

Dr Zdenko Vitasović,
Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja
Poljoprivrednog fakulteta, Sveučilišta — Zagreb

AKTUELNI PROBLEMI GNOJIDBE KRUMPIRA
(AKTUELLE PROBLEME DER KARTOFFELDÜNGUNG)

UVOD

Povišenje prosječnih prinosa krumpira ovisi o nekoliko osnovnih faktora. U jednom od prijašnjih radova, —1—, govorili smo o velikom utjecaju kvalitete sjemena na prinose, a ovdje ćemo iznijeti rezultate gnojidbenih pokusa vršenih u toku nekoliko posljednjih godina. Ispravna gnojidba je, naime, poslije sjemena najznačajniji faktor za povišenje prinosa. Kao što je iz rezultata pokusa vidljivo, obrađivane su tri skupine problema: a) omjeri NPK i optimalna količina stajnjaka, b) značaj mikroelemenata i c) problemi nadohranjivanja. Smatramo, da su to danas naši najaktuelniji problemi u gnojidbi krumpira.

Iz rezultata je vidljivo, da su naši pokusi zahvatili glavne proizvodne rajone krumpira u NRH, pa se na osnovu tih pokusa mogu donijeti korisni zaključci za našu praksu.

REZULTATI ISPITIVANJA I RAZMATRANJA

A) Omjer između N, P i K, te optimalna količina stajnjaka

Pokusi prikazani na tabelama I i II vršeni su u Oštarijama, i to na bujadično-vrištinskom tlu, čija su svojstva već u više navrata opisana (2, 3), pa ih ovdje ne bi ponavljali.

Prinosi krumpira (sorta Urgenta) kod gnojidbe s različitim količinama umjetnih gnojiva

Tabela I

Kombinacija gnojenja	Količina hraniva kg/ha			Prinosi krumpira sa srednjom pogreškom mtc/ha
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	0	0	0	155 + 13
2	60	—	80	159 + 10
3	60	48	—	132 + 28
4	—	48	80	169 + 5,7
5	60	48	80	175 + 9
6	60	96	80	184 + 15
7	60	96	160	160 + 18
8	120	48	160	176 + 10
9	120	96	160	162 + 10
10	120	96	240	188 + 12
11	180	144	240	212 + 23
12	180	144	320	200 + 10
13	240	192	320	200 + 10
14	240	192	480	207 + 20

Sva gnojiva su dodana istovremeno u punoj količini i to: dušik u obliku kal-kamona, fosfor u obliku Tomasove drozge i kalij u obliku kalijevog klorida.

Kao što se iz rezultata pokusa vidi, maksimalni prinos od 212 g/ha dala je kombinacija broj 11. Daljnje povišenje količina hraniva nije donijelo očekivane rezultate. Nadalje iz ovih rezultata izlazi, da iako je krumpir biljka koja treba

razmjerno mnogo kalija, samo s povećanjem doze kalija nije postignuto očekivano povišenje prinosa. Sa druge strane mnogo veće reagiranje prinosa je primijećeno kod povećanja N i P. Prema ovim rezultatima ekonomski najpovoljnija varijanta bila je kombinacija broj 6, koja je imala NPK omjer 1 : 1,5 : 1,3.

Veoma je zanimljivo, da velike količine gnojiva dodane u kombinacijama 11, 12, 13 i 14 nisu donijele očekivano povišenje prinosa.

Tabela II

Kombinacija gnojenja	Količina hraniva u kg/ha			Postotak škroba	Prinosi kumpira u q/ha
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
1	∅	∅	∅	13,99	62,64
2	60	64	∅	13,92	106,50
3	60	∅	100	13,79	104,50
4	∅	64	100	13,91	124,00
5	60	64	100	13,60	117,00
6	120	64	100	14,29	126,00
7	60	128	100	14,67	126,64
8	60	64	200	13,17	139,00
9	120	128	200	14,40	187,00
10	120	128	100	15,05	157,20
11	120	64	200	13,66	145,50
12	60	128	200	14,06	179,00
13	180	192	300	13,65	209,20
14	240	256	400	13,92	202,00

I ovdje su sva gnojiva dodana istovremeno u punoj količini, i to: N — u obliku kalkamona, P — u obliku Tomasove drozge i K — u obliku 40% kalijeveg klorida.

Ovdje je ponovo (premda se ovog puta radilo o kasnoj sorti krumpira) bila ekonomski najpovoljnija manja količina gnojiva. U našem slučaju to je konkretno kombinacija broj 9. Omjer NPK je u ovom slučaju 1 : 1 : 1,8. Ponovo je došlo do izražaja, da je fosfor najznačajnije gnojivo na ovim tlima, te da je on faktički regulator prinosa. To je očito, kada se uporede prinosi kombinacija 9, 10, 11, i 12. Međutim, da vrijednost fosfora dođe do izražaja mora ukupna količina dodanog P₂O₅ iznositi preko 120 kg/ha. Vrijednost dušika nije došla do punog izražaja radi velikog ispiranja, koje se redovito dešava na tim tlima.

POKUSNO MJESTO STARA SUŠICA

To je planinska crnica u vrlo dobrom stanju. Samo mjesto leži na 765 m visine i veoma je pogodno za uzgoj krumpira. Pokus je postavljen sa sortom Merkur u 1959. godini.

Tabela III

Gnojidbena kombinacija	Prinos u q/ha
1) Gnojidba u redove sa: 50 q stajnjaka i 4 q/ha kalkamona 5 q/ha Tomasove drozge i 4 q/ha 40% kalijeve soli	275,1
2) širom parcele dodano: 8 q/ha kalkamona 10 q/ha Tomasove drozge i 800 kg/ha 40% kalijeve soli	270,6
3) 30 tona/ha stajnjaka zaorano širom parcele	246,1
4) 90 tona/ha stajnjaka zaorano širom parcele	243,5
5) dodano širom parcele: 4 q/ha kalkamona 5 q/ha Tomasove drozge i 4 q/ha 40% kalijeve soli	242,6
6) kontrolna parcela — bez gnojidbe	198,8

Iz ovih rezultata je vidljivo, da je prirodna plodnost tla bila vrlo visoka, te da su najpovoljniji prinosi postignuti s manjom količinom stajnjaka i umjetnih gnojiva, kada je to dodano u redove. Ti prinosi su znatno premašivali prinose dobivene na parcelicama koje su gnojene stajnjakom bez obzira na velike količine stajnjaka koji je zaoran širom parcele.

B) Uloga mikroelemenata u prinosima krumpira

S obzirom, da smo se u Oštarijama uglavnom oslanjali na gnojenje mineralnim gnojivima, to smo počeli ispitivati da li je potrebno posebno dodavanje mikroelemenata osim onih koje već imamo u gnojivima (to se naročito odnosi na Tomasovu drozgu).

Sve su parcele jednolično pognojene 18. IV 1957. sa :

500 kg vapneno-amonijske salitre na ha
600 kg Tomasove drozge na ha
300 kg 40% kalijeve soli na ha
Sjetva je izvršena 24. IV sorta »Urgenta«.

Dne 13. VI izvršeno je dodavanje mikroelemenata tlu.

bakar 50 kg/ha
bor 20 kg/ha
molibden 5 kg/ha
kobalt 5 kg/ha
cink 5 kg/ha

Bakar i bor su dodani u krutom obliku pomiješani sa zemljom.

Molibden, kobalt i cink dodavani su u obliku rastopina prskanjem po lišću.

Prinosi krumpira na ha

Tabela IV

Redni broj	Kombinacije mikroelemenata	Prinos na ha
1	∅	196 mtc
2	bakar	205 „
3	bakar, bor	235 „
4	bakar, bor, molibden	251 „
5	bakar, bor, kobalt	238 „
6	bakar, bor, cink	224 „

Kao što je iz rezultata vidljivo, dodavanje mikroelemenata a naročito bora i molibdena osjetljivo je povisilo prinose, unatoč tome što je kao fosforno gnojivo upotrebljena Tomasova drozga. Bakar je neznatno povisio prinose; kobalt je ostao bez utjecaja a cink je smanjio prinose.

1958. godine nastavljeni su u Oštarijama pokusi s mikroelementima. Osnovna gnojidba za dušik i kalij bila je ista kao 1957. g. ali je količina Tomasove drozge povećana na 800 kg/ha. Upotrebljena je sorta Kardinal. Rezultati su bili slijedeći :

Tabela V
I parcela

Gnojidbena kombinacija	Prinos krumpira u q/ha	% škroba
1) bez mikroelemenata	148,6	12,101
2) 100 kg/ha bakra	147,6	13,174
3) 30 kg/ha bora	190,7	12,918
4) 10 kg/ha cinka	170,3	12,756
5) 10 kg/ha molibdena	161,7	11,991
6) 3 kg/ha kobalta	157,5	12,805

II parcela

Gnojidbena kombinacija	Prinos krumpira u q/ha	% škroba
1) bez mikroelemenata	196,2	12,354
2) 100 kg/ha bakra	198,6	12,917
3) 100 kg/ha + 30 kg/ha bora	210,4	12,554
4) 100 kg/ha + 30 kg/ha bora + 10 kg/ha cinka	230,2	12,928
5) 100 kg/ha bakra + 30 kg/ha bora + 10 kg/ha molibdena	233,4	12,845
6) 100 kg/ha bakra + 30 kg/ha bora + 10 kg/ha molibdena + 3 kg/ha kobalta	234,8	12,841

Analize postotka škroba pokazuju, da nema većih razlika, te da se kreću unutar grešaka. Međutim, i ove godine je primijećeno povišenje prinosa dodatkom bora, a povoljno djelovanje ostvareno je i dodavanjem cinka.

C Nadohranjivanje krumpira

Diskusije u vezi s problemom nadohranjivanja počinju već općim pitanjem: da li je nadohranjivanje uopće potrebno, a nastavljaju se pitanjem: s kojim gnojivima, kada i na koji način treba izvršiti to nadohranjivanje?

U stranoj literaturi o tome postoje vrlo raznolika mišljenja, što je uostalom i razumljivo s obzirom na razne klimatske i pedološke uvjete u kojima su iskustva sakupljena.

Važnost nadohranjivanja naročito ističu u SSSR-u pa tako Podgorni, — 4 — preporučuje najmanje dva nadohranjivanja i to prvo odmah nakon nicanja krumpira — provodi se na dubinu od 8—10 cm, te u razmaku od 12—13 cm od biljke. Drugo nadohranjivanje se preporuča u početku pupanja krumpira na dubinu od 15—16 cm i na rastojanju od 15—20 cm od biljke. Prilikom prvog nadohranjivanja preporučuje amonijsku salitru oko 1 q/ha; gnojnicu 8—10 tona na 1 ha, te ptičji gnoj 4—6 q/ha; za drugo nadohranjivanje; superfosfat 2 q/ha; kalijevu sol 100 kg/ha; pepeo 3—5 q/ha, a ako nedostaje dušika u tlu, onda i ptičji gnoj 3—5 q ili gnojnicu do 8—10 tona na 1 ha.

Iz nevedenih količina gnojiva jasno je, da se radi o pokusima za visoku proizvodnju. S obzirom na značaj toga problema postavili smo također u našim uvjetima brojne pokuse u vezi s nadohranjivanjem krumpira i ovdje prikazujemo rezultate tih pokusa.

Tabela VI

Pokusno mjesto: Udbina

sorta krumpira: Voran,

godina rada: 1960. — tlo bujadično — vrištinski podzol,

osnovna gnojidba izvršena u proljeće: 1000 kg nitrofoskala (5:15:25).

Nadohranjivanje je izvršeno: 10. VII 1960. godine.

		Prinos:
1) Nadohranjeno sa:	500 kg/ha drvnog pepela	= 560,0 q/ha
2) "	30 tona/ha površinski dodanog staj. gnoja	= 508,33 "
3) "	200 kg/ha superfosfata i 200 kg/ha 40% kalijeve soli, rastopljeno u vodi i prskano po lišću	= 501,66 "
4) "	200 kg/ha kalijeve soli	= 481,60 "
5) "	15 tona/ha površinski dod. stajskog gnoja	= 473,3 "
6) "	200 kg/ha kalkamona	= 444,2 "
7) "	200 kg/ha kalkamona 200 kg/ha superfosfata i 200 kg/ha 40% kalijeve soli — sve rastopljeno u vodi i prskano po površini lista	= 430,8 "
8) Kontrola: nije nadohranjeno		= 400,8 "

Iz rezultata ovoga pokusa je vidljivo da je najveće povećanje prinosa postignuto prvenstveno u svim varijantama gdje je bio dodavan kalij, te da to povećanje pada čim se dodavao i dušik. To je neobično zanimljiv podatak, jer su se skoro sve dosadašnje preporuke za nadohranjivanje isključivo oslanjale na dušik. Također je zanimljiva činjenica, da je nadohranjivanje moguće izvršiti i pomoću prskanja — putem lista.

Tabela VII

Pokusno mjesto : Brezovac,

sorta krumpira : Bintje,

godina rada : 1960. — tlo planinska crnica,

osnovna gnojidba izvršena u proljeće : 30 tona/ha stajnjaka i 1500 kg nitrofoskala (10 : 16 : 20).

Nadohranjivanje izvršeno 14. VII 1960.

		Prinos :
1)	Nadohranjeno sa : 500 kg/ha drvnog pepela i 500 kg kokošnjega gnoja	= 475,4 q/ha
2)	„ 500 kg/ha drvenog pepela	= 468,7 „
3)	„ 500 kg/ha kokošnjega gnoja	= 452,2 „
4)	„ 300 kg/ha 40% kalijeve soli	= 446,6 „
5)	„ 10 tona/ha površinski dodanoga staj. gnoja	= 439,3 „
6)	Kontrola : nije nadohranjeno	= 408,5 „

Unatoč vrlo visoke doze osnovne gnojidbe i razmjerno kratke mogućnosti iskorišćavanja vrijednosti nadohranjivanja (jer je bila u pitanju srednjerana sorta, koja je brzo završila vegetaciju) ovdje je nadohranjivanje također znatno povisilo prinose. Karakteristično je da se ovdje zapaža vrlo povoljno djelovanje drvnog pepela.

Tabela VIII

Pokusno mjesto : Divoselo,

sorta krumpira : Majestic,

godina rada : 1960,

osnovna gnojidba izvršena u proljeće : 1000 kg nitrofoskala (5 : 15 : 25).

Nadohranjivanje izvršeno 10—14. VII 1960.

		Prinos :
1)	Nadohranjeno sa : 200 kg/ha 40% kalijeve soli	= 213,0 q/ha
2)	„ 30 tona/ha površinski dodanog staj. gnoja	= 209,1 „
3)	„ 200 kg/ha superfosfata i 200 kg/ha 40% kalijeve soli — rastopljeno u vodi i prskano po površini lista	= 202,0 „
4)	„ 200 kg/ha superfosfata, 200 kg/ha 40% kalijeve soli i 200 kg/ha kalkamona — sve rastopljeno u vodi i prskano po površini lista	= 189,2 „
5)	Kontrola nije nadohranjeno	= 187,2 „
6)	Nadohranjeno sa : 500 kg/ha drvnog pepela	= 183,2 „
7)	„ 15 tona/ha površinski dodanog staj. gnoja	= 181,0 „
8)	„ 200 kg/ha kalkamona	= 180,0 „

Kao što se iz podataka vidi, ovdje je kalij imao veći utjecaj na povećanje prinosa nego dušik. Razlog slabog djelovanja drvnog pepela (koji je također pretežno kalijevo gnojivo) vjerojatno leži u njegovoj polaganijoj topivosti. Veoma je zanimljivo, da niti ovdje dodavanje samog dušika nije povisilo prinose.

Tabela IX

Pokusno mjesto : Medak,
 sorta krumpira : Bintje,
 godina rada : 1960. — tlo bujadično — vrištinski podzol.
 osnovna gnojdba izvršena u proljeće : 1000 kg nitrofoskala (5 : 15 : 25).
 Nadohranjivanje izvršeno 10—14. VII 1960.

		Prinos :
1) Nadohranjeno sa :	30 tona/ha površinski dodanog staj. gnoja	= 344,0 q/ha
2) „	200 kg/ha kalkamona	= 314,0 „
3) „	200 kg/ha superfosfata 200 kg/ha kalkamona i 200 kg/ha 40% kalijeve soli, sve rastopljeno u vodi, pa onda prskano po površini lista	= 309,2 „
4) „	15 tona/ha površinski dodanog staj. gnoja	= 296,6 „
5) Kontrola :	nije nadohranjeno	= 296,0 „
6) Nadohranjeno sa :	200 kg/ha 40%kalijeve soli	= 272,0 „
7) „	500 kg/ha drvnog pepela	= 265,2 „
8) „	200 kg/ha superfosfata i 200 kg/ha 40% kalijeve soli — sve rastopljeno u vodi pa onda prskano po površini lista	= 264,0 „

Iz ovih rezultata je vidljivo, da je glavno povećanje nastupilo zahvaljujući utjecaju dušika. Razlika između kombinacija broj 3 i broj 8 je 4520 kg, a razlika između kontrole i broja 2 je 1800 kg. Neobično je karakteristično, da je kalij čak i smanjio prinos.

ZAKLJUČCI

1) Iz tabela I i II je vidljivo, da je povišenje prinosa samo putem povećavanja količine dodanih umjetnih gnojiva bilo moguće do stanovite granice. Sva gnojiva dodana preko te granice ili uopće ne utječu na prinos, ili ga čak smanjuju. Ta granica je nastupila u našem slučaju prije kod rane sorte krumpira (Urgenta) a poslije kod kasne sorte (Vorana). Iz naših prijašnjih radova znamo, da u ovim pokusima postignuti prinosi ne predstavljaju maksimalni biološki potencijal spomenutih sorata, a kako je hranjiva dodano za veći prinos nego što je bilo potrebno za ostvarenje prinosa, to proizlazi, da je u ovim slučajevima neki drugi čimilac ograničio visinu prinosa. Uspoređujući visinu prinosa kod dviju pokusnih sorata primijetiti ćemo, da su prinosi Urgente viši nego Vorana, dok bi trebalo biti obratno. Iz toga se može zaključiti, da je limitirajući faktor prinosa bio voda, jer se Urgenta, (kao rana sorta) razvila ranije, dok je Voran vjerojatno trpio od nedostatka vode u trenutku formiranja gomolja i stvaranja prinosa.

Ako uzmemo srednju vrijednost iz oba rezultata, proizlazi da je najpovoljniji omjer $N = 1,00 : P = 1,25 : K = 1,55$. To je neobično važna činjenica, jer pokazuje veliki značaj gnojdbes sa dovoljnim količinama fosfora na tim tlima.

Rezultati pokusa izneseni u tabeli III jasno pokazuju prednost gnojdbes u redove, kako sa stajnjakom, tako i s umjetnim gnojivima. Radi toga bi prilikom sadnje krumpira trebalo dati prednost onim tipovima sadilica, koje pružaju mogućnost, da se istovremeno gnoji prilikom sadnje.

Uspoređujemo li prinose postignute u varijantama 3 (30 tona stajnjaka na ha) i 4 (90 tona stajnjaka na 1 ha) onda moramo zaključiti, da velike količine stajnjaka nisu ekonomski opravdane, te da nije potrebno dodavati veće količine od 30 tona stajnjaka na 1 hektar.

2) Dodavanje mikroelemenata se pokazalo kao vrlo dobro. Najpovoljnije povišenje prinosa nesumnjivo je ostvareno dodavanjem bora i molibdena. U vezi s time trebalo bi te elemente dodavati u pojedine gnojdbesne smjese, koje se preporučuju za gnojdbu na tim područjima.

3) Pravilno izvršenim nadohranjivanjem krumpira može se postići znatno povećanje prinosa pa je prema tome nadohranjivanje agrotehnički potreba i ekonomski opravdana mjera.

Premda dozacija i vrsta gnojiva ovisi o agroekološkim uslovima i ne može biti šablonizirana, to se ipak mora istaknuti pozitivne rezultate dobivene upotrebom tipičnih fosforno-kalijevih gnojiva u nadohranjivanju. Razloge tokvog djelovanja treba još detaljnije proučiti.

ZUSAMMENFASSUNG

1) Aus den Tabellen I. und II. ist es ersichtlich, dass die Ertragserhöhung nur durch Vergrößerung der beigegebenen Kunstdüngermengen bis zur gewissen Grenze möglich war. Alle Beigaben von Düngermitteln, welche diese Grenzen überschreiten, haben entweder auf den Ertrag keine Auswirkung, oder vermindern ihn sogar. Das Eintreten dieser Grenze ist in unserem Falle früher bei der Frühkartoffelsorte (Urgenta) und später bei der Spätsorte (Vorán). Aus unseren voraufgegangenen Arbeiten ist es uns bekannt, dass die bei diesen Prüfungen erzielten Erträge das maximale biologische Potential der erwähnten Sorten nicht darstellen, Nachdem aber die beigegebene Düngermenge grösser war, als es für den erzielten Ertrag notwendig war, ist es klar, dass in diesen Fällen ein anderer Faktor auf die Höhe des Ertrages auswirkte. Indem wir die Höhe des Ertrags zweier Versuchsorten vergleichen, bemerken wir, dass die Erträge der Urgenta von denen des Vorans höher sind, während es normalerweise umgekehrt wäre. Daraus kann man schliessen, dass der limitierende Faktor das Wasser war, nachdem sich die Urgenta (als Frühsorte) früher entwickelte, während der Voran wahrscheinlich im Moment des Formierens der Knolle und der Ertragsbildung an Wassermangel gelitten hat.

Wenn wir den mittleren Wert beider Resultate betrachten, sehen wir, dass das günstigste Verhältnis wie folgt ist: $N = 1,00 : P = 1,25 : K = 1,55$. Diese ungemein wichtige Tatsache zeigt die grosse Bedeutung der Düngung mit genügenden Phosphormengen auf diesen Böden.

Die in der Tabelle Nr. III. gezeigten Resultate zeigen deutlich die Vorzüge der Reihendüngung, sowohl mit Stallmist als auch mit Kunstdüngermitteln. Deshalb es notwendig bei der Kartoffelpflanzung diejenigen Typen wäre von Legemaschinen zu bevorzugen, die beim Pflanzen eine gleichzeitige Düngung ermöglichen.

Wenn wir die bei den Varianten 3 (30 t Stallmist je ha) und 4 (90 t Stallmist je ha) erzielten Resultate vergleichen, müssen wir daraus schliessen, dass grosse Stallmistmengen in wirtschaftlicher Hinsicht nicht rechtfertigt sind und dass es nicht notwendig ist grössere Mengen als 30 t Stallmist je ha beizugeben.

2) Die Beigabe von Spurelementen (Mikroelementen) zeigte sich als sehr nützlich. Die grössten Ertragserhöhungen wurden ohne Zweifel durch Beigabe von Bor und Molybden erzieht. Diesbezüglich wäre es erforderlich diese Elemente einigen Düngemischungen, welche für die Düngung auf diesen Gebieten empfohlen werden, beizugeben.

3) Eine regelmässig durchgeführte Nachdüngung der Kartoffelfelder kann eine bedeutende Erhöhung des Kartoffelertrags zur Folge haben, weshalb sich die Nachdüngung als eine agrotechnisch notwendige und wirtschaftlich rechtfertigte Massnahme aufwirft.

Obwohl die Dosierung und Düngemittelart von den agroökologischen Bedingungen abhängig ist und nicht shablonisiert werden kann, ist es doch notwendig die positiven durch die Anwendung typischer Phosphor — Kalidünger bei der Nachdüngung erzielten Resultate zum Ausdruck zu bringen. Die Gründe dieser Auswirkung müssen jedoch noch eingehend geprüft werden.

LITERATURA

- 1) Vitasović : »Demonstracioni pokusi sa uzgojem krumpira«, Biljna proizvodnja br. 1., godina 1957.
- 2) Vitasović — Kolaković : Problemi poljoprivrednih melioracija bujadnica i vriština, Zemljište i biljka br. 1—3, 1958. str. 483—506.
- 3) Kurtagić—Raz Kolaković—Perić : Osobine vrištinskih tala na pukusnom polju Oštarije, Agrohemija, br. 7/1959. str. 33—68.
- 4) Podgorni : Kartoffelj, Seljhozgis 1957.