

Slutrapport: Anpassad gödsling med kväve till tidlös primörpotatis

Engelsk titel: Optimization of nitrogen to early potatoes

Huvudsökande: Forskningsledare Lars Wiik, SLU, Institutionen för växtvetenskap.

Bakgrund

Bjärebygden i nordvästra Skåne har bland annat beroende på sitt läge goda förutsättningar för tidig skörd av primörer; Primörpotatis, isbergssallat och andra köksväxter. Vid odling av primörpotatis används vävtäckning för att ytterligare tidigarelägga skördetidpunkten. Även andra åtgärder vidtas för att tidigarelägga skörden eftersom de första primörerna betingar ett högt pris. På Bjärehalvön odlas förhållandevis mycket potatis; Främst primörpotatis (här synonymt med färskpotatis, nypotatis och tidig potatis) och sommarpotatis men även en del vinterpotatis och chipspotatis.

De tidigaste jordarna utnyttjas maximalt och växtföljden är ofta dålig eller obefintlig, även om en efterföljande gröda, ex. vis en fånggröda, sås in på tidigt skördade fält. Det finns fält som odlats med primör- och sommarpotatis under flera decennier. Dessa lätta och genomsläppliga jordar bidrar sannolikt till utlakning av växtnäringsämnen, inte minst kväve. I den tidiga primörproduktionen är ensidiga växtföljder och åtgärder som stressar grödan inte ovanliga. Växtskadegörarna gynnas av ensidiga växtföljder och åtgärder som stressar grödan. Inte minst i den intensiva odlingen av primörpotatis med dess förhållandevis höga kvävegivor och vävtäckning gynnas potatisbladmöglets tillväxt. Sannolikt har problem med dessa och andra skadegörare lett till ökad användning av bekämpningsmedel på Bjäre under senare år. Växtskydd och kvävegödsling hör ihop eftersom en ökad kvävegödsling ofta leder till större växtskyddsproblem. Således kan en balanserad gödsling även bidra till att trycket av växtskadegörare minskar.

Primörpotatis tar upp växtnäring under en relativt kort period. Växttillgänglig näring måste då finnas i tillräcklig mängd. Därefter måste lättlöslig växtnäring förhindras att komma på avvägar. Detta är en stor utmaning som är tillräckligt stor vid användning av mineralgödsel. Organiska gödselmedel är ännu svårare att styra och dessa kan därför ifrågasättas i potatisodlingen, inte minst flytgödsel (Svensson 1996).

Eftersom skördenivåerna av primörpotatis ofta inte är så höga kan odlarnas gödsling med mineralgödsel på mer än 100 kg N/ha ifrågasättas, speciellt eftersom många gårdar även ger stallgödsel till potatisen. Den genomsnittliga tillförseln av kväve som drygt 20 tillfrågade Bjäreodlare tillförde under år 2000 var i genomsnitt 100 kg N/ha (GRO Konsult, pers. medd.), ex. vis som ~900 kg NPK 11-5-18.

Primörpotatisen har ofta fallit mellan två stolar - jordbruk och trädgård. Mycket få fältförsök har därför genomförts. Desto angelägnare är det därför med växtnäringsförsök i denna bygd med primörproduktion och sina speciella förutsättningar. Högt ställda krav på exempelvis låga nitrathalter i grundvattnet gör det extra angeläget att ta fram underlag som kan bidra till att anpassa kvävegödslingen till potatis på de lätta jordarna på Bjärehalvön (Anon. 2002).

Syftet var att undersöka primörpotatisens kvävebehov samt ge underlag till rådgivningen så att kvävegödslingen kan anpassas till olika förutsättningar. Med en anpassad kvävegödsling kan mängden restkväve i marken minimeras och tillsammans med användning av en efterföljande fånggröda kan förluster av kväve motverkas. Syftet var dessutom att producera primörpotatis under en längre period, således inte som normalt på Bjäre då primörpotatis främst skördas från pingst till midsommar.

Material och metoder

Flerfaktoriella försök utfördes på Bjäre i nordvästra Skåne under åren 2003-2005, 3 år * 2 försöksplatser * 2 sorter * 3 kvävemängder * 3 sättidpunkter/3 skördetidpunkter * 4 block.

Försöksplan

Försöksled	Sort	Kväve kg N/ha	Sättning
A, B, C	Solist	50, 75, 100	~15 april
D, E, F	Rapido	50, 75, 100	~15 april
G, H, I	Solist	50, 75, 100	~15 maj
J, K, L	Rapido	50, 75, 100	~15 maj
M, N, O	Solist	50, 75, 100	~15 juni
P, Q, R	Rapido	50, 75, 100	~15 juni

Den ena försöksplatsen var belägen nära kusten på en mycket lätt jord (mullfattig, svagt lerig sandjord, lerhalt 2-4 %, mullhalt 1,2-1,9 %, pH 6,0-7,0) hos samma försöksvärd under alla tre åren och den andra försöksplatsen låg längre från kusten på en tyngre jord (måttligt mullhaltig lerig mo, lerhalt 12-13 %, mullhalt 4,4-4,5 %, pH 5,9-6,8), även denna hos samma försöksvärd alla tre åren. Utsädet förgröddes och sattes med radavståndet 70 cm och 20-25 cm mellan sätterna. Vid sätningen tillfördes genom radmyllning 50 kg N/ha i hela försöket i form av NPK (ProMagna) 8-5-19. De försöksled som fick 75 och 100 kg N/ha övergödlades senast en till två veckor efter sättning med UniKa (NKCa 14-19-10). Försöken täcktes eller vävades inte. Försöken bevattnades vid behov, 5-8 gånger på den lättare jorden samt 0-2 gånger på den tyngre jorden. Försöken ogräsrensades (kupning, harvning, handrensning) och behandlades konventionellt med bladmögelfungicider.

Antalet plantor per ha varierade mellan åren och var lägre 2003 (43220 pl/ha) än 2004 (55630 pl/ha) och 2005 (55840 pl/ha). Plantantalet påverkades inte av jordtyp, sort eller kvävetillförelse. Däremot var antalet plantor större vid den tidiga sättidpunkten (55770 pl/ha) än de senare (48920 och 50000 pl/ha). Odlingsperiodens längd var 64 dagar 2003 och 69-70 dagar 2004 och 2005. Odlingsperiodens längd var 66 dagar på den lättare jorden och 70 dagar på den tyngre jorden. Odlingsperiodens längd skilde inte mellan sorterna. Odlingsperiodens längd för den första sättidpunkten var 72 dagar, den andra sättidpunkten 67 dagar och den tredje 64 dagar. Jordens innehåll av kväve inför första sättidpunkten var högre 2005 (60 kg/ha) än 2004 (42 kg/ha) och 2003 (36 kg/ha). Innehållet av kväve var högre på den tyngre jorden (76 kg/ha) än på den lättare (26 kg/ha). Efter skörd såddes en fånggröda i form av höstråg in med normal utsädesmängd.

Knölprover togs ut vid respektive skördetillfälle dels till kemisk analys och fullständig SMAK-analys inklusive skador och sjukdomar i skadegrupperna A, B, C och D, storlekssortering dels för bedömning av kokegenskaper (www.smak.se).

För att få en uppfattning om kväveutnyttjande, växtnärbalanser och risken för kvävetullakning provtogs och analyserades restkvävehalterna i jord vid olika tidpunkter; i månadsskiftet mars/april före sättning, vid respektive tidpunkt för skörd i juni, juli och augusti, månadsskiftet oktober/november efter skörd och månadsskiftet mars/april på våren efter skörd. Markens mineralkväveinnehåll i form av nitrat och ammonium togs på tre djup i profilen; 0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm vid fyra tillfällen per år; vid sättning, vid skörd, höst efter skörd och vår efter skörd. Åren 2003 och 2004 togs proverna endast vid sättidpunkten i april i form av ett generalprov över alla rutor. År 2005 togs ett generalprov vid samtliga tre sättidpunkter. Proverna togs i samtliga rutor vid skörd, höst efter skörd samt på våren efter skörd. Blastens och knölarnas färskvikt, växtnärsinnehåll och torrsubstanshalt bestämdes vid det första skördetillfället.

Den statistiska bearbetningen utfördes med SPSS ver. 16.0 (www.spss.se). I tabellerna används Duncantest för parvisa jämförelser. Resultat markerade med samma bokstav inom en kolumn är inte statistiskt säkert åtskilda medan resultat markerade med olika bokstäver inom en kolumn däremot är statistiskt säkert åtskilda. I korrelationsanalys användes Pearsons korrelationskoefficient och två stjärnor anger statistiskt säker (**) skillnad på 0,01 nivån och en stjärna (*) skillnad på 0,05 nivån samt på motsvarande sätt vid regressionsanalys..

Resultat

Tabell 1. Skörd kg/ha, medeltal av 6 försök 2003-2005.

Sort	Sättning	Kväve	Blastskörd kg/ha	Knölskörd knölar kg/ha	Knölskörd ts, kg/ha	Specifik vikt vid skörd
Solist	~15 april	50	9640 abcde	23860 abcde	4420 abc	1,066 cde
Solist	~15 april	75	10070 abcd	25760 abcde	4600 abc	1,065 de
Solist	~15 april	100	11670 abc	26740 abcde	4770 abc	1,064 e
Rapido	~15 april	50	11050 abc	20970 bcde	3950 bc	1,068 bcde
Rapido	~15 april	75	11540 abc	22020 bcde	4110 bc	1,068 bcde
Rapido	~15 april	100	13390 ab	23240 abcde	4330 abc	1,066 cde
Solist	~15 maj	50	9280 abcde	29900 abc	5930 ab	1,071 abcde
Solist	~15 maj	75	10480 abc	31610 ab	5860 ab	1,069 abcde
Solist	~15 maj	100	11580 abc	33460 a	6250 a	1,068 bcde
Rapido	~15 maj	50	12830 ab	25140 abcde	5040 abc	1,073 abcde
Rapido	~15 maj	75	12750 ab	26970 abcde	5360 abc	1,074 abcd
Rapido	~15 maj	100	14940 a	28120 abcd	5490 abc	1,071 abcde
Solist	~15 juni	50	4190 e	19490 cde	3560 c	1,067 cde
Solist	~15 juni	75	4600 de	20600 bcde	3700 c	1,065 de
Solist	~15 juni	100	4660 de	20850 bcde	3740 c	1,065 de
Rapido	~15 juni	50	6210 cde	16340 e	3390 c	1,077 a
Rapido	~15 juni	75	6900 cde	16640 e	3410 c	1,077 ab
Rapido	~15 juni	100	7750 bcde	17250 de	3560 c	1,075 abc

Blastskörd (kg blast och kg torrsubstans), knölskörd (kg knölar och kg torrsubstans) samt specifik vikt vid för de olika försöksleden framgår av tabell 1 ovan. I den följande texten anges dessutom statistiskt säkra skillnader ($P < 0,05$) för det genomsnittliga resultatet totalt sett mellan år, för jordtyp, sort, sättningspunkt samt tillförd mängd kväve. I vissa fall anges även skillnader som inte är statistiskt säkra vilket anges med ns (not significant) och P (probability).

Blastskörden var 6820 kg/ha 2003 jämfört med drygt 10000 kg/ha 2004 och 2005. På den tyngre jorden var blastskörden 11240 kg/ha jämfört med 8040 kg/ha på den lättare jorden. Solists blastskörd var 8460 kg/ha mot Rapidos 10820 kg/ha. Blastskörden vid den sena sättningen var klart lägre än vid de två tidigare sättningspunkterna, 5720 kg/ha mot drygt 11000 kg/ha. De tre kvävegivorna 50, 75 och 100 kg N/ha gav blastskördarna 8870, 9390 och 10660 kg/ha (ns, $P=0,292$). Ett statistiskt säkert samband rådde mellan blastskördens torrsubstanshalt och blastskördens mängd ($R^2=0,61^{**}$).

Knölskörden skilde mellan åren och var 17500 kg/ha 2003, 24720 kg/ha 2004 och 29270 kg/ha 2005. Knölskörden blev drygt 5000 kg/ha större på den tyngre jorden jämfört med den lättare. Solist gav i genomsnittlig knölskörd knappt 4000 kg/ha mer än Rapido. Sättning i mitten på maj gav högst skörd (29200 kg/ha), följt av sättningspunkt i mitten på april (23760 kg/ha) och sättningspunkt i mitten på juni (18530 kg/ha). En ökning av kvävegivan med 25 kg N/ha från 50 kg N/ha till 75 kg N/ha gav endast 1300 kg/ha och en ytterligare ökning med 25 kg N/ha till 100 kg N/ha gav 1000 kg/ha (ns, $P=0,546$). Knölskördens torrsubstanshalt följde knölskördens kg

knölar ($R^2=0,96^{**}$). Ett statistiskt säkert samband rådde mellan blastskördens torrsubstanshalt och knölskörden ($R^2=0,52^{**}$).

Den specifika vikten vid skördetillfället var något högre 2003 än de två övriga åren, 1,073 mot 1,067-1,068. Den specifika vikten skilde inte mellan de två jordtyperna. Solist hade i genomsnittligt lägre specifik vikt (1,067) än Rapido (1,072). Den tidiga sättningen i mitten på april gav lägst specifik vikt (1,066) jämfört med de två senare sättidpunkterna (1,071). De tre kvävegivorna 50, 75 och 100 kg N/ha gav 1,070, 1,070 och 1,068 i specifik vikt (ns, $P=0,524$).

Tabell 2. Procentuell storleksfördelning, medeltal av 6 försök 2003-2005.

Sort	Sättning	Kväve	<25 mm	25-30 mm	30-40 mm	40-50 mm	>50 mm
Solist	~15 april	50	1,5 ab	9,5 ab	31,3 abcd	44,2 abcd	13,5 ab
Solist	~15 april	75	0,5 b	3,2 ab	31,5 abcd	51,7 a	13,1 ab
Solist	~15 april	100	0,3 b	3,0 ab	29,1 abcd	50,8 a	16,8 ab
Rapido	~15 april	50	1,5 ab	6,3 ab	38,7 abcd	41,7 abcd	11,8 ab
Rapido	~15 april	75	0,8 ab	4,4 ab	39,2 abcd	41,5 abcd	14,1 ab
Rapido	~15 april	100	0,7 ab	5,3 ab	41,7 abc	39,1 abcd	13,2 ab
Solist	~15 maj	50	0,2 b	2,1 b	18,7 bcd	49,4 ab	29,6 ab
Solist	~15 maj	75	0,4 b	1,4 b	17,4 d	47,0 abc	33,8 ab
Solist	~15 maj	100	0,1 b	1,5 b	18,3 cd	43,2 abcd	36,9 a
Rapido	~15 maj	50	1,1 ab	5,4 ab	33,1 abcd	41,0 abcd	19,4 ab
Rapido	~15 maj	75	0,4 b	3,0 ab	30,7 abcd	38,8 abcd	27,1 ab
Rapido	~15 maj	100	0,5 b	3,3 ab	31,3 abcd	40,4 abcd	24,5 ab
Solist	~15 juni	50	2,1 ab	6,0 ab	43,1 ab	33,9 bcd	14,9 ab
Solist	~15 juni	75	1,3 ab	5,0 ab	42,9 a	35,3 abcd	15,5 ab
Solist	~15 juni	100	1,1 ab	5,5 ab	40,2 abcd	37,1 abcd	16,1 ab
Rapido	~15 juni	50	2,4 ab	9,9 ab	48,4 a	30,5 cd	8,8 b
Rapido	~15 juni	75	3,3 a	11,4 a	45,6 a	29,5 d	10,2 b
Rapido	~15 juni	100	2,4 ab	11,5 a	43,6 a	30,0 d	12,5 ab

Den procentuella storleksfördelningen för de olika försöksleden framgår av tabell 2 ovan. I den följande texten anges dessutom statistiskt säkra skillnader ($P<0,05$) för det genomsnittliga resultatet totalt sett mellan år, för jordtyp, sort, sättidpunkt samt tillförd mängd kväve. I vissa fall anges även skillnader som inte är statistiskt säkra men detta anges då med ns (ns=not significant och sannolikheten P).

Årliga skillnader förekom mellan storleksfraktionerna. Den procentuella andelen potatis 25-30 mm var störst 2003 (8 %) samt mindre 2004 (5 %) och 2005 (3 %). Den årliga variationen följde samma mönster i fraktionen 30-40 mm med större andel 2003 (41 %) och 2004 (38 %) och minst 2005 (25 %). I fraktionen >50 mm var ordningen den omvända med minst andel 2003 (10 %) och 2004 (18 %) och störst 2005 (28 %). Andelen potatis <50 mm var större på den lättare jorden än den tyngre. Däremot var andelen potatis > 50 mm större på den tyngre jorden (27 %) än på den lättare (10 %). I fraktionen 30-40 mm hade Rapido (7 %) större andel än Solist (4 %) och samma tendens gällde för fraktionen 30-40 mm (39 och 30 %). I fraktionen 40-50 mm hade däremot Solist (44 %) större andel än Rapido (37 %). Även när det gällde fraktionen >50 mm hade Solist (21 %) större andel än Rapido (16 %) men denna skillnad var inte statistiskt säker (ns, $P=0,136$). För de två minsta fraktionerna var andelen potatis större vid den tredje och sista sättidpunkten än vid de två första sättidpunkterna. Andelen potatis 30-40 mm var störst vid den tredje sättidpunkten (44 %) följd av den andra sättidpunkten (35 %) och lägst vid den första sättidpunkten (25 %). I fraktionen 40-50 mm gav de två första sättidpunkterna störst andel (45 resp. 43 %) och den sista sättidpunkten minst andel (33 %). I frak-

tionen >50 mm gav den andra sättidpunkten störst andel (29 %) och de två andra sättidpunkterna mindre andelar (14 resp. 13 %). De tre kvävegivorna 50, 75 och 100 kg N/ha påverkade storleksfördelningen mycket lite.

Tabell 3. Procent fel i skadegrupperna A¹⁾, B²⁾, C³⁾ och D⁴⁾ samt poäng för kokfel⁵⁾ enligt fullständig SMAK-analys, medeltal av 6 försök 2003-2005.

Sort	Sättning	Kväve	Grupp A ¹⁾	Grupp B ²⁾	Grupp C ³⁾	Grupp D ⁴⁾	Kokfel ⁵⁾
Solist	~15 april	50	2,5 a	7,4 bc	10,8 a	9,2 a	3,3 ab
Solist	~15 april	75	2,7 a	6,5 c	13,0 a	10,3 a	5,8 ab
Solist	~15 april	100	4,6 a	9,3 abc	10,5 a	9,3 a	7,0 a
Rapido	~15 april	50	3,8 a	6,7 c	14,9 a	10,3 a	2,3 ab
Rapido	~15 april	75	3,4 a	5,3 c	8,6 a	11,0 a	4,2 ab
Rapido	~15 april	100	2,6 a	6,5 c	9,4 a	12,2 a	3,7 ab
Solist	~15 maj	50	4,7 a	8,8 bc	10,4 a	7,2 a	2,1 ab
Solist	~15 maj	75	5,6 a	12,2 abc	11,7 a	8,0 a	3,3 ab
Solist	~15 maj	100	8,0 a	12,2 abc	11,3 a	7,5 a	5,6 ab
Rapido	~15 maj	50	5,2 a	4,9 c	8,0 a	10,0 a	2,8 ab
Rapido	~15 maj	75	4,6 a	7,1 c	8,8 a	11,1 a	4,6 ab
Rapido	~15 maj	100	6,5 a	5,7 c	9,8 a	11,9 a	6,3 ab
Solist	~15 juni	50	3,1 a	21,5 a	9,1 a	10,1 a	1,3 b
Solist	~15 juni	75	4,1 a	21,6 a	10,3 a	8,7 a	1,8 ab
Solist	~15 juni	100	5,0 a	20,0 ab	11,7 a	8,5 a	6,4 ab
Rapido	~15 juni	50	3,9 a	6,5 c	8,0 a	11,8 a	1,2 b
Rapido	~15 juni	75	4,6 a	6,3 c	8,9 a	14,3 a	1,3 b
Rapido	~15 juni	100	6,3 a	8,1 bc	10,4 a	16,6 a	1,3 b

1) Blötröta, rödröta, brunröta, stjälbakterios, grönfärgning, rost, inre missfärgning, glasighet, sprickor, kärllingsmissfärgning, ihållighet, sättpotatis.

2) Mekaniska skador, larvskador, missformade, växtsprickor.

3) Svaga mekaniska skador.

4) Skorv, skalåterbildning, yttre missfärgning, solbrända.

5) Starkt blöta, svagt blöta, starkt missfärgade, svagt missfärgade, starkt sönderfallande, svagt sönderfallande.

Kvalitets- och kokfel för de olika försöksleden framgår av tabell 3 ovan. I den följande texten anges dessutom statistiskt säkra skillnader ($P < 0,05$) för det genomsnittliga resultatet totalt sett mellan år, för jordtyp, sort, sättidpunkt samt tillförd mängd kväve. I vissa fall anges även skillnader som inte är statistiskt säkra men då anges detta med ns (not significant) och sannolikheten P.

Fel enligt SMAK-analys är grupperade enligt: Grupp A: Blötröta, rödröta, brunröta, stjälbakterios, grönfärgning, rost, inre missfärgning, glasighet, sprickor, kärllingsmissfärgning, ihållighet, sättpotatis; Grupp B: Mekaniska skador, larvskador, missformade, växtsprickor; Grupp C: Svaga mekaniska skador; Grupp D Skorv, skalåterbildning, yttre missfärgning, solbrända samt Kokfel: Starkt blöta, svagt blöta, starkt missfärgade, svagt missfärgade, starkt sönderfallande, svagt sönderfallande.

Årliga skillnader förekom mellan grupperna. Felen i grupp B var större 2004 (13 %) än 2003 (7 %). Felen i grupp C var större 2003 (13 %) än 2004 (9 %) och 2005 (9 %). Felen i grupp D var större 2005 (15 %) än 2003 (7 %) och 2004 (9 %). Kokfelen var större 2004 (5 felenheter) och 2005 (4 felenheter) än 2003 (2 felenheter). Fel i grupperna A och B samt kokfelen var större på den tyngre jorden (5 %, 14 % och 5 felenheter) än den lättare (4 %, 6 % och 3 felenheter). Felen i grupp D var större med Rapido (12 %) än med Solist (9 %) medan däremot felen i grupp B var större med Solist (13 %) än med Rapido (6 %). Felen i grupp A var lägre vid den tidiga sättidpunkten (3 %) än vid de senare (5 och 6 %). Felen i grupp B var lägre vid

de tidiga sättidpunkterna (7 %) än den sena sättidpunkten (14 %). Kokfelen var lägre vid den sena sättidpunkten (2 felenheter) än vid de tidiga (4 felenheter), dock inte statistiskt säkert (ns, $P=0,053$). Kokfelen var högre vid den högsta kvävegivan (5 felenheter) än vid den lägsta (2 felenheter).

Tabell 4. Kväve (kg/ha) i blast, knölskörd och jord (ammonium + nitrat, 0-90 cm), medeltal av 6 försök 2003-2005.

Sort	Sättning	Tillförd Kväve	Kväve i blasten	Kväve i knölnarna	N i jord vid skörd	N i jord på hösten	N i jord våren efter
Solist	~15 april	50	28 bcdefg	56 abc	44 a	23 a	22 a
Solist	~15 april	75	31 abcdef	61 abc	45 a	23 a	22 a
Solist	~15 april	100	37 abcd	66 abc	54 a	25 a	23 a
Rapido	~15 april	50	39 abc	45 bc	42 a	22 a	23 a
Rapido	~15 april	75	40 abc	50 bc	44 a	22 a	23 a
Rapido	~15 april	100	50 a	54 abc	47 a	25 a	26 a
Solist	~15 maj	50	26 bcdefg	67 abc	39 a	29 a	29 a
Solist	~15 maj	75	31 abcdef	77 ab	39 a	31 a	27 a
Solist	~15 maj	100	34 abcde	86 a	46 a	27 a	24 a
Rapido	~15 maj	50	42 abc	57 abc	48 a	27 a	30 a
Rapido	~15 maj	75	45 ab	67 abc	50 a	27 a	30 a
Rapido	~15 maj	100	52 a	70 abc	49 a	28 a	27 a
Solist	~15 juni	50	9 g	45 bc	56 a	39 a	27 a
Solist	~15 juni	75	10 fg	51 bc	61 a	40 a	28 a
Solist	~15 juni	100	13 efg	54 abc	59 a	39 a	31 a
Rapido	~15 juni	50	17 defg	39 c	47 a	36 a	26 a
Rapido	~15 juni	75	22 cdefg	43 c	54 a	42 a	24 a
Rapido	~15 juni	100	24 bcdefg	48 bc	59 a	42 a	25 a

Kväveinnehåll i blast, knölar och jorden vid olika tillfällen för de olika försöksleden framgår av tabell 4 ovan. I den följande texten anges dessutom statistiskt säkra skillnader ($P<0,05$) för det genomsnittliga resultatet totalt sett mellan år, för jordtyp, sort, sättidpunkt samt tillförd mängd kväve. I vissa fall anges även skillnader som inte är statistiskt säkra men då anges detta med ns (not significant) och sannolikheten P.

Kvävet i blasten var högre åren 2004 (36 kg N/ha) och 2005 (34 kg N/ha) än 2003 (22 kg N/ha). Kvävet i blasten var högre på den tyngre jorden (37 kg N/ha) än den lättare (24 kg N/ha). Rapido 37 kg N/ha tog upp mer kväve i blasten än Solist (24 kg N/ha). Upptaget i blasten var tydligt lägre vid den sena sättidpunkten (16 kg N/ha) jämfört med de tidigare sättidpunkterna (37 och 38 kg N/ha).

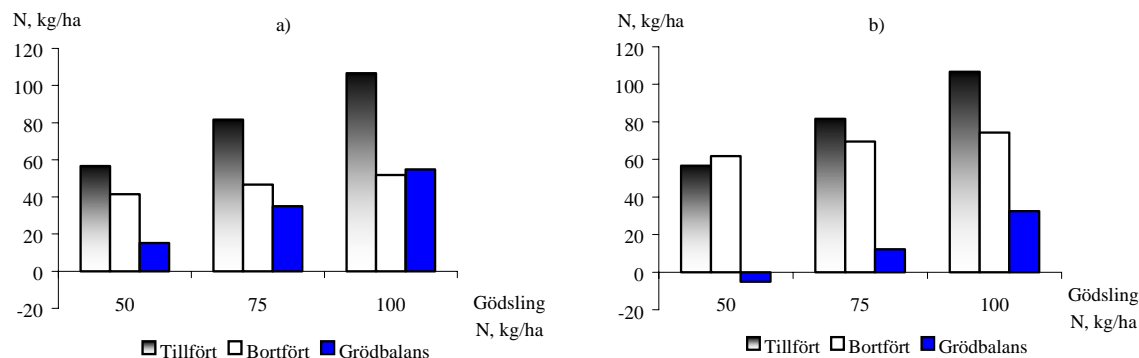
Knölskördens kväveinnehåll skilde mellan de olika åren, 42 kg N/ha 2003, 59 kg N/ha 2004 och 72 kg N/ha 2005. Knölskördens kväveinnehåll var högre på den tyngre jorden (69 kg N/ha) än på den lätta (47 kg N/ha). Solist (63 kg N/ha) tog upp mer kväve än Rapido (52 kg N/ha). Knölskördens kväveinnehåll var högre vid den andra sättidpunkten (71 kg N/ha) än vid den första (55 kg N/ha) och tredje (47 kg N/ha).

Kväve i jord vid skördetillfället (ammonium + nitrat, 0-90 cm) var högre på den tyngre jorden (59 kg N/ha) än på den lättare (39 kg N/ha). Kväve i jord vid skördetillfället var högre vid den sena sättidpunkten (56 kg N/ha) än de två tidigare sättidpunkterna (45 och 46 kg N/ha).

Kväve i jord på hösten efter odlingssäsongen (ammonium + nitrat, 0-90 cm) var högre 2005 (36 kg N/ha) än 2004 (28 kg N/ha) och 2003 (27 kg N/ha). Kväve i jorden på hösten efter odlingssäsongen var högre på den tyngre jorden (33 kg N/ha) än den lätta (27 kg N/ha). Kvä-

ve i jord på hösten efter odlingssäsongen var högre vid den sena sättidpunkten (39 kg N/ha) än de två tidigare sättidpunkterna (23 och 28 kg N/ha).

Kväve i jord på våren efter odlingssäsongen (ammonium + nitrat, 0-90 cm) var högre 2005 (33 kg N/ha) än 2004 (23 kg N/ha) och 2003 (20 kg N/ha). Kväve i jorden på våren efter odlingssäsongen var högre på den lättare jorden (54 kg N/ha) än den tyngre (36 kg N/ha).



Figur 1a och b. Kvävebalans vid olika gödslingsnivåer, differens mellan tillförsel och bortförsel av kväve på en försöksplats med a) lättare jord (mullfattig svagt lerig sandjord) samt en med b) ”tyngre” jord (måttligt mullhaltig lerig mo). Medeltal från vardera tre försök år 2003-2005. Tillförseln inkluderar kväve i utsäde, gödsling samt bortförd kväve i skördade knölar.

Växtnäringsbalanserna visar att både på den lättare och tyngre jorden ökade kväveöverskottet med ökad kvävegödsling (figurerna 1a och 1b). Överskottet av kväve var dock genomgående högre på sandjorden än på mojorden, främst beroende på att skörden under samtliga år blev lägre. På sandjorden gav samtliga kvävegödslingsnivåer ett nettoöverskott av kväve. De höga skördarna på den tyngre jorden medförde ett kväveunderskott i kvävebalansen i försöksledet gödslat med 50 kg N/ha. Variationen mellan år var stor.

Tabell 5. Fosfor (kg/ha) oh kalium (kg/ha) i blast och knölar, medeltal av 6 försök 2003-2005.

Sort	Sättning	Tillförd kväve	Fosfor i Blast	Fosfor i Knöl	Kalium i blast	Kalium i Knöl
Solist	~15 april	50	2,6 abcde	11,8 abcd	58 abc	91 abcde
Solist	~15 april	75	2,5 abcde	11,8 abcd	60 abc	93 abcde
Solist	~15 april	100	2,7 abcde	11,7 abcd	70 ab	96 abcde
Rapido	~15 april	50	3,8 abcd	10,5 bcd	61 abc	81 bcde
Rapido	~15 april	75	3,7 abcd	10,0 cd	62 abc	83 bcde
Rapido	~15 april	100	4,1 ab	10,9 bcd	72 a	91 abcde
Solist	~15 maj	50	2,5 abcde	15,6 bc	50 abc	121 a
Solist	~15 maj	75	2,7 abcde	15,0 abc	55 abc	118 ab
Solist	~15 maj	100	2,8 abcde	16,3 a	62 abc	128 a
Rapido	~15 maj	50	4,1 ab	13,2 abcd	61 abc	104 abcde
Rapido	~15 maj	75	4,1 abc	14,6 abcd	62 abc	109 abcd
Rapido	~15 maj	100	4,4 a	14,4 abcd	70 ab	114 abc
Solist	~15 juni	50	0,8 e	10,2 cd	34 c	75 de
Solist	~15 juni	75	0,9 e	10,2 cd	37 bc	77 cde
Solist	~15 juni	100	0,9 e	10,2 cd	40 abc	77 cde
Rapido	~15 juni	50	1,8 de	9,6 cd	44 abc	71 de
Rapido	~15 juni	75	2,2 bcde	9,3 d	50 abc	70 e
Rapido	~15 juni	100	2,0 cde	9,5 d	54 abc	71 de

Innehållet av fosfor och kalium i blast och knölar för de olika försöksleden framgår av tabell 5 ovan. I den följande texten anges dessutom statistiskt säkra skillnader ($P < 0,05$) för det genomsnittliga resultatet totalt sett mellan år, för jordtyp, sort, sättidpunkt samt tillförd mängd kväve. I vissa fall anges även skillnader som inte är statistiskt säkra men då anges detta med ns (not significant) och sannolikheten P.

Fosfor i blasten var högre 2004 (3,6 kg P/ha) än 2005 (2,6 kg P/ha) och 2003 (1,9 kg P/ha). Fosfor i blasten var högre på den tyngre jorden (3,1 kg P/ha) än på den lättare (2,3 kg P/ha). Rapido (3,4 kg P/ha) tog upp mer fosfor i blasten än Solist (2,0 kg P/ha). Upptaget av fosfor i blasten var tydligt lägre efter sen sättidpunkt (1,5 kg P/ha) jämfört med de tidigare sättidpunkterna (3,2 och 3,4 kg P/ha).

Knölskördens fosforinnehåll skilde mellan de olika åren, 9,3 kg P/ha 2003, 14,8 kg P/ha 2004 och 11,7 kg P/ha 2005. Knölskördens fosforinnehåll var högre på den tyngre jorden (12,9 kg P/ha) än den lätta (11,0 kg P/ha). Solist (12,5 kg P/ha) tog upp mer fosfor än Rapido (11,3 kg P/ha), dock inte statistiskt säkert (ns, $P = 0,149$). Knölskördens fosforinnehåll var högre vid den andra sättidpunkten (14,9 kg P/ha) än vid den första (11,1 kg P/ha) och tredje (9,8 kg P/ha).

Kalium i blasten var högre 2004 (62 kg K/ha) och 2005 (69 kg K/ha) än 2003 (36 kg K/ha). Kalium i blasten var högre på den tyngre jorden (67 kg K/ha) än den lättare (45 kg K/ha). Rapido (60 kg K/ha) tog upp mer fosfor i blasten än Solist (52 kg K/ha), dock inte statistiskt säkert (ns, $P = 0,110$). Upptaget i blasten var tydligt lägre efter sen sättidpunkt (43 kg K/ha) jämfört med de tidigare sättidpunkterna (60 och 64 kg K/ha).

Knölskördens kaliuminnehåll var lägre 2003 (68 kg K/ha) än 2004 (102 kg K/ha) och 2005 (110 kg K/ha). Knölskördens kaliuminnehåll var högre på den tyngre jorden (102 kg K/ha) än den lätta (84 kg K/ha). Solist (98 kg K/ha) tog upp mer kalium än Rapido (88 kg K/ha), dock inte statistiskt säkert (ns, $P = 0,132$). Knölskördens kaliuminnehåll var högre vid den andra sättidpunkten (116 kg K/ha) än vid den första (89 kg K/ha) och vid den tredje sättidpunkten (74 kg K/ha).

Starkast samband mellan år och blastens innehåll av kväve, fosfor och kalium visade kalium (0,552**) följt av kväve (0,264**) och fosfor (0,151 ns). Starkast samband mellan år och knölarnas innehåll av kväve, fosfor och kalium och år visade kalium (0,548**) följt av kväve (0,489**) och fosfor (0,232*). Sambandet mellan blastens innehåll av kväve och fosfor (0,933**) var mycket starkt liksom sambandet mellan knölarnas innehåll av kväve och kalium (0,883**) samt knölarnas innehåll av fosfor och kalium (0,839**). Men även andra samband mellan blastens och knölarnas innehåll av kväve, fosfor och kalium rådde, såsom mellan knölarnas innehåll av kväve och fosfor (0,675**), blastens och knölarnas innehåll av kväve (0,662**), blastens innehåll av kväve och kalium (0,659**), blastens och knölarnas innehåll av fosfor (0,633**), blastens innehåll av kväve och knölarnas innehåll av kalium (0,629**), blastens och knölarnas innehåll av kalium (0,622**), blastens innehåll av kalium och knölarnas innehåll av kväve (0,581**), blastens innehåll av kväve och knölarnas innehåll av fosfor (0,574**), blastens innehåll av fosfor och kalium (0,561**), blastens innehåll av fosfor och knölarnas innehåll av kalium (0,553**), blastens innehåll av fosfor och knölarnas innehåll av kväve (0,502**) samt blastens innehåll av kalium och knölarnas innehåll av fosfor (0,447**).

Diskussion

Projektets titel stämmer inte överens med den definition som SMAK ger på sin hemsida där primörpotatis är färskpotatis odlad under väv första delen av säsongen (www.smak.se). Primörpotatis i denna undersökning är således enligt SMAKs definition färskpotatis eftersom dessa försök inte täcktes med väv överhuvudtaget. Tidlös i projektets titel syftar på att flera sätt- och skördetidpunkter ingår.

Flerfaktoriella försöksresultat är inte alltid så lätta att tolka. Praktiken har dock att ta hänsyn till många faktorer och deras samspel vilket motiverar flerfaktoriella försök. Knölskördarna från de tre olika kvävenivåerna visar på förhållandevis små skillnader. Större var skördeskillnaderna mellan sättidpunkter vilket delvis kan förklaras med att hanteringen av utsädet inte alltid skedde optimalt. Skillnaderna mellan år, jordtyp och mellan de två sorterna var tydliga, både vad gäller blastskörd, knölskörd och specifik vikt.

Den procentuella storleksfördelningen i dessa försök följde inte helt SMAKs för klassificerad färskpotatis (33-60 mm) men ger ändå en god bild av variationen mellan år, jordtyp, sättidpunkt och sorter.

För klassificerad färsk- och sommarpotatis får skador i grupp A, skador som medför att potatisen inte bör användas till konsumtion, vara max 5 % vilket i dessa försök främst uppnåddes vid gödsling med den högsta kvävmängden. Även i de andra skadegrupperna uppnåddes nivåer som översteg de tillåtna för klassificering. När det gäller kokegenskaperna tillåts högst 10 kokningspoäng/fel. I dessa försök liksom i de som utfördes av Hagman (2007) uppnåddes inte denna nivå men de högsta felen uppträdde i knölskörd från försökled som gavs den högsta kvävemängden.

Potatisen skördas tidigt då det fortfarande återstår en lång period med gynnsamma förhållanden för mineralisering av markkväve och kväverika skörderester med blast som innehåller stora mängder kväve (Allison *et al.* 1999; Alva 2004). Enligt Greppa Näringen (2004) innehåller färsk potatisblast före blastdödningen 30-50 kg lättillgängligt kväve. Odling på väl-dränerade lätta jordar som snabbt värms upp på våren samt den tidiga upptagningen innebär en stimulerad mineralisering av det organiskt bundna kvävet i marken via omrörning och genomluftning av jorden vilket innebär en förhöjd risk för utlakning (Alva 2004; Torstensson 2002). I dessa försök var sambandet mellan restkväve i markprofilen vid skördetillfället och senare på hösten starkt. Enligt Greppa Näringen är det vanligt att grundförrådet omfattar cirka 20-40 kg N/ha vilket stämmer väl med förhållandet på den lättare jorden i denna undersökning, men inte på den tyngre jorden som hade cirka 60 kg N/ha. Dessa försök visar att tydligt att kvävegödslingen bör anpassas efter jordens lokala produktionsförmåga för att undvika nettoöverskott av kväve. Potatisgrödan kan inte tömma marken helt på kväve under en växtodlingssäsong, men dessa försök visar att lägre kvävemängd ger lägre restkväve i marken vid skörd. Utifrån dessa resultat kan gödsling med 75 kg N/ha anses vara motiverad. Den lägsta kvävetillförselnivån, 50 kg N/ha, gav lägst kväveöverskott av de tre gödslingsnivåerna på båda jordarna. På den lättare jorden ökade restkvävemängden vid skörd med 5 kg/ha vid en ökad kvävetillförsel från 50 kg N/ha till 75 kg N/ha. Skillnaden var inte lika stor på den tyngre jorden i försöket samtidigt som skörden var betydligt högre här vilket betyder att en högre kvävetillförsel är motiverad på jordar med högre produktionsförmåga. Tidpunkten för sättnings spelar stor roll för odlingens kväveöverskott och mängden resthalter av kväve i marken vid skörd. En ökad gödsling som kompensation för låg mineralisering vid tidig sättnings när jordarna är kalla kan höja skördarna, men samtidigt ökar mängden restkväve vid skörd med stigande gödslingsnivå. Kväveutnyttjandet var lägre vid tidig sättnings än vid sättnings i maj. Enligt försöket gav låga kvävegivnings störst effekt på restkvävemängden vid skörd när sättnings skedde i april och juni. Vid det mellersta sättillfället, den 15 maj, var restkvävemängden lika stor när potatisen gödslades med 50 som med 75 kg N/ha. Samtidigt ökade skördarna. En kvävegiva om 75 kg N/ha kan därför vara motiverad under dessa betingelser. Vid sen sättnings den 15 juni bör gödsling med låga kvävegivnings tillämpas då skördeökningarna i stort sett utblir med ökad gödsling, samtidigt som kväveutnyttjandet är lågt med höga restkvävemängder i marken efter skörd.

Det är inte helt lätt att finna den exakta balansen mellan kväve, fosfor och kalium och lättare blir det inte heller med tanke på att växter kan innehålla ett sextiotal grundämnen varav ett femtontal är livsnödvändiga (Bodin & Svensson 1996). Först bör dock kvävegivnings storlek

bestämmas och då tas lämpligen hänsyn till odlingsplatsens belägenhet, odlingsmålet, jordart, sort och beståndstäthet samt en skattning av markens leveransförmåga. I odling av primörpotatis eftersträvas en tidig skörd av tillräcklig mängd då priset till odlaren är högst i början på skördesäsongen. Alltför höga kvävegivor försenar potatisgrödans utveckling inklusive knölbildning och knöltillväxt. Efter kvävet bör kaliumtillförseln mängd bestämmas eftersom både brist och överskott kan ge försämrad kvalitet. Upptaget av fosfor i blast och knölar är betydligt mindre än kalium men behovet av tillgängligt fosfor är betydelsefullt inte minst eftersom blötkokning och mörkfärgning minskar med stigande givor. Hög knölskörd och hög kvalitet uppnås genom att ge balanserade givor av NPK (Bodin & Svensson 1996). I resultaten från dessa försök visas på de i vissa fall mycket starka samband som råder mellan upptagning av kväve, fosfor och kalium.

Acceptabel mängd och kvalitet och tidig skörd av primörer med korta tillväxtperioder medför restväxtnäring som behöver tas tillvara. Men för att denna restväxtnäring skall bli så liten som möjligt med bibehållen produktion behöver först och främst tillförseln av växtnäring optimeras. Detta projekt har belyst hur år, jordtyp, sort, sättidpunkt och gödsling med olika kvävemängder påverkar utnyttjandet av växtnäring. Ytterligare studier behöver göras för att medverka dels till att tillförseln av växtnäring optimeras dels till att hålla kvar restväxtnäringen till nästa gröda. Angelägna forskningsområden bedöms vara att finna metoder för bestämning av markens kvävestatus och kvävelevererande förmåga samt dess roll för potatisgrödan, förbättrad sätteknik och belysning av sambandet mellan beståndstäthet och upptagning av växtnäring (Svensson 1996), optimering av gödslingstekniken genom att påvisa exempelvis radgödslingens fördelar (Carlsson et al. 1996) samt betydelsen av en fånggröda (Greppa Näringen 2004) efter primörpotatis.

Förmedling av resultat

Sökande har god kontakt med potatisbranschen, rådgivare och odlarorganisationer. Resultaten kommer därför att snabbt förmedlas i skriftlig form, på odlarmöten och på regional, nationella och internationella växtodlingskonferenser. Projekt har rönt stort intresse hos såväl rådgivare som odlare. Redovisning har skett vid odlar- och rådgivarträffar, både på sal och i fält. Anders TS Nilsson gav en lägesrapport på ett NJF-seminarium benämnt Improved NP, oktober 2005 och Sandra Lindström kommer att presentera slutresultaten på IV International Symposium on Ecologically Sound Fertilization Strategies for Field Vegetable Production, en ISHS-konferens i Malmö september 2008.

Referenser

- Allison MF, Allen EJ, Fowler JH. 1999. The nutrition of the potato crop. Research Review. Ref: 807/182. British Potato Council. Oxford.
- Alva AK. 2004. Potato Nitrogen Management. Review Article. Journal of Vegetable Crop Production 10(1), 97-130.
- Anon. 2002. Miljö kvalitetsnorm för nitrat i grundvattnet. Naturvårdsverket, rapp 5180.
- Bodin B, Svensson B. 1996. Potatis och potatisproduktion. SLU, institutionen för växtodlingslära, 127 s.
- Greppa Näringen. 2004. Kväveutnyttjande i potatis- och grönsaksodling.
- Hagman J. 2007. Liten skillnad i kokkvalitet vid olika kvävenivåer i färskpotatisförsök. Potatisodlaren 112, 20, 26-27.
- Svensson B. 1996. Svensk potatisodling. Utvecklingen under 1900-talet. Skogs- och lantbrukshistoriska meddelanden, nr 14. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien.
- Torstensson G. 2002. Kväveutlakning i frilandsodling av sallat på sandig mojord med reducerade N-börvärdesnivåer. Resultat från södra Halland, perioden 1999-2001. Ekohydrologi nr. 62. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.