkog aspekta. Unosom organskog gnojiva njegova se količina u tlu povećava.

U analiziranim uzorcima količina humusa kretala se od svega 0,90 do 2,06 %. Obzirom na opskrbljenost tla humusom, po Gračaninu (tablica 9), većina analiziranih uzoraka tala pripada klasi slabo humoznih tala (82 %), a ako se u obzir uzmu samo uzorci iz oraničnog sloja, onda svi uzorci pripadaju klasi slabo humoznih tala, dok su uzorci iz većih dubina vrlo slabo opskrbljeni humusom (tablica 6 i grafikon 2).

Tablica 9. Klase opskrbljenosti tla humusom

A	< 1	Vrlo slabo humozno
B	1 – 3	Slabo humozno
C	3 – 5	Dosta humozno
D	5 – 10	Jako humozno
E	> 10	Vrlo jako humozno



Grafikon 2. Postotni udio uzoraka po klasama opskrbljenosti humusom

5.2.3. Dušik u tlu

Dušik u tlo dopijeva putem organske i mineralne gnojidbe, te mikrobiološkom fiksacijom (simbiotskom i asimbiotskom) iz atmosfere.

Dušik se u tlu nalazi u organskom i anorganskom obliku. U usporedbi s ukupnim dušikom tla, anorganske forme dušika čine svega 1-2 %, dok preostali dio čini dušik vezan u organskom obliku. Organska forma dušika nije pristupačna biljci izravno, nego tek nakon što se procesima mineralizacije složeni dušični organski spojevi razgrade do amonijaka.

Za razliku od ostalih biljnih makrohraniva u tlu se ne mogu stvoriti veće rezerve mineralnog dušika. Ujedno je jedan od najznačajnijih elemenata u ishrani većine poljoprivrednih kultura koje ga primaju i iznose iz tla u značajnim količinama.

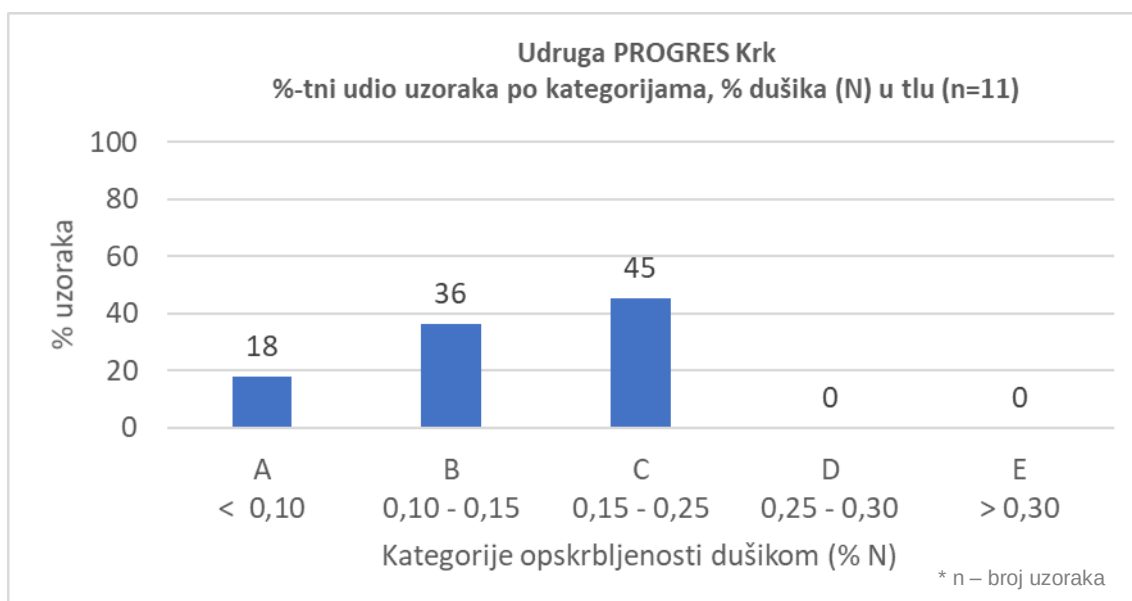
Biljkama je dušik pristupačan u nitratnom (NO_3^-) i amonijačnom (NH_4^+) obliku. Za razliku od amonijačnog oblika, koji se veže na adsorpcijski kompleks i međulamelarne prostore sekundarnih minerala, nitratni oblik dušika lako je topljiv i vrlo mobilan. Stoga, treba gnojidbu tla dušikom provoditi u više obroka tijekom vegetacije.

Razina nitratnog oblika dušika u tlu iznosi samo nekoliko miligrama na 100 g tla. Ovaj oblik dušika u tlu ne veže se na adsorpcijski kompleks tla niti tvori netopljive soli, te je vrlo podložan ispiranju cijenom vodom, posebice u humidnim područjima. Amonijevi ioni vezani na adsorpcijski kompleks tla lako su pristupačni biljci, a ne ispiru se, zbog čega je njihov sadržaj tijekom godine znatno manje oscilira u odnosu na sadržaj nitratnih iona.

Na temelju rezultata kemijske analize tla razvidno je da razina ukupnog dušika u uzorcima sitnice varira od 0,08 do 0,20 % N (tablica 6) te pripada klasama slabo do dobro opskrbljeno dušikom (prema Woltmannu, tablica 10). Sadržaj ukupnog dušika s dubinom opada, što je i logično, imajući u vidu da se 95-98 % dušika u tlu u pričuvi nalazi u organskoj tvari (humusu). U klasu dobro opskrbljenog tla dušikom pripadaju parcele 1, 4, 6 i 7, što iznosi 45 % analiziranih uzoraka (grafikon 3). Kako je dušik element o kojem ovisi ne samo visina nego i kvaliteta uroda, gnojidbu dušičnim gnojivima treba temeljiti na rezultatima kemijske analize tla i biljnog materijala (lišća) i tijekom vegetacije.

Tablica 10. Klase opskrbljenosti tla dušikom

A	< 0,06	Slabo opskrbljeno
B	0,07 – 0,10	Umjereno opskrbljeno
C	0,11 – 0,20	Dobro opskrbljeno
D	0,21 – 0,30	Bogato opskrbljeno
E	> 0,30	Vrlo bogato opskrbljeno



Grafikon 3. Postotni udio uzoraka po klasama opskrbljenosti dušikom

5.2.4. Fiziološki aktivni fosfor u tlu

Fosfor je, uz dušik i kalij, najvažniji biogeni element. Ima važnu funkciju u procesu rasta biljaka. Sastojak je fosfatida, nukleotida, nukleinskih kiselina, enzima, a kao rezerva u biljci fosfor je najčešće vezan u fitinskoj kiselini.

Fosfor se u tlu nalazi u mineralnom i organskom obliku. Biljke ga ne mogu izravno koristiti iz organske tvari, već se ona mora prethodno mineralizirati. U anorganskom obliku fosfor se nalazi u sastavu raznih minerala od kojih su najvažniji kalcijevi, željezni i aluminijski fosfati. Nadalje, vezan je na adsorpcijskom kompleksu tla u obliku fosfatnih iona. Koliko će pojedino tlo sadržavati fosfora ovisi ponajprije o tipu tla, odnosno o pedodinamskim procesima u dotičnom tlu, o bogatstvu matičnog supstrata fosforom od kojeg je tlo nastalo, te o klimatskim prilikama.

Fosfor u prirodnim tlima pokazuje veliki afinitet prema mnogim ionima metala, a također podliježe, ne samo kemijskoj, nego i fizikalno-kemijskoj sorpciji.

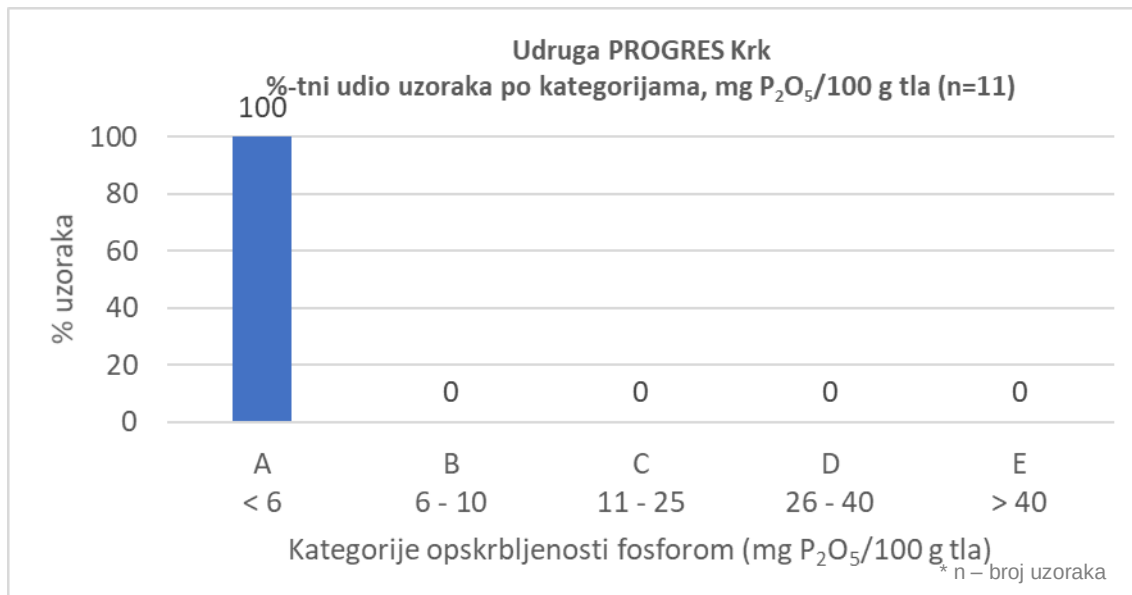
Osnovni čimbenik koji određuje pristupačnost fosfora je reakcija tla, odnosno zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama. Vrlo je uzak raspon pH vrijednosti u kojima je fosfor biljkama lako dostupan (6,0-7,0). Kao što u kiselim tlima dolazi do vezanja fosfora u teško topive željezne, aluminijske i manganove fosfate, isto tako u alkalnim tlima dolazi u prisutnosti kalcijevih iona do tvorbe teško topivih dikalcijevih i trikalcijevih fosfata.

Primanje fosfora je aktivno, a najviše ga biljke trebaju u ranoj fazi razvoja. Fosfatni je ion u biljci vrlo pokretan, dok je u tlu slabo pokretan, odnosno najslabije pokretan od svih makroelemenata. Stoga je moguća gnojidba tla fosforom na zalihu.

Prema graničnim vrijednostima za hortikulturu (modificirano prema Baumgarten, tablica 11), svi analizirani uzorci nalaze se u klasi vrlo slabo opskrbljenih tala fosforom (tablica 6 i grafikon 4).

Tablica. 1. Klase opskrbljenosti tla fosforom

A	< 6	Vrlo slabo opskrbljeno
B	6 – 10	Slabo opskrbljeno
C	11 – 25	Dobro opskrbljeno
D	26 – 40	Bogato opskrbljeno
E	> 40	Vrlo bogato opskrbljeno



Grafikon 4. Postotni udio uzoraka po klasama opskrbljenosti fiziološki aktivnim fosforom

5.2.5. Fiziološki aktivni kalij u tlu

Kalij je vrlo važno biljno hranivo unatoč tome što nije sastavni dio organske tvari. Biljke ga trebaju u velikim količinama, a fiziološka uloga u biljci mu je raznovrsna. Ima važnu ulogu pri gospodarenju biljke vodom, smanjuje transpiraciju, potreban je za tvorbu ATP-a (izvora energije u biljci) i aktivira više od 40 različitih enzima, pospješuje fotosintezu, izravno utječe na zatvaranje i otvaranje puči, poboljšava kvalitetu priroda i otpornost biljaka prema bolestima i stresovima. Biljke ga intenzivno usvajaju tijekom vegetacijskog razvoja.

Premda su rezerve kalija u tlu velike od 0,2 do 0,3 % pa čak i do 7 %, samo manji dio nalazi se u otopini tla. Pristupačnost kalija biljci ovisi o obliku u kojem se on nalazi u tlu. Kalij iz otopine tla, kao i onaj s adsorpcijskog kompleksa biljci su lako dostupni za razliku od kalija fiksiranog u međulamelarnim prostorima sekundarnih minerala gline (pristupačnost ovisi o vlazi tla). Kalija vezanog u izmjenjivom obliku ima obično više u glinenim, a manje u pjeskovitim tlima.

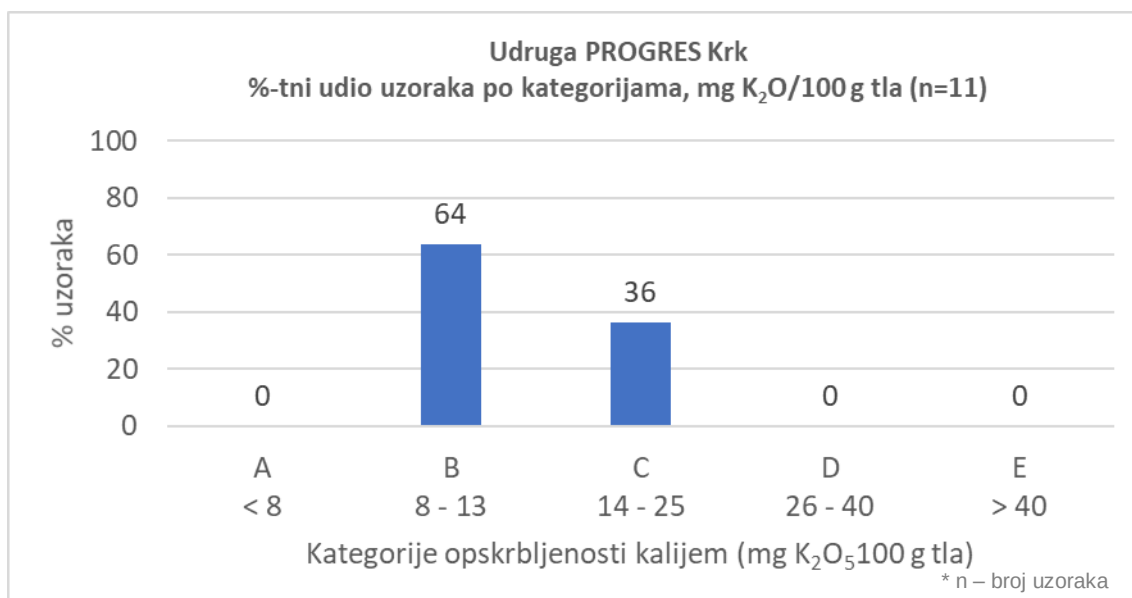
Zahvaljujući fiksaciji i defiksaciji kalij se minimalno ispire iz tla, osim u lakim pjeskovitim tlima s vrlo slabom snagom adsorpcije i u humidnoj klimi s prevladavajućim descedentnim tokovima, gdje može doći do značajnog gubitka kalija ispiranjem.

Sva kalijeva gnojiva su vodotopiva. Iskoristivost kalijevih gnojiva bolja je od fosfornih, a nešto slabija od dušičnih. Efikasnost im može biti smanjena na tlima visoke fiksacijske sposobnosti. Pri prekomjernoj gnojidbi kalijem dolazi do antagonističkog odnosa s kalcijem, magnezijem i nekim mikroelementima.

Prema graničnim vrijednostima za hortikulturu (modificirano prema Baumgarten, tablica 12), većina analiziranih uzoraka (64 %) pripada u klasu slabe opskrbljenosti, a 36 % u klasu dobre opskrbljenosti kalijem (parcele 1, 2 i 7) (tablica 6 i grafikon 5).

Tablica 12. Klase opskrbljenosti kalijem

A	< 8	Vrlo slabo opskrbljeno
B	8 – 13	Slabo opskrbljeno
C	14 – 25	Dobro opskrbljeno
D	26 – 40	Bogato opskrbljeno
E	> 40	Vrlo bogato opskrbljeno



Grafikon 5. Postotni udio uzoraka po klasama opskrbljenosti fiziološki aktivnim kalijem

6. PREPORUKE ZA GNOJIDBU

Temeljem obilaska i rekognosciranja terena, rezultata kemijskih analiza tla, te potreba pojedinih kultura predlažemo sljedeće mjere i gnojidbu po parcelama.

S ciljem korekcije pH tla predlažemo unošenje 2 t/ha fino mljevenog kalcijevog materijala (Holcim Agrocal, dolomitno brašno Kamen Sirač i sl.) ili ekvivalentne količine građevinskog hidratiziranog vapna (oko 1,4 t/ha) na parcelama 3, 5 i 6, a na parcelama 2 i 4 predlažemo unošenje 1 t/ha fino mljevenog kalcijevog materijala (Holcim Agrocal, dolomitno brašno Kamen Sirač i sl.) ili ekvivalentne količine građevinskog hidratiziranog vapna (oko 0,7 t/ha).

Pozitivan učinak na regulaciju vodozračnih odnosa u tlu ima unošenje u tlo krupnog pijeska i većih količina organske tvari.

U svrhu regulacije vodozračnih odnosa predlažemo da u jesensko zimskom razdoblju produbite i očistite obodne kanale, provedete rigolanje (dubinsko rahljenje do 60 cm) tla i unesete u tlo drobljeni agregat (krupni pijesak) granulacije 2-4 mm u količini od 2 t/ha. Prema potrebi ukoliko dolazi do stagniranja vode na površini, u proljetnom razdoblju, kad tlo bude prosušeno iskopati drenažne jarke i postaviti drenažne cijevi.

Temeljem rezultata i utvrđene niske količine organske tvari u tlu, predlaže se gnojidba svih parcela prije oranja sa 100 t/ha zrelog goveđeg stajskog gnoja ili s 35 t/ha zrelog ovčjeg stajskog gnoja. Unošenje organske tvari ima višestruku ulogu, poboljšat će vodozračne odnose u tlu, razbit će teški mehanički sastav tla te će povećati mikrobiološku aktivnost tla. Potrebno je naglasiti da plodovito povrće dobro podnosi organsku gnojidbu u proljeće, dok ostalo povrće preferira organski gnoj u gnojdbi pretkulture ili zaoravanje u jesen.

Parcele 1, 4 i 7 pogodne su za uzgoj rajčice, paprike, patlidžana i kupusnjača. Uz navedeno, prije oranja u osnovnoj gnojdbi parcele 1 i 7 potrebno je još dodatno pognojiti s 1000 kg/ha NPK 7-20-30, a parcelu 4 s 1500 kg/ha NPK 7-20-30. Sve parcele neposredno nakon sadnje pognojiti s 200 kg/ha 27 %-tnog KAN-a. Rajčicu i papriku nakon značajnije berbe prihraniti s po 100 kg/ha 27 %-tnog KAN-a i 200 kg/ha NPK 7-20-30 (dva puta), a patlidžan prihraniti jednom sa 100 kg/ha 27 %-tnog

KAN-a i 200 kg/ha NPK 7-20-30. Kupusnjače prihraniti prije formiranja glavica s 200 kg/ha NPK 7-20-30. Tijekom vegetacije, uz gnojidbu putem tla, potrebno je i folijarno tretirati kalcijem i borom u 2-3 navrata rajčicu, papriku i patlidžan, a borom 2-3 puta brokulu i cvjetaču. Sve kulture se preporuča folijarno prihraniti mikroelementima 2-3 puta tijekom vegetacije.

Parcele 2, 3 i 5 pogodne su za uzgoj graha zrnaša, graha mahunara, graška, tikvice i salate. Uz navedeno, prije oranja u osnovnoj gnojidbi parcelu 2 potrebno je još dodatno pognojiti s 1000 kg/ha NPK 7-20-30, a parcele 3 i 5 s 1500 kg/ha NPK 7-20-30. Sve parcele prije sjetve/sadnje ili neposredno nakon sadnje pognojiti s 200 kg/ha 27 %-tnog KAN-a. Grah zrnaš, grah mahunar, grašak i tikvice potrebno je dodatno prihraniti sa 100 kg/ha 27 %-tnog KAN-a, te folijarno borom prije i poslije cvatnje. Tijekom vegetacije, uz gnojidbu putem tla, salatu se preporuča jednom folijarno prihraniti mikroelementima, a ostale kulture 2-3 tijekom vegetacije.

Parcela 6 pogodna je za uzgoj mrkve, krastavca i salate. Uz navedeno, prije oranja u osnovnoj gnojidbi parcelu 6 potrebno je još dodatno pognojiti s 1500 kg/ha NPK 7-20-30. Sve parcele prije sjetve/sadnje ili neposredno nakon sadnje pognojiti s 200 kg/ha 27 %-tnog KAN-a. Krastavac je potrebno dodatno prihraniti s 200 kg/ha 27 %-tnog KAN-a i 200 kg/ha NPK 7-20-30 tijekom vegetacije. Mrkvu je potrebno dodatno prihraniti s 200 kg/ha 27 %-tnog KAN-a. Tijekom vegetacije, uz gnojidbu putem tla, mrkvu i krastavac potrebno je folijarno prihraniti borom (i ostalim mikroelementima) u 2 navrata tijekom vegetacije, a salatu jednom.

Moguć je uzgoj luka i češnjaka, ali je preduvjet regulacija vodozračnih odnosa u tlu.

7. ZAKLJUČCI

Zbog specifičnosti povrćarske proizvodnje te mikroreljefa iz kojeg proizlaze mikroklimatske prilike kod odabira kultura i termina njihove sadnje/sjetve treba posebno voditi računa o mogućoj pojavi niskih temperatura u proljeće.

Dobiveni rezultati i utvrđene kemijska svojstva tla po parcelama upućuju na potrebu dodatnih istraživanja koja se prvenstveno odnose na analizu mikroelemenata u tlu i biljnom materijalu (folijarna dijagnoza).

Navedeno je potrebno učiniti s ciljem što racionalnije i ekonomski prihvatljivije gnojidbe, a što bolje kvalitete uroda.