

Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling

Slutrapport för projekt SLF nr 0242003

Maria Stenberg^{1,2}, Johanna Lindgren² och Börje Lindén¹

¹ SLU, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för precisionsodling, Box 234, 532 23 Skara

² Hushållningssällskapet Skaraborg, Box 124, 532 22 Skara.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	1
Bakgrund	1
Material och metoder	2
Resultat och diskussion	3
Potatisavkastning.....	3
Kväve i potatisblast och knölar	4
Kväve i vårvete.....	5
Mineralkväveförrådets förändringar från vår till sen höst	5
Kväveutlakning	6
Kväveefterverkan av potatis i jämförelse med vårvete	7
Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve	8
Fånggrödor	8
Sammanfattande diskussion	9
Litteraturlista	10
Publikationer	10
Resultatförmedling	10

Bakgrund

Potatis är en viktig gröda för lantbruk och livsmedelsindustri. Ett problem med odlingen är dock risken för ökade kväveförluster jämfört med spannmål. Detta är särskilt viktigt med hänsyn till att potatis till stor del odlas koncentrerat till vissa bygder, där då belastningen på grund- och ytvatten kan bli stor. Kväveutlakningen vid odling av potatis är större än för flertalet andra grödor vilket i Sverige har fastställts av bl.a. Torstensson et al. (1992). Det finns också studier som visar att det efter potatis ofta finns större mineralkväverester än efter andra grödor (jfr Lindén et al., 1994). En förklaring av flera är att potatis normalt odlas på sand- eller mojord, som medför grunt rotsystem (Wiklert, 1961) och att potatisen i sig har liten rotmassa vilket leder till att kväve som har förts ned i alven med perkolerande vatten utnyttjas dåligt av potatisgrödan. Vidare anges även potatisgrödans sena utveckling, och därmed sena kväveupptagning, utgöra en större risk för utlakning.

Knölskörden kan innehålla kväve i samma storleksordning som den tillförda gödselgivan (Lindén et al., 1999), men borträknas den del av kväveinnehållet som härstammar från jorden, blir den gödselkvävemängd som återfinns i knölskörden relativt liten, 20-25 %. Vos & Marshall (1993) anger att på detta vis stannar ca. 65 % av gödselkvävet kvar i systemet jord- och växtrester eller går förlorat.

Förhållanden som skulle kunna bidra till den större kväveutlakningen men som hittills inte undersökts är:

1. Genom det vatten som runnit av potatisblasten perkolerar större regn- och bevattningsvattenmängder genom fårbotten, där matjordsdjupet är grunt, än genom kuporna, där huvuddelen av rötterna finns.
2. Potatiskupningen och -upptagningen stimulerar kväve mineraliseringen i marken.
3. Den fortsatta kväve mineraliseringen vid avslutningen av potatisens kväveupptagning och därefter medför att utlakningsbart kväve anhopas i marken.
4. När blasten dödas genom besprutning eller åldras naturligt, börjar nedbrytningsprocesser i växtmaterialet, varvid kväve frigörs och bidrar till utlakningen. Det vore därför angeläget att utveckla teknik för odling av fånggrödor i samband med potatis. För detta kan man så en fånggröda efter potatisskörden, men det vore även viktigt att med en insådd fånggröda (sådd i juli) binda det kväve som kan förloras i marken på fårbotten.

Målet med studien har därför varit att belysa:

- I. Kväveupptagningsförlopp
- II. Potatisens utnyttjande av gödsel- och markkväve
- III. Effekten av fånggröda i och efter potatis
- IV. Efterverkan av potatis jämfört med stråsäd.

Material och metoder

För att svara på frågeställningarna genomfördes projektet i fältförsök i form av två delstudier:

- A. Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling.
- B. Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren.

Fältförsöken i delstudierna (tabell 1 och 2) anlades med tre block vardera på en sandig mojord på Hushållningssällskapet Hallands försöksgård Lilla Böslid, Halland. Lerhalten på försöksplatsen var 7,8 % och mullhalten var 5 %. Mer utförliga uppgifter om försöksplatsen redovisas i Lindgren et al. (2007). Båda studierna genomfördes två år.

Tabell 1. Försöksplan till delstudie A, ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling ” (försöksplan D0-7801)

Led	Första kvävegiva (NPK 8-5-19)	Tilläggsgödsling (Ks)	
		25 kg N	25 kg N
A	80 kg N Bredspridning före sättning	15 juni + kupning	10 juli ¹ + kupning
B	80 kg N Radmyllning före sättning	15 juni + kupning	10 juli ¹ + kupning
C	130 kg N Kupmyllning 3v efter sättning		
D	80 kg N Radmyllning 3v efter sättning	15 juni + kupning	10 juli ¹ + kupning
E	80 kg N Radmyllning och kupformning vid sättning	15 juni	15 juli ²
F	80 kg N Radmyllning och kupformning vid sättning	15 juni	15 juli ²
	Potatisen tas upp i november		
G	80 kg N Radmyllning och kupformning vid sättning	15 juni	15 juli ²
	Fånggröda sås in efter skörd		
H	40 kg N +40 kg N som flytgödsel bredspridning före sättning	15 juni + kupning	10 juli ¹ + kupning
I	130 kg N Vårvete		

1) Före slutkupning 2) vid blomning

Inom delstudie A studerades kväveefterverkan av potatis jämfört med vårvete. För detta såddes vårkorn på försöksytan 2004 och 2005 där det odlats potatis 2003 respektive 2004. Inom delstudie A genomfördes två av tre block på ytor från vilka rutvis utlakning av kväve bestämdes. Avrinningen mättes med vippkärlsteknik och vatten provtogs automatiskt och

flödesproportionellt. Vattenprover representerande 14-dagarsperioder analyserades vid Avdelningen för vattenvårdslära, SLU.

Tabell 2. Försöksplan till delstudien B, ”Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren” (försöksplan D0-7802)

Led	Behandling
X	Blastdödning. Blasten står kvar orörd till potatisupptagningen. Vid potatisskörden blandas blasten in i jorden. Normal ogräsbekämpning med jordherbicid.
Y	Blasten (ovan jord) avlägsnas vid tiden för blastdödning. Normal ogräsbekämpning med jordherbicid.
Z	Sådd av fånggröda (it. rajgräs) i växande potatis snarast efter slutkupningen (ca 1 juli). Ingen ogräsbekämpning med jordherbicid. Blastkrossning. Blasten kvar till potatisupptagningen. Vid potatisskörden blandas blasten in i jorden i potatisraderna.

Kväveprofilprov uttogs på nivåerna 0-30, 30-60 och 60-90 cm. Samma jordprover utnyttjades som generalprov blockvis från matjord och alv före gödning och sättnings. Kväveprofilprov uttogs ledvis och analyserades vid Avdelningen för växtnäringlära, Uppsala. I potatisleden provtogs och analyserades matjord från fårbottnen och kupkammens topp respektive sidor separat.

I båda delstudierna vägdes nettoskörden från varje ruta och storleks sorterades enligt uppdelning på följande klasser: 1) <40, 2) 40-55, 3) 55-65 och 4) > 65 mm. Prover togs ut rutvis för bestämning av torrsubstans, specifik vikt, kokkvalitet och totalkvävehalt. Potatisanalyserna utfördes vid dåvarande Institutionen för ekologi och växtproduktionslära, SLU. För att beskriva kväveupptagningsförloppet provtogs potatisgrödan, dvs. all blast med vidhängande rötter samt förekommande potatisknölar, rutvis vid flera tidpunkter under säsongen.

I vårveteledet (led I) i delstudie A, bestämdes kärnskörden genom försöksmässig tröskning och kärnprov togs ut för spannmålsanalys och bestämning av totalkväveinnehållet. Vid provtagningen av vårvetet togs förekommande ogräs med. I varje ruta i led G med insådd fånggröda efter upptagning uttogs ett samlingsprov av höstrågen genom klippning. Rågen såddes efter potatisskörden vilket innebar 6 november 2003 och 15 oktober 2004. Fånggrödan i delstudie B såddes omedelbart efter slutkupning 28 juli (2003) och 8 juli (2004). Som fånggröda används vårkorn 2003 (200 kg ha⁻¹) och italienskt rajgräs 2004 (20 kg ha⁻¹). Sådden skedde genom att kuporna räfsades, fröet spreds ut för hand och därefter myllades med en räfsa. Fånggrödan provtogs rutvis på fårbottnarna omedelbart före blastkrossning, omedelbart före potatisskörden samt i början av november. Alla växtprover analyserades med avseende på kväveinnehåll vid Avdelningen för växtnäringlära, SLU, Uppsala.

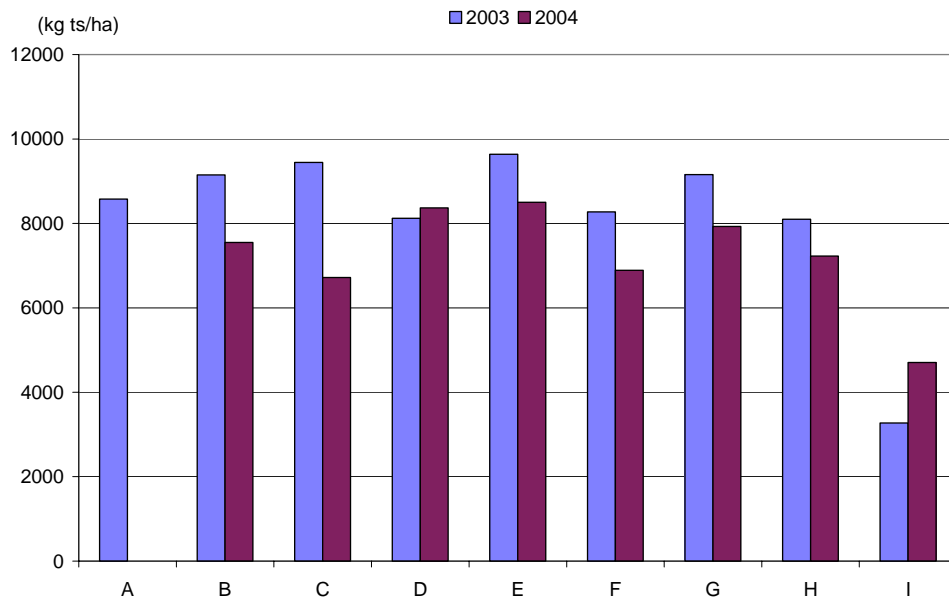
Resultat och diskussion

Första försöksåret (2003) var nederbördsrikt under våren vilket ledde till sen sättnings och sådd (4 juni respektive 28 maj) av försöken. Våren övergick i en sommar med en del nederbörd (ca 250 mm juni-augusti.) och avslutades med en torr höst (ca 120 mm september-november). Andra försöksåret var betydligt torrare under våren och sättnings/sådd gjordes i normal tid (22 respektive 15 april) men gav större nederbördsmängder under sommar (ca 350 mm juni-augusti) och höst (ca 210 mm september-november).

Potatisavkastning

Skörden var generellt högre 2003 jämfört med 2004 i båda försöken, trots sen sättnings och sen upptagning (figur 1). Led A gödslades felaktigt under 2004 och är därmed inte med i sammanställningen. Det var inga signifikanta skillnader i potatisskörd mellan leden något av åren, inte heller i det mindre försöket. Däremot så skiljde det omkring 1000 kg ha⁻¹ i

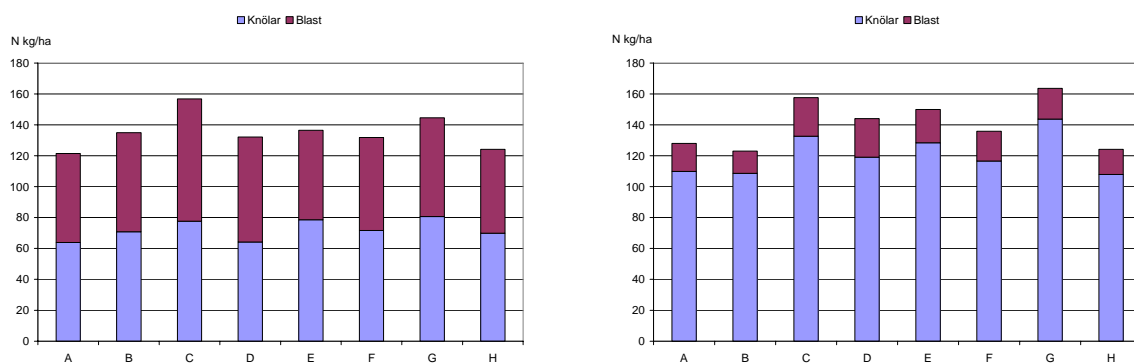
avkastning mellan försöken till fördel för D0-7801. Förklaringen till skillnaden i avkastning är variationer på försöksplatsen. Det var inte möjligt att påvisa negativa eller positiva skördeeffekter beroende på varierande antal kupningar eller olika tidpunkter för gödning. Det fanns en tendens att led H, som tillfördes en del av kvävet som flytgödsel, gav något lägre skörd.



Figur 1. Potatiskörd (kg ts ha⁻¹) i led A-H och kärnskörd av vårveve (kg ts ha⁻¹) i led I i delstudien ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling” försöksåren 2003 och 2004. Leden A-I presenteras i tabell 1.

Kväve i potatisblast och knölar

Figur 2a och 2b visar kväve i blast och knölar ca tre veckor efter sista gödning i led E, F och G. Övriga potatisled gödslades sista gången en månad innan den första provtagningen (figur 2 a) förutom led C där allt kväve tillfördes i en giva tre veckor efter sättnig. Totalt uppgick kvävemängden till 120-140 kg N ha⁻¹ i hela plantan vid provtagningstillfället. Ungefär hälften av kvävet fanns i blasten med vidhängande rötter och hälften i knölar. Vi den andra provtagningen var den totala mängden kväve ungefär densamma men det hade skett en omfördelning av kväve från blast till knölar. Det förekom alltså inget ytterligare nettoupptag i plantan. En mindre kväveupptagning kan ha motverkats av att ovanjordiska plantdelar börjat vissna på grund av angrepp eller som ett led i mogningsfasen.



Figur 2. Kväve i blast och knölar a) 12 augusti 2003, tre veckor efter sista gödningen i led E, F och G samt b) den 15 september 2003, strax innan blastdödning.

Fördelningen av kväve i plantan var ungefär densamma 2004 jämfört med 2003 men däremot var det totala upptaget något lägre, 100-120 kg N ha⁻¹. Vid tidpunkten för blastdödning 2004 fanns ungefär 80-110 kg N ha⁻¹ i knölarna och 10-15 kg N ha⁻¹ i blast och vidhängande rötter. Kväveeffektiviteten, beräknad som bortförd mängd kväve i förhållande till tillförd mängd, var i medel 80 % under båda försöksåren för potatisleden trots varierande årsmåner.

Kväve i vårvete

Vårvetet provtogs strax innan skörd båda åren. I tabell 3 visas kvävemängden i grödan de båda försöksåren. Den sena sådden fick allvarligare konsekvenser för vårvetet jämfört med potatisen. Kväveeffektiviteten varierade således starkt mellan försöksåren (ca 60 % 2003 och ca 150 % 2004).

Tabell 3. Innehåll och fördelning av kväve (kg N ha⁻¹) i vårvete (led I i delstudie A) vid skörd 2003 och 2004

	Hela plantan kg N ha⁻¹	Kärna kg N ha⁻¹	Halm kg N ha⁻¹
2003	135	100	35
2004	200	154	46

Mineralkväveförrådets förändringar från vår till sen höst

Det första mineralkväveprovet på våren (tabell 4 och 5) visade att det fanns 21-28 kg N ha⁻¹ i markprofilen (0-90 cm). Tre veckor efter sista gödningen fanns det ungefär 45 kg N ha⁻¹ båda åren. Vid denna tidpunkt verkade grödan vara klar med kväveupptaget enligt grödprovtagningarna. Vårveteledet provtogs endast 2004 vid denna tidpunkt och visades då innehålla 10 kg N mindre jämfört med potatisleden. En av anledningarna till att potatisgrödan inte tog upp mer kväve efter denna tidpunkt kan vara att merparten av kvävet låg under rotzonen. Både 2003 och 2004 var nederbördsrika kring gödningstidpunkterna juni och juli. Under 2003 uppmättes 4 kg N ha⁻¹ i avrinningsvattnet (juli-aug) och under 2004 uppmättes 20 kg N ha⁻¹ (juli-aug).

Tabell 4. Mineralkväve i marken under odlingssäsongen 2003 i led A-I i delstudie A ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling”

	Nivå (cm)	Tidig vår	3 veckor efter sista gödningen	Vid vetets fullmognad	Innan blastdödning	Efter skörd	1 månad efter skörd
		030502	030812	030910	030915	031106	031208
A-H	0-30	8,0	8,7		7,7	21,8	14,4
Potatis	30-60	8,6	18,1		15,2	14,8	12,8
	60-90	4,8	19,6		17,9	16,3	23,8
	Totalt	21,4	46,4		40,8	52,9	51,0
I	0-30	8,0		12,7		17,1	7,5
Vårvete	30-60	8,6		29,6		19,8	8,5
	60-90	4,8		13,0		14,7	27,4
	Totalt	21,4		55,3		51,0	43,4

Vid tidpunkten för blastdödning fanns ungefär samma mängd kväve kvar i profilen 2003 som föregående mätning medan kväveinnehållet hade ökat 2004. Det beror förmodligen på en större mineralisering 2004 till följd av det fuktiga klimatet under sommaren till skillnad från augusti och september 2003 då det var mycket torrt. Oktober 2003 var ovanligt kall och torr vilket medförde att kväveinnehållet i marken inte förändrades nämnvärt. Oktober 2004 var både blötare och varmare vilket medförde större kväveförluster genom utlakning (figur 3).

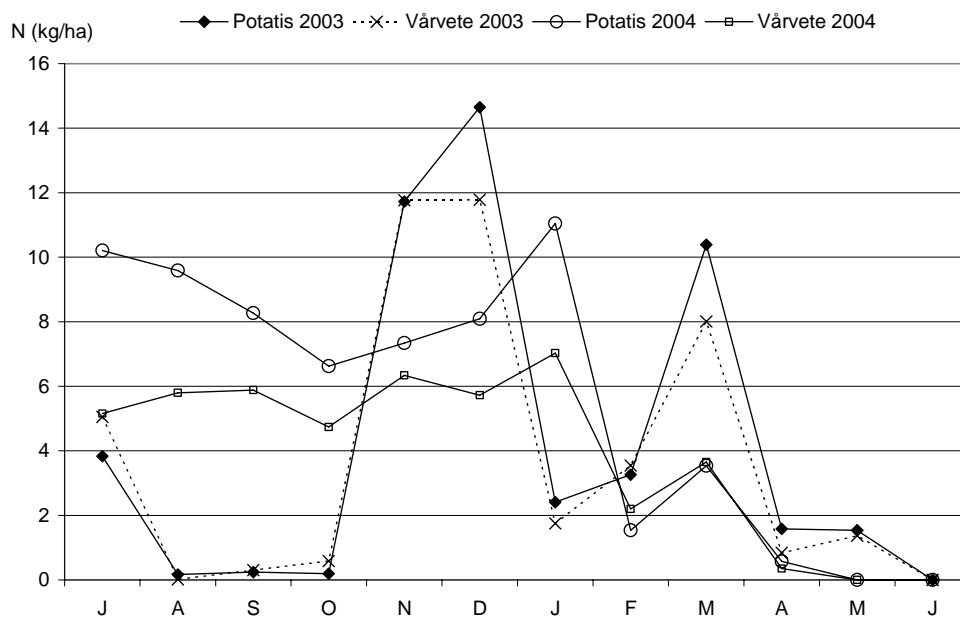
Efter stråsåd brukar det finnas ett mineralkväveförråd i storleksordningen 20-30 kg N ha⁻¹ vid avslutad kväveupptagning, vilket framgår av utlakningsförsök vid Lanna och Fotegården i Västergötland samt vid tidigare försök i Mellby i Halland. I det här försöket var nivåerna betydligt högre vilket 2003 kan förklaras av ett dåligt kväveutnyttjande. Året efter ser marken ut att ha mineraliserat 20 kg N ha⁻¹ från början av augusti till början av november.

Tabell 5. Mineralkväve i marken under odlingssäsongen 2004 i led A-I i delstudien ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling”

	Nivå (cm)	Tidig vår	Vid sådd/sättning	3 veckor efter sista gödningen	Innan blastdödning	Vid skörd	1 månad efter skörd
		040402	040421	040806	040825	041010	041110
A-H	0-30	9,8	20,4		12,7	22,2	12,1
Potatis	30-60	9,6	10,1		17,4	12,8	18,3
	60-90	8,8	9,4		30,5	17,3	16,5
	Totalt	28,2	39,9		60,56	52,3	46,9
E, F, G	0-30			7,3			
Potatis	30-60			12,1			
	60-90			27,1			
	Totalt			46,5			
I	0-30	9,8	222,4	12,4	8,6	12,2	9,2
Vårvete	30-60	9,6	13,1	9,2	16,6	16,7	18,0
	60-90	8,8	13,1	13,5	22,9	20,6	27,9
	Totalt	28,2	248,6	35,1	48,1	49,5	55,1

Kväveutlakning

Det var inga signifikanta skillnader i kväveutlakning mellan leden med potatis och vårvete i studien (figur 3). Under 2003 låg samtliga led lika under växtsäsongen med en tendens att led C (allt kväve tre veckor efter sådd) samt led H (en del av kvävet som flytgödsel) låg högre under vinterhalvåret. Under 2004 var tendenserna tydligare men fortfarande utan signifikans.



Figur 3. Kväveutlakning under de hydrologiska åren 2003/2004 samt 2004/2005 som medel för potatisleden A-H respektive för vårveteledet i delstudie A ”Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling”. Leden förklaras i tabell 1.

Under 2003 var utlakningen som störst under november till december vilket berodde på en betydligt högre avrinning jämfört med övriga månader. Året därpå försköts maximum till december-januari. Hösten 2004 var betydligt mer nederbördsrik jämfört med 2003 vilket tydligt avspeglas i utlakningen. Under båda åren men i synnerhet under 2003 ökade utlakningen återigen under mars vilket kan ha berott på att temperaturen steg och tjälen försvann. Under båda åren ökade också nederbörden vid denna tidpunkt. Den totala avrinningen var 520 mm 2003 och 600 mm 2004.

Dräneringsvattnet analyserades med avseende på nitratkväve samt en kvantifiering av den totala mängden kväve. I försöket låg andelen kväve som inte var nitrat mellan 10-20 % av det totala kvävet. Under 2004 följde andelen nitratkväve i potatis- och vårveleden varandra över året. Under 2003 låg andelen nitrat i förhållande till totala mängden kväve lägre i början av säsongen. Det kan bero på att försöksplatsen just hade täckdikats innan försöket lades ut.

I tabell 6 jämförs utlakningen från potatis med den från vårvete samt korn under försöksåren 2003-2005. Skillnaderna mellan potatis och vårvete var små under 2003 vilket förmodligen beror på den sena sådden av vårvetet. Efterföljande år när vårvetet såddes i tid var skillnaden i utlakning 20 kg N ha⁻¹. Korn med fånggröda halverade utlakningen 2003 jämfört med potatis och vårvete. Skillnaden i utlakning mellan korn efter potatis och korn efter vårvete var liten. Avrinningen och således också utlakningen varierade kraftigt mellan de båda försöksrutorna som ligger till grund för resultatet korn efter vårvete.

Tabell 6. Utlakning från potatis och stråsäd i delstudie A under de agrohydrologiska åren 2003/2004 och 2004/2005

År	Gröda	N-gödsling kg N ha ⁻¹	N-utlakning kg N ha ⁻¹	Datum för sättning el. sådd
2003/2004 (1/7-30/6)	Potatis	130	50	4/6
	Vårvete	130	45	28/5
	Korn med fånggröda	90	25	28/5
2004/2005 (1/7-30/6)	Potatis	130	67	22/4
	Vårvete	130	47	15/4
	Korn efter potatis	80	40	13/5
	Korn efter vårvete	80	32	13/5

Kväveeffterverkan av potatis i jämförelse med vårvete

Korn som såddes efter potatis gav högre skörd jämfört med korn som såddes efter vårvete under båda försöksåren. Det bör inte ha berott på ett högre överskott av kväve efter potatisen jämfört med vårvetet eftersom profilerna i november-december innehöll ungefär 50 kg N ha⁻¹ och kväveutlakningen motsvarade mellan 30-50 kg N ha⁻¹ under vintermånaderna. Innehållet av mineralkväve på våren var normalt båda efterverkansåren, 20-30 kg N ha⁻¹. Resultaten har alltså inte visat att potatis ger högre kväveutlakning jämfört med stråsäd året efter odling. Eftersom blast och rötter efter potatisen innehöll tämligen små mängder kväve bör den större delen av förfruktseffekten tillskrivas andra faktorer såsom nyttan av en avbrottsgröda mellan två spannmålsgrödor.

Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve

I delstudien ”Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren” var blastens innehåll av kväve högre 2003 jämfört med 2004 vilket överensstämde med resultaten i delstudie A. Vid tidpunkten för blastdödning innehöll blasten 10-13 kg N ha⁻¹. Mängden kväve i blasten halverades på den dryga månad som gick innan potatisupptagningen. Vid skörd 2003 fanns inga skillnader i markens kväveinnehåll beroende av blastbehandling (tabell 7). Samtliga provtagningar visade dock stora mängder kväve djupt ner i profilen redan tidigt på säsongen. En månad efter skörd hade det totala innehållet sjunkit något och mer kväve hade förflyttats ner i profilen men leden låg fortfarande lika i total mängd. Under 2004 var nivåerna högre redan från början och fortsatte att vara det under hela säsongen. Från blastdödning till upptag av potatisen förlorades omkring 30 kg N ha⁻¹ från profilerna. Ledet med borttagen blast medförde detta år mindre innehåll av kväve. Fånggrödan hade inte någon betydelse för kvävemängderna i profilen.

Tabell 7. Mineralkväve i marken 0-90 cm (kg N ha⁻¹) i led X-Z efter ledvis provtagning 2003 samt 2004 i delstudie B ”Potatisblastens nedbrytning och frigörelse av kväve från denna samt insådd av fånggröda under sommaren”. Leden förklaras i tabell 2

	Nivå (cm)	Generalprov* vår	Före sådd av fånggröda	Innan blastdödning	Före skörd	1 månad efter skörd
2003		2003-05-02	2003-07-28	2003-09-15	2003-10-30	2003-12-08
X	0-30	11		7	22	12
	30-60	6		12	16	10
	60-90	4		13	16	20
	Totalt	21		32	54	42
Y	0-30				17	8
	30-60				10	8
	60-90				21	17
	Totalt				49	34
Z	0-30		31		22	11
	30-60		27		15	8
	60-90		27		17	24
	Totalt		85		54	42
2004		2004-04-26	2004-07-07	2004-08-30	2004-09-29	2004-11-11
X	0-30	25		11	19	17
	30-60	19		20	10	23
	60-90	14		68	32	23
	Totalt	58		99	61	62
Y	0-30			12	13	16
	30-60			9	19	16
	60-90			53	8	17
	Totalt			74	40	49
Z	0-30		31	11	10	11
	30-60		75	12	7	9
	60-90		60	61	35	33
	Totalt		166	84	52	53

*Generalprovet representerade samtliga led och block.

Fånggrödor

Fånggrödan tycks inte ha haft någon negativ effekt på skörden något av försöksåren. Första försöksåret användes vårkorn som fånggröda. Sådden skedde i slutet av juli och potatisskörd inföll i slutet av oktober. På dessa tre månader tog kornet upp 6 kg N ha⁻¹ vilket kan jämföras

med kväveinnehållet i utsädet som motsvarar drygt 3 kg N ha⁻¹. Eftersom kornet skadades vid upptagningen, utfördes ingen provtagning i november.

Insådd av italienskt rajgräs som fånggröda gjordes i början av juli 2004 och etableringen var god. Vid graderingen i slutet av augusti var fånggrödan tät och kraftig i samtliga rutor. Vid potatisupptagningen halverades plantantalet i två av blocken men trots det innehöll den vid provtagningen i mitten av november 10 kg N ha⁻¹.

Sammanfattande diskussion

Båda försöksåren 2003 och 2004 visade grödprovtagningarna att den totala upptagningen av kväve avstannat i början av augusti, därefter skedde enbart en omfördelning av kväve från blast till knölar. Potatisens kväveutnyttjande låg kring 80 % av den tillförda mängden kväve båda åren vilket betyder att en del av handelsgödselkvävet samt det mineraliserade kvävet löpte stor risk att utlakas. Mineralkväveanalyserna varierade en del, de höga kostnaderna för denna analys medgav endast ledvis provtagning. Det är dock tydligt att kväve lätt sköljdes ner under rotdjup och därmed blev otillgängligt för grödan under växtsäsongen.

Det fanns inga signifikanta skillnader i de olika behandlingarna med avseende på skörd och kväveutlakning. Hypotesen att färre kupningar skulle minska mineraliseringen och därmed också utlakningen kunde inte besannas. Inte heller kunde vi påvisa skillnad i kväveupptag eller kväveutlakning vid radmyllning av kväve jämfört med bredspridning. Tendensen fanns dock att flytgödsel gav lägre utnyttjande av kväve och högre utlakning under vintermånaderna. Försöksplatsen täckdikades precis innan försöken inleddes vilket kan ha påverkat mineralisering och fördelning av matjord i de olika markskikten. Dessutom så försenades sättningen en hel del det första året vilket har gjort det svårt att jämföra resultaten från 2003 med 2004. År 2004 var mineralkvävemängderna i marken höga vilket kan ha överskuggat ledskillnader. Odlingstekniker så som antal gödslingstillfällen, kupningar eller tillförsel av stallgödsel anses i hög grad påverka potatisens kvalitet i praktisk odling. I försöket finns det inga statistiska säkra skillnader vad det gäller blötkokning, sönderkokning, mörkfärgning eller torrsubstans.

Det potatisled som gödslats tre veckor efter sättning med hela kvävegivan (led C) visade tendenser till högre skörd 2003 och därmed också högre kväveutnyttjande. Några dagar in i juli kom det över 80 mm regn på två dagar och då hade resterande potatisled just tilläggs-gödslats med kalksalpeter. Under 2004 fanns inga sådana effekter men då sammanföll inte nederbörd och gödsling av resterande led på samma sätt. Allt kväve i en giva är naturligtvis en stor risk vissa år medan det andra år kan vara helt rätt beroende på tidpunkt och mängder av nederbörd.

Vårvetet gav relativt hög kväveutlakning jämfört med vad som är normalt för stråsåd men då var också kvävegivan högre jämfört med övrig stråsåd. Valet av stråsådesgröda att jämföra potatisen med gjordes utifrån kriteriet att den skulle tåla samma mängder kväve. Vårvete ansågs då som mest självklar men sannolikheten att vårvete odlas på potatisjord är inte så stor i praktiken varför utlakningen inte kan ses som typisk för spannmål. Korn med fånggröda eller korn efter vårvete gav ett halverat kväveläckage jämfört med potatis. Erfarenheterna från 2003 visar dock vikten av att så stråsådesgrödan i tid och om det inte är möjligt, betydelsen att anpassa kvävegivan efter såtidpunkt.

Fånggrödan som såddes efter potatisskörd tog i princip inte upp något kväve utan innehöll samma mängd som i utsädet. För att ha någon effekt av fånggrödan krävdes det att den såddes

under sommaren men även då var upptaget av kväve begränsat. Ett av problemen var dock att plantantalet skadades kraftigt vid upptagningen av potatis vilket gjorde att effekten kunde ha blivit högre med annan teknik.

Under båda försöksåren uppstod en positiv förfruktseffekt av att odla korn efter potatis jämfört med korn efter vårvete. Eftersom profilen trots allt tömdes effektivt på kväve var det framförallt andra faktorer som kan påverkade merskörden. En avbrottsgröda sänker trycket av växtföljdsjukdomar effektivt. Under 2004 gav kornförsöken i området i medeltal 9 % högre skörd vid svampbehandling och 2005 var resultaten i genomsnitt 8 %. Dessvärre gjordes inga svampgraderingar i kornet efter vårvetet.

Litteraturlista

- Lindén, B., Gustafson, A., Torstensson, G., Aronsson, H. 1994. Kväve i markprofilen: betydelsen av höst- och vintermineraliseringen för kväveutlakningen och grödornas kväveförsörjning. I: "Alvens roll för växtproduktionen", Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift, 133, nr 5, 71-84.
- Lindén, B., Engström, L., Aronsson, H., Hessel Tjell, K., Gustafson, A., Stenberg, M., Rydberg, T. 1999. Kvävemineralisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland. Inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flytgödseltillförsel och insådd fånggröda. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Ekohydrologi 51, 57 s.
- Lindgren, J., Stenberg, M., Lindén, B. 2007. Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. Rapport 8.
- Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B., Ekre, E. 1992. Mineralkvävedynamik och växt-näringsutlakning på en grovmojord med handels- och stallgödslade odlingssystem i södra Halland. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Ekohydrologi nr 28, 24 s.
- Vos, J., Marshall, B. 1993. Nitrogen and potato production: strategies to reduce nitrate leaching. EAPR 93, Paris: 12. Conférence triennale de l'association européenne pour la recherche sur la pomme de terre, pp. 100-110.
- Wiklert, P. 1961. Om sambandet mellan markstruktur, rotutveckling och upptorkningsförlopp. Grundförbättring 14, 221-240.

Publikationer

- Lindgren, J., Stenberg, M., Lindén, B. 2007. Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. Rapport 8. <http://po-mv.slu.se/>.
- Stenberg, M. 2006. Teknik för maximerat kväveutnyttjande och minimerad kväveutlakning i potatisodling. In: Lundström, C. (red.). Precisionsodling 2005 - verksamhet vid Avdelningen för precisionsodling. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. Rapport 7.

Resultatförmedling

- Presentation vid Potatisdag, Alnarp, 8 februari 2005 (Börje Lindén)
- Presentation vid Potatisdag, Lilla Böslid, Halland, 1 juli 2004 (Börje Lindén)
- Presentation vid Potatisdag, Lilla Böslid, Halland 30 juni 2005 (Johanna Lindgren)
- Presentation vid Växtodlings- och växtskyddskonferens, Uddevalla, 12 januari 2006 (Johanna Lindgren)
- Resultat från projektet kommer att presenteras av Johanna Lindgren vid dag om potatis och grönsaker i Örebro 7 februari 2007.
- Fältförsöken har visats vid ett flertal fältvandringar på Lilla Böslid.