

Näringsutnyttjande och läckage vid praktisk plantodling

Mats Hannerz & Olle Rosenberg



Omslag: Omslag: De olika plantpartierna i plantskolan ”Täckrot-syd”. Från vänster: ”Två-årig planta”, sådd i juni 1999, efter första säsongens odling; samma plantparti efter ytterligare en säsong odling; ”Ett-årig planta”, sådd i mars 2000; ”Två-årig planta”, sådd i juni 2000, efter första säsongens odling. Foto: Mats Hannerz.

Ämnesord: Gran, gödsling, kväve, läckage, näring, plantskola.

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien **Arbetsrapport** dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Förord

Denna studie ingår som en del i ett projekt med syfte att kartlägga svenska skogsplantaskolors miljöpåverkan. Projektet finansieras av SLO-fonden och med rammedel från SkogForsk. En förutsättning för projektets genomförande är den goda hjälp vi fått från de plantaskolor där studien gjorts. Detta har inbegripit såväl provtagning som dokumentation av tillförda gödselmängder. Data från studien vid barrotsplantaskolan har använts av Olle Rosenberg i ett projektarbete vid kursen "Ecological methods" vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Delar av denna Arbetsrapport bygger därför på hans projektrapport.

Uppsala 2001-08-30

Mats Hannerz

Olle Rosenberg

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Bakgrund	3
Material och metoder.....	4
Beskrivning av plantskolor, plantpartier och provtagning.....	4
Täckrotsplantskola, mellersta Sverige.....	4
Täckrotsplantskola, södra Sverige.....	6
Barrotsplantskola	7
Provberedning och näringsanalyser.....	8
Väder.....	9
Markanalyser	10
Resultat	10
Markens näringsförråd i barrotsplantskolan	18
Diskussion	18
Näringsutnyttjande och förluster.....	18
Gödslingsrutiner.....	19
Väder.....	20
Kommentarer om metodiken	21
Slutsatser.....	21
Referenser.....	22
Personligt meddelande.....	23

Sammanfattning

Näringsutnyttjandet vid produktion av granplantor studerades på tre olika plantskolor belägna i södra och mellersta Sverige, två med täckrotsodling och en med barrotsodling. Sammanlagt fyra täckrotspartier och två barrotspartier ur den ordinarie odlingen analyserades med avseende på näringsinnehåll i början och slutet av säsongen. Den näring som tagits upp i skott, rötter och torvsubstrat jämfördes med den näring som tillförts genom gödsling.

Kvävetillförseln motsvarade 70–183 milligram per planta i täckrotsodlingen och 161–200 milligram per planta i barrotsodlingen. Motsvarande siffror per arealenhet var 370–800 kg kväve per hektar i täckrotsodlingen och 90–105 kg per hektar i barrotsodlingen.

Utnyttjandegraden, d.v.s. kvoten mellan den näring som tagits upp av plantorna och den näring som tillförts, var 19–83 % för kväve, 12–48 % för fosfor och kalium och 6–19 % för magnesium. Lägst utnyttjande hade små barrotsplantor, första året efter omskolning, och 1-åriga täckrotsplantor som såtts sent på säsongen. Ett-åriga täckrotsplantor som såtts tidigt hade en utnyttjandegrad mellan 30 och 42 %. Högst utnyttjande hade andra årets odling av täckrots- och barrotsplantor med värden mellan 57 och 83 %.

Den del av den tillförda näringen som inte återfanns i plantor eller substrat användes som ett mått på det potentiella läckaget av näringsämnen. Detta motsvarade för kväve 90–470 kg per hektar i täckrotsodlingen och 16–84 kg per hektar i barrotsodlingen. Fosforläckaget var betydligt lägre, 20–80 kg per hektar i täckrots- och 4–6 kg per hektar i barrotsodlingen medan kaliumläckaget låg på 60–180 kg per hektar för både täckrots- och barrotsodlingen.

Med ledning av resultaten i studien kan de svenska skogsplantskolornas sammanlagda kväveläckage skattas till 20–25 ton per år. Den totala läckagenivån är liten i förhållande till trädgårdsnäringen och jordbruket, som belastar haven med 24 000 ton kväve per år, men som punktkälla kan en plantskolas näringsläckage ha betydelse för miljön.

Bakgrund

I Sverige planteras årligen 300–400 miljoner skogsplantor vilka produceras vid ett 50-tal plantskolor. Plantproduktionen påverkar miljön på flera sätt, t.ex. genom läckage av näring och kemikalierester till naturmiljön, emissioner av växthusgaser genom uppvärmning med fossila bränslen, risker för arbetsmiljön vid hantering av pesticider etc. Plantskolor lokaliseras i första hand till lätta, väl-dränerade jordar. Inte sällan ligger de på eller i nära anslutning till vattentäcker. Där finns alltid en risk att näring och kemikalierester kommer i kontakt med dricksvattnet. Höga nitrathalter kan t.ex. innebära en hälsorisk, särskilt för spädbarn. En viktig miljöaspekt är också risken för entrofiering (övergödning) vid näringsläckage till omgivande vattendrag. Ett optimalt utnyttjande av näringen skulle kunna minska läckaget och den totala användningen av gödselmedel, vilket också skulle gynna ekonomin i plantproduktionen. Kunskapen är i dag begränsad om näringsläckaget vid praktisk plantproduktion. Ring (pers.

medd.) studerade täckrotsodling vid en plantskola och fann bl.a. att mellan 50 och 70 % av den tillförda näringen av kväve, fosfor och kalium inte kunde återfinnas i plantor eller torvklump. Med stor sannolikhet hade den i stället läckt ut till omgivande mark och vatten. I en finsk studie uppgick det direkt uppmätta läckaget i dräneringsvattnet från täckrotsodling till 11–43 % för kväve och 25 % för fosfor (Juntunen m.fl. 1997).

I denna Arbetsrapport redovisar vi resultaten från en studie av näringsutnyttjandet i tre plantskolor och för olika planttyper. Studien syftar till att fastställa hur stor del av den tillförda näringen som återfinns i plantor och torvsubstrat och hur stor del som kan antas läcka ut i mark och vatten. Alla plantprover och gödslingsuppgifter är hämtade ur uppföljningen av den ordinarie produktionen vid plantskolorna, och ger därför en bild av näringsutnyttjandet under praktiska förhållanden. Studien är begränsad till trädslaget gran. Resultaten är bl.a. avsedda att kunna användas som en referens när man går vidare och försöker utforma gödslingsmodeller som utnyttjar näringen bättre.

Material och metoder

Hela studien utfördes under odlings säsongen 2000 och omfattade tre olika plantskolor: en barrots- och en täckrotsplantskola i mellersta Sverige och en täckrotsplantskola i södra Sverige. Plantskolorna benämns i rapporten Täckrot-mellan, Täckrot-syd respektive Barrot. I studien mättes mängden näring i plantor och substrat i början och slutet av odlings säsongen varefter förändringen jämfördes med mängden tillförd näring. Därigenom kunde ett mått på utnyttjandegraden av näringsämnen beräknas. Den del av näringen som inte återfanns i plantan eller torvsubstratet gav ett indirekt mått på det potentiella läckaget. Omräkningen från de arealbaserade näringsmängderna till mängd per planta bygger på antal levande, leveransdugliga plantor i slutet av säsongen. Vid beräkningen av det potentiella läckaget har hänsyn tagits till att näring även lagras i torven i behållarna utan plantor under antagandet att torven i tompottorna innehåller lika mycket näring som torvfraktionen i behållare med plantor.

Provtagningsmetodikerna varierade något mellan plantskolorna och beskrivs därför separat för respektive plantskola. Näringsanalyserna gjordes dock på samma sätt för alla plantprover och beskrivs i ett gemensamt avsnitt. För barrotsplantskolan gjordes även en provtagning för att skatta näringsförrådet i marken.

Beskrivning av plantskolor, plantpartier och provtagning

Täckrotsplantskola, mellersta Sverige

Hela produktionen utgörs av täckrotsplantor odlade i ett kassettsystem av hårdplast med luftspalter i behållarväggarna. Groningen och den första tillväxten sker i glasväxthus på betongplatta där allt spillvatten leds ner i en uppsamlingsbrunn. Efter 8–10 veckors odling flyttas plantorna ut på ett frilandsområde där de odlas vidare och invintras med långnattsbehandling. Plantor som skall odlas vidare ytterligare en säsong får övervintra på friland,

medan de som skall planteras till våren normalt packas in och fryslagras. Torven är oftast ogödslad, dock tillsätts vanligen dolomitkalk. En normal gödslingsrutin för 1-åriga granplantor av den första sådden är att gödningen startar när groningen är avslutad, d.v.s. efter 10–12 dagar. Gödning ges via bevattningsramp, i början cirka 3 gånger i veckan och därefter 2–3 gånger i veckan. Ledningstalet i vatten/gödselblandningen från rampen ställs in på 2,5 mS för att erhålla den eftersträvade näringsgivan. Vid ungefär var fjärde gödning görs kontroller av ledningstal i pressvattnet från torven. Om ledningstalet överstiger 1,0 mS förlängs gödslingsintervallet. Givan under växthusfasen brukar med detta förfaringssätt motsvara ungefär 2,3 gram kväve per vecka. Även på friland sker bevattning och näringsstillförsel via ramp. Givan är ungefär den samma som i växthus, men i slutet av långnattsbehandlingen minskas givan genom att ett gödselmedel med lägre kvävehalt används.

Det plantparti som studerades i ”Täckrot-mellan” var 1-årig gran i ett kassettsystem med 81 plantor per kassett, 85 cm³ krukvolum och 549 plantor per m². Totalt omfattade partiet 2 000 m² (drygt 1 miljon plantor). Sådd och uppvattning skedde i växthus den 22/3 2000. Plantorna flyttades till frilandsbädd den 4–7/6, d.v.s. 10 veckor efter sådd. Den 1–3/8 flyttades plantorna vidare till långnattsbäddar på friland. Packning skedde i oktober-november samma år.

Gödningen startade den 10 april enligt de rutiner som beskrivits ovan. Ledningstalet i pressvattnet låg på cirka 0,4 mS den 17 april, och 0,7 – 0,9 i början av maj. Antalet givor och mängden näring framgår av tabell 1. All gödning skedde med Wallco 100–13–65 + 4 Mg + mikro fram till 24 augusti, därefter med Wallco med låg kvävehalt (35–18–75 + 4,7 Mg + mikro) fram till sista givan den 14 september.

Plantorna odlades i Hasselfors super fine torv som var ogödslad med tillsats av 1 kg per m³ dolomitkalk med ett magnesiuminnehåll på 120 g. Torvens torrsubstanshalt var cirka 70 kg per m³. Magnesiumtillsatsen via den kalkade torven motsvarade 10,2 mg per planta under förutsättning att 1 m³ torv räckte till 11 800 plantor.

Vid en inventering efter groningen var antalet tompottor 2,3 %. I oktober beräknades antalet ej leveransdugliga plantor (inkl. tompottor) till 4,2 %, vilket gav en planttäthet av dugliga plantor på 526 plantor/m².

Tabell 1.

Gödning av det undersökta plantpartiet vid Täckrot-mellan. Dessutom tillkom 10,2 mg magnesium via dolomittillsatsen till torven.

Plats	Datum	Antal givor	Total giva gram / m ²			
			N	P	K	Mg
Växthus	10/4–4/6	21	14,07	1,83	9,15	0,56
Friland	6/6–1/8	18	14,5	1,89	9,42	0,58
Långnatt, hög N	8/8–24/8	6	6,24	0,81	4,06	0,25
Långnatt, låg N	29/8–14/9	6	2,18	1,12	4,67	0,29
Summa			36,99	5,65	27,3	1,69
			Milligram per planta ¹⁾			
Per planta			70,32	10,74	51,90	3,21

¹⁾ Räknat på 526 plantor per m².

Deleted: Page Break.....

I samband med sådden i mars togs (genom plantskolans försorg), fem stycken plantkassetter ut och torvinnehållet tömdes i plastpåsar. Påsarna förvarades i kylrum på plantskolan under sommaren. Den 23 oktober togs slutprover för analys. Från fem jämnt utspridda kassetter togs slumpmässigt 10 plantor vardera. På laboratoriet separerades proverna i torvsubstrat, rötter och skotttdel.

Täckrotsplantskola, södra Sverige

Plantskolan förmedlar både barrots- och täckrotsplantor, men den egna odlingen består uteslutande av täckrotsplantor odlade i ett kassettsystem av hårdplast med täta behållarväggar med styrlister. Odlingen omfattar både 1- och 2-åriga plantor. Ettåriga granar sås i växthus tidigt på våren. I början av juni övergår odlingen till frilandsförhållanden genom att växthusplasten tas bort. Efter ytterligare 2,5 månader, d.v.s. från mitten av augusti, rullas plasten på igen, och plantorna får invintra i växthus fram till början av november, då plasten ånyo tas bort. Plantorna övervintrar sedan på friland för att levereras följande vår. En del plantor kan också kyllagras. Två-åriga granar sås i växthus i början av juni. De odlas vidare i växthus hela säsongen. När de är tillräckligt härdiga flyttas de ut på friland där de övervintrar och odlas vidare utomhus under nästkommande säsong. I mitten av utomhussäsongen görs en utglesning av plantkassetterna i ett ”schackmönster”, som gör att hela plantpartiet sprids ut på en 50 % större yta. I samband med detta görs en omfördelning av de levande plantorna så att tompottorna fylls igen. Bevattning och gödsling sker med ramp i växthusen och med traktorspruta på friland. Det finns också några frilandsytor under ramp. Gödslingen utförs främst med flytande Complesal som blandas ut med bevattningsvattnet. Gödslingen startar ungefär när fröskalet släpper, cirka 2 veckor efter sådd. De första fyra veckorna ges en halv dos, 1,5 – 2 gram kväve per m² och vecka. Därefter ges full näringsgiva, 3,5 gram kväve per vecka fram till slutet av augusti (för 1-åriga granar innebär detta cirka 20 veckor). Under september, och vid varmt väder även oktober, tillsätts också näring men i mindre doser (drygt 1 gram kväve per m² och vecka). Andra året tillsätts även Ferromec.

Denna studie omfattade tre olika plantpartier: Andra årets odling av 2-åriga plantor sådda i juni 1999, 1-åriga plantor sådda våren år 2000 och första årets odling av blivande 2-åriga plantor sådda i juni 2000. Samtliga plantpartier odlades i behållare med 93 cm³ substratvolym och 526 plantor per m². Plantkassetterna innehöll 40 plantor var. Såddtider samt gödsling framgår av tabell 2. Plantpartierna betecknas i den fortsatta redovisningen med 2-99, 1-00 och 2-00 efter såddtidpunkt.

Andelen levande plantor vid slutprovtagningen var 80 % för 2-99, 83 % för 1-00 och 85 % för 2-00, vilket ger planttätheter på 420, 437 resp. 447 plantor per m² (före omfördelningen av 2-99).

Odlingssubstratet bestod av 80 % torv och 20 % perlit. Torven var i sin tur en blandning av 50 % skogstorv från Närkes miljöprodukter och 50 % Kasper Skogstorv PP6 från Garden Peat Oy. Båda torvprodukterna var grundgödslande (Närkes med en halv fullgödselgiva) och blandade med magnesiumhaltigt kalkstensmjöl (2 resp. 3 kg dolomit per m³ torv). Närketorven innehöll då cirka 40 g N, 17,5 g P, 50 g K och 240 g Mg per kubikmeter bruksvara. Kaspertorven innehöll 150 g N, 70 g P, 150 g K och minst 150 g Mg per kubikmeter.

Enligt plantskolans uppföljningar räcker en kubikmeter torv till 225 kassetter à 40 plantor, totalt 9 000 plantor. Det innebär att grundgödslingen av torven gav ett näringsbidrag motsvarande cirka 10,6 mg N, 4,9 mg P, 11,1 g K och 21,7 g Mg per planta. Den fortsatta gödslingen (övergödslingen) gjordes sedan med flytande Complezal. Låga doser av Ferromec tillsattes också.

Tabell 2.
Gödselgivor för de undersökta plantpartierna vid Täckrot-syd under säsongen 2000 samt grundgödsling av torven.

Plantparti	Sådd	Gödsling totalt gram per m ²				milligram per planta ¹⁾			
		N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
Gödsling									
2-99	16/6 1999	37,5	8,8	22,9	0,46	89,0	21,01	54,4	1,1
1-00	24/3 2000	80,0	11,5	33,2	0,97	183,0	26,3	76,0	2,2
2-00	6/6 2000	48,0	9,0	19,0	0,58	107,4	20,1	42,5	1,3
Grundgödsling ²⁾									
2-00	6/6 2000					10,6	4,9	11,1	21,7

1) Beräknat för 437 plantor per m² för sådd 1-00, 447 för sådd 2-00 och 420 per m² (avgångar fram till omflyttning) för sådd 2-99.

2) Sådd 1-00 antas ha fått samma grundgödslingsmängder.

Provtagningar gjordes enligt följande:

Från sådd 2-99 togs ett första prov den 27/4 2000. Fem hela kassetter med 40 plantor var separerades på plantor och torv. Torven förvarades i kyl och plantorna i fryr. Från sådd 2-00 togs prover av torven i samband med sådd. Fem hela kassetter tömdes i påsar och förvarades i kylrum. Från sådd 1-00 togs inget startprov av torven, då det antogs att sammansättningen var lika med den från sådd 2-00. Slutprov från samtliga plantpartier togs 1/11 2000. Från 5 representativt fördelade kassetter togs 10 plantor med torvklump var. På laboratoriet i Uppsala delades proverna upp i skott, rot och torvsubstrat.

Barrotsplantskola

Odlingen vid plantskolan är begränsad till barrotsplantor, och bygger i dag främst på inköpta, 1-åriga täckrotsplantor som skolas om till barrotsplantor och odlas vidare på friland under 1-2 år. Gödsel tillförs i första hand som fastgödsel (NPK Mikro 11-5-18 eller N-28) och vid behov i flytande form (Complezal). På höstarna tillförs kalium, cirka 100 kg/hektar.

Denna studie omfattade två olika plantpartier, odlade på två olika fält (A och F) i plantskolan. Ett plantparti (A-98) såddes i täckrotsbehållare våren 1998 och omskolades till barrotsplantor i maj-juni 1999. De hade alltså vuxit en säsong på friland när mätningarna började våren 2000, och var klara för leverans våren 2001. Det andra partiet (F-99) såddes i täckrotsbehållare våren 1999 och omskolades i augusti 1999, när plantorna var invintrade. De odlades vidare under 2001, och beräknades vara leveransfärdiga hösten 2001 eller våren 2002. Som färdiga plantor kan båda plantpartierna betecknas som "Plugg-plus-två", d.v.s. täckrotsplantor som odlas vidare 2 år efter att de skolats om till barrotsplantor. A-98 omfattade totalt cirka 0,75 hektar, motsvarande 420 000 plantor. F-99 omfattade 0,6 hektar, cirka 325 000 plantor.

Plantorna var omskolade i plantsängar om 6 rader vardera. Avståndet mellan rader inom plantsängarna var cirka 20 cm. Mellan varje plantsäng finns ett cirka 40 cm utrymme för körspår.

Gödslingen startade 22 maj och den sista kvävegivan gavs 7 september. På båda fälten gavs fem olika fastgödselgivor med NPK 11–5–18 eller N–28. På fält A gavs dessutom flytande Complestal den 28 juli. Kalium i fast form gavs dels i mitten av juli och dels i slutet av september. De sammanlagda gödselgivorna visas i tabell 3.

Tabell 3.
Sammanlagda gödselgivor under år 2000 till de undersökta plantpartierna barrotsplant-skolan.

Plantparti	Giva gram/m ²				Giva milligram/planta ¹⁾			
	N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
Fält A–98	8,96	1,41	10,31	2,12	161,3	25,31	185,6	38,25
Fält F–99	10,48	0,92	8,501	2,20	199,5	17,51	161,8	41,80

¹⁾ Beräknat för 55,53 plantor / m² på fält A, 52,54 plantor / m² på fält F.

Provtagningar gjordes 11 april och 17 oktober för att mäta plantornas närings-tillstånd i början och slutet av säsongen. Från varje fält togs prover från fem plantsängar och i varje säng användes fyra provpunkter, vilka i sin tur bestod av sex plantor vardera, från varje rad. Alla prov från en säng slogs samman till ett generalprov, och således erhöles fem upprepningar från varje fält och provtagningstillfälle.

För att kunna fastställa antalet plantor per ytenhet räknades antalet plantor per 0,5 meter av plantsängen vid varje provtagningspunkt, samtidigt som plantsängens bredd inklusive körspår noterades. Då antalet plantor inte hade förändrats under sommaren användes ett genomsnitt av alla provpunkter och provtagningstillfällena som en skattning av planttätheten på respektive fält.

Vid provtagningen grävdes hela plantor inklusive rotsystem upp. De grövsta mineraljordsresterna skakades av i fält. På laboratoriet sköljdes rötterna av under rinnande vatten varefter skott och rötter separerades.

Provberedning och näringsanalyser

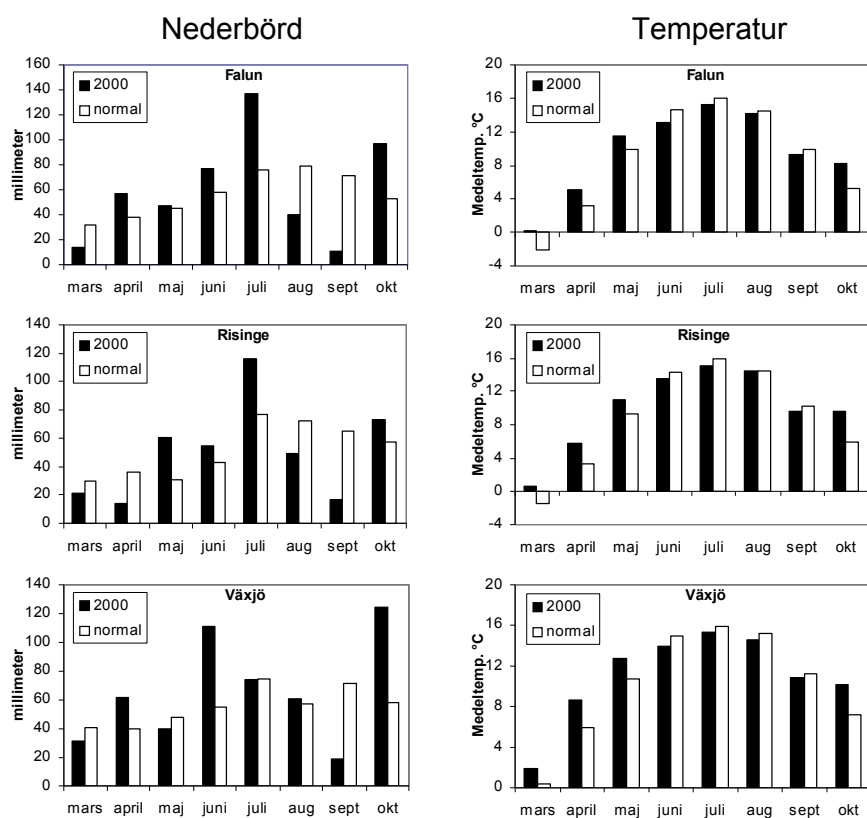
Proven bereddes i laboratoriet på SkogForsk i Uppsala. Samtliga prover klippes sönder i 1–2 centimeter stora bitar och torkades i 70°C under 24 timmar. Därefter vägdes varje prov innan de lämnades för näringsanalys till Institutionen för markvetenskap vid SLU i Uppsala. Proverna analyserades med avseende på total-kväve (N) och totalfraktionerna av fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) och kalcium (Ca). Till att börja med maldes materialet och torkades ytterligare. En del av materialet togs undan för bestämning av ts-halten, som låg på 90–95 % av vikten efter den första torkningen. Därefter bestämdes N med en LECO CN2000 kol-kväve analysator, där provet vägs in i keramik-skepp och torrförbränns. Kol och kväve bestäms i de bildade ”gaserna”. För P, K, Mg och Ca analys vägdes 1 000 gram av grönmassan in i 50 ml kjeltecrör, och därefter tillsattes 10 ml koncentrerad salpetersyra (HNO₃) till varje provrör. Dessa fick stå över natten för att starta nedbrytningen och därmed minska skumbildningen under nästa fas. Proverna har uppslutits (kokat) vid tre olika temperaturer, 1 timme vid 60°C, 1 timme vid 100°C och 4 timmar vid 125°C.

Efter ungefär halva koktiden tillsattes ytterligare 5 ml koncentrerad HNO₃ och eventuellt material från rörets väggar skakades ned. Proverna fick därefter stå och svalna innan dubbelrenat vatten tillsattes upp till märket på rören. En droppe TritonX i varje rör avslutade behandlingen. Rören skakades och fick stå över natten. Haltbestämningen av ämnena gjordes sedan med en ICP (induktivt kopplad plasma).

Mineraljordshalten i rotproven från barrotsplantskolan skattades utifrån askhalten vid torrförbränningen. Rötternas torrsvikt justerades med ledning av dessa halter.

Väder

Vädret under odlingsäsongen 2000 kännetecknades framför allt av hög temperatur i april-maj, hög nederbörd under juni och juli, låg nederbörd i början på hösten och fuktigt och milt väder i oktober. I figur 1 visas månadsmedelvärden och normalvärden för temperatur och nederbörd från SMHI-stationerna Falun, Risinge (östra Uppland) och Växjö.



Figur 1. Månadsmedelvärden för nederbörd och temperatur under säsongen mars-oktober 2000 samt normalvärden för perioden 1961–1990 vid tre av SMHIs väderstationer Falun, Risinge och Växjö.

Markanalyser

För att kunna skatta näringshalterna i marken i barrotsplantskolan togs markprover från de båda fälten i november 2000. På varje fält provtogs 12 punkter och varje prov delades upp i två skikt, 0–10 cm och 10–30 cm. Fyra punkter inom ett fält slogs samman till ett generalprov, vilket innebär sammanlagt 3 generalprov per skikt och fält. Proverna analyserades med avseende på totalkväve och vattenlösliga fraktioner av fosfor, kalium, kalcium och magnesium.

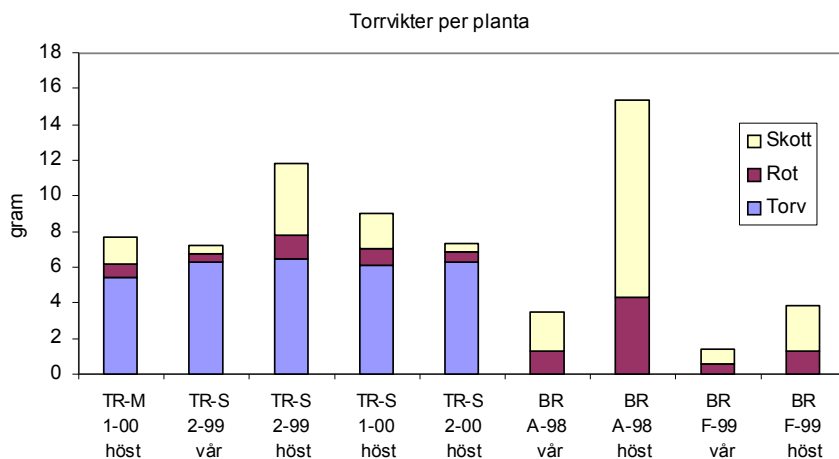
Resultat

Genomsnittliga torrvikter för plantorna (skott + rot) i de olika plantpartierna varierade från 0,96 till 15,8 gram (tabell 4). Sena sådder (Täckrot-syd 2–99 och 2–00) var mycket lika i storlek efter den första säsongen (1,0–1,1 g). Efter andra året hade plantorna en vikt på över 5 gram. De 1-åriga plantorna (Täckrot-mellan 1–00 och Täckrot-syd 1–00) var intermediära i storlek (2,2–2,9 g). Slutvärdet för Barrot F–99 (3,9 g) avvek inte nämnvärt från startvärdet från Barrot A–98 (3,5 g). Torrvikterna var mycket lika mellan försöksleden (5,5–6,5 g) och utgjorde huvuddelen av vikten för planta+substrat hos de små plantorna, och en successivt mindre andel hos de större plantorna (figur 2). Rot/skott kvoten var mycket hög hos det yngsta plantpartiet och minskade sedan med ökande plantstorlek. Det samma gällde för barrotsplantorna.

Tabell 4.

Medelvärden för torrsvikt i början och slutet av säsongen 2000 fördelat på skott, rot och torvsubstrat. Medelfel inom parentes. Plantvikten är summan av skott och rot.

Plantparti (såddatum)	Torrvikter, gram per planta				
		Vår		Höst	
Täckrot-mellan					
1–00	Skott			1,53	(0,10)
22/3–00	Rot			0,721	(0,048)
	<i>Hela plantan</i>			2,25	
	Torv	5,94	(0,13)	5,48	(0,10)
Täckrot-syd					
2–99	Skott	0,525	(0,028)	4,02	(0,23)
16/6–99	Rot	0,436	(0,025)	1,31	(0,07)
	<i>Hela plantan</i>	0,96		5,33	
	Torv	6,28	(0,28)	6,48	(0,49)
1–00	Skott			2,01	(0,08)
24/3–00	Rot			0,896	(0,036)
	<i>Hela plantan</i>			2,91	
	Torv			6,09	(0,15)
2–00	Skott			0,490	(0,019)
6/6–00	Rot			0,587	(0,073)
	<i>Hela plantan</i>			1,08	
	Torv	5,65	(0,04)	6,23	(0,37)
Barrot					
A–98	Skott	2,21	(0,21)	11,0	(1,3)
vår–98	Rot	1,33	(0,10)	4,84	(0,36)
	<i>Hela plantan</i>	3,54		15,84	
F–99	Skott	0,850	(0,021)	2,50	(0,18)
vår–99	Rot	0,530	(0,018)	1,38	(0,13)
	<i>Hela plantan</i>	1,38		3,88	



Figur 2.
 Torr vikter per planta fördelat på skott, rot och torv för de olika plantpartierna.
 TR-M = Täckrot-mellan, TR-S = Täckrot-syd, BR = Barrot.

Kvävehalterna i skotten varierade från 1,1 till 2,8 % (tabell 5). Det fanns en tendens att den var som högst hos små plantor och minskade hos större plantor. Kvävehalterna i rötter var generellt lägre än i skotten och minskade med ökad plantstorlek. Torvsubstraten hade kvävehalter mellan 0,6 – 0,9 %. Kvävehalten i torven var högre hos Täckrot-mellan än hos Täckrot-syd, trots att den hade grundgödselats hos Täckrot-syd. Fosforhalterna i skotten varierade mellan 0,11 och 0,37 % och något lägre i rötterna, medan halterna i torven var betydligt lägre (0,02 – 0,09 %). Kaliumhalterna låg mellan 0,6 och 1,0 % för skotten och något lägre, 0,2 – 0,7 %, för rötterna. Kaliumhalterna var också betydligt lägre i torven. Magnesiumhalterna var däremot förhållandevis höga i torven (0,37 – 0,64 %), oftast högre än i skotten (0,27 – 0,52 %).

Tabell 5.
Medelvärden för näringshalter (procent av torrsvikt) i skott, rötter och torvsubstrat på våren och hösten.
Medelfel inom parentes.

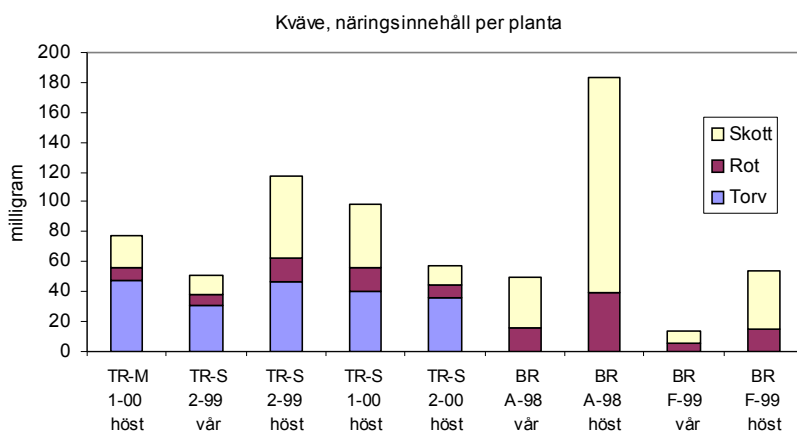
Plantparti	N % Vår	N % Höst	P % Vår	P % Höst	K % Vår	K % Höst	Mg % Vår	Mg % Höst	Ca % Vår	Ca % Höst
Täckrot-mellan										
1-00	Skott	1,44 (0,06)		0,22 (0,01)		0,81 (0,04)		0,10 (0,002)		0,28 (0,01)
	Rot	1,27 (0,07)		0,18 (0,01)		0,58 (0,04)		0,17 (0,01)		0,32 (0,01)
	Torv	0,72 (0,004)	0,92 (0,02)	0,02 (0)	0,05 (0,002)	0,012 (0,002)	0,15 (0,01)	0,29 (0,002)	0,25 (0,01)	0,56 (0,01)
Täckrot-syd										
2-99	Skott	2,67 (0,12)	1,50 (0,02)	0,25 (0,01)	0,22 (0,002)	0,58 (0,03)	0,75 (0,01)	0,19 (0,02)	0,11 (0,01)	0,42 (0,04)
	Rot	1,89 (0,09)	1,29 (0,03)	0,20 (0,01)	0,21 (0,01)	0,42 (0,05)	0,44 (0,02)	0,27 (0,02)	0,15 (0,01)	0,46 (0,01)
	Torv	0,58 (0,04)	0,80 (0,02)	0,02 (0,003)	0,06 (0,003)	0,10 (0,02)	0,26 (0,004)	0,24 (0,02)	0,16 (0,01)	0,55 (0,04)
1-00	Skott		2,29 (0,05)		0,28 (0,01)		0,94 (0,03)		0,15 (0,004)	0,39 (0,01)
	Rot		1,83 (0,08)		0,28 (0,01)		0,63 (0,03)		0,15 (0,004)	0,32 (0,01)
	Torv		0,74 (0,03)		0,09 (0,01)		0,28 (0,02)		0,11 (0,01)	0,37 (0,02)
2-00	Skott		2,80 (0,09)		0,37 (0,01)		1,02 (0,07)		0,19 (0,01)	0,52 (0,04)
	Rot		1,63 (0,21)		0,22 (0,02)		0,69 (0,04)		0,26 (0,02)	0,50 (0,03)
	Torv	0,59 (0,01)	0,64 (0,03)	0,06 (0,002)	0,04 (0,002)	0,12 (0,002)	0,16 (0,01)	0,47 (0,02)	0,27 (0,01)	0,99 (0,04)
Barrot										
Fält A	Skott	1,67 (0,10)	1,37 (0,08)	0,19 (0,01)	0,18 (0,01)	0,59 (0,02)	0,70 (0,03)	0,10 (0,004)	0,09 (0,004)	0,73 (0,03)
	Rot	1,24 (0,10)	0,86 (0,07)	0,12 (0,01)	0,11 (0,01)	0,22 (0,01)	0,36 (0,04)	0,14 (0,01)	0,11 (0,004)	1,17 (0,07)
Fält F	Skott	1,13 (0,06)	1,66 (0,07)	0,11 (0,005)	0,22 (0,01)	0,64 (0,03)	0,73 (0,02)	0,10 (0,003)	0,10 (0,004)	0,45 (0,01)
	Rot	0,99 (0,03)	1,12 (0,06)	0,08 (0,005)	0,13 (0,02)	0,16 (0,02)	0,39 (0,07)	0,11 (0,01)	0,12 (0,02)	0,91 (0,07)

De **totala** näringsförråden för kväve, fosfor och kalium var oftast högst i skottet (tabell 6). Rötternas totala näringsinnehåll (figur 3–5) var lägre än vad som kunde förväntas utifrån rötternas andel av torrvikten (figur 2).

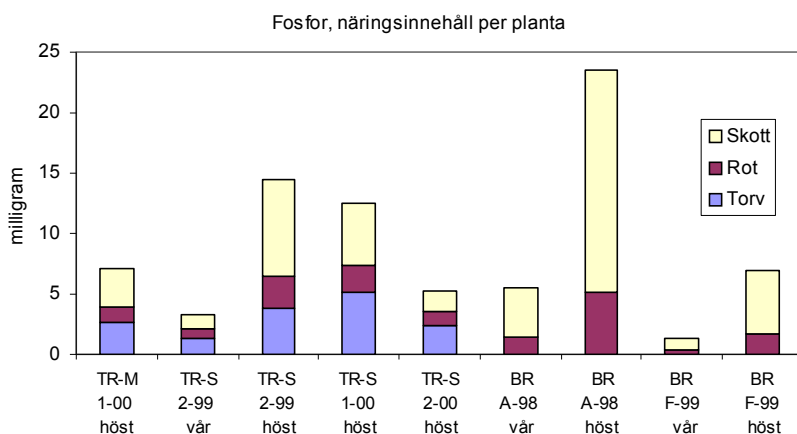
Tabell 6.

Medelvärden för näringsmängder (milligram) per planta i skott, rötter och torv i början och slutet av odlingen (vår och höst). Medelfel inom parentes.

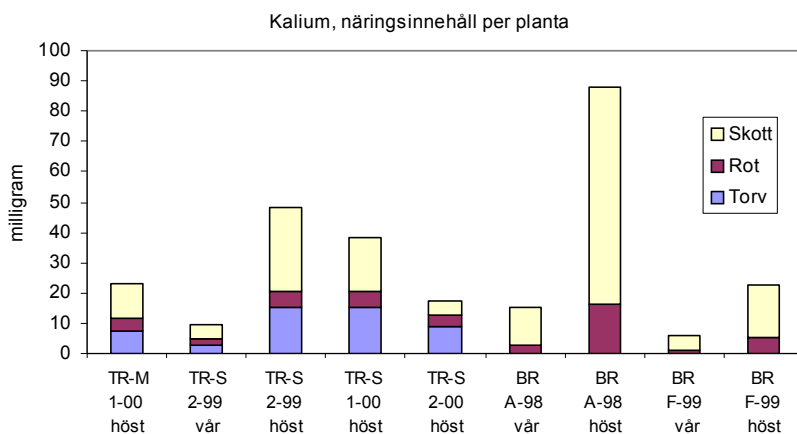
Plantparti		N	N	P	P	K	K	Mg	Mg	Ca	Ca
		Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	Höst	Vår	Höst
Täckrot-mellan											
1–00	Skott		20,88 (1,12)		3,15 (0,18)		11,69 (0,67)		1,42 (0,07)		4,00 (0,19)
	Rot		8,52 (0,44)		1,21 (0,08)		3,90 (0,35)		1,15 (0,10)		2,12 (0,10)
	Torv	38,33 (1,04)	47,82 (0,59)	1,07 (0,02)	2,69 (0,09)	0,65 (0,14)	7,58 (0,48)	15,37 (0,38)	12,84 (0,35)	29,65 (0,60)	29,41 (0,49)
Täckrot-syd											
2–99	Skott	12,77 (0,60)	55,37 (2,74)	1,21 (0,07)	8,06 (0,45)	2,81 (0,23)	27,67 (1,74)	0,89 (0,05)	4,18 (0,06)	2,01 (0,07)	9,98 (0,41)
	Rot	7,55 (0,33)	15,71 (0,92)	0,78 (0,06)	2,60 (0,18)	1,68 (0,25)	5,38 (0,32)	1,08 (0,11)	1,86 (0,08)	1,85 (0,15)	3,79 (0,23)
	Torv	30,57 (3,26)	46,73 (3,74)	1,26 (0,19)	3,78 (0,43)	5,10 (1,26)	15,01 (1,13)	12,32 (1,25)	9,18 (0,94)	28,76 (2,92)	26,58 (3,56)
1–00	Skott		42,47 (1,93)		5,17 (0,14)		17,46 (0,83)		2,74 (0,16)		7,15 (0,39)
	Rot		15,06 (0,62)		2,27 (0,06)		5,18 (0,26)		1,22 (0,05)		2,66 (0,15)
	Torv		40,57 (1,19)		5,07 (0,37)		15,41 (1,01)		6,29 (0,36)		20,23 (0,62)
2–00	Skott		12,74 (0,52)		1,70 (0,07)		4,65 (0,25)		0,88 (0,06)		2,35 (0,21)
	Rot		8,32 (0,17)		1,16 (0,09)		3,65 (0,39)		1,40 (0,23)		2,77 (0,48)
	Torv	30,93 (0,51)	36,09 (82,31)	3,02 (0,12)	2,38 (0,16)	6,35 (0,11)	9,01 (0,52)	24,48 (1,04)	15,21 (1,34)	51,46 (2,17)	36,50 (2,19)
Barrot											
A–98	Skott	34,81 (3,54)	144,64 (24,07)	4,08 (0,51)	18,47 (1,77)	12,36 (1,37)	71,90 (5,62)	2,06 (0,26)	9,29 (0,89)	15,41 (1,93)	71,48 (6,60)
	Rot	15,39 (0,58)	38,71 (3,40)	1,49 (0,08)	5,07 (0,36)	2,80 (0,15)	16,30 (2,20)	1,71 (0,15)	4,93 (0,44)	14,53 (0,87)	31,95 (3,60)
F–99	Skott	9,09 (0,61)	39,23 (2,16)	0,90 (0,06)	5,26 (0,33)	5,17 (0,36)	17,31 (1,45)	0,84 (0,03)	2,33 (0,17)	3,63 (0,17)	16,88 (1,06)
	Rot	4,88 (0,17)	14,46 (1,42)	0,41 (0,03)	1,72 (0,31)	0,80 (0,11)	5,11 (1,23)	0,52 (0,06)	1,57 (0,30)	4,51 (0,38)	11,53 (2,38)



Figur 3.
Kväveinnehåll per planta fördelat på skott, rot och torv för de olika plantpartierna.
TR-M = Täckrot-mellan, TR-S = Täckrot-syd, BR = Barrot.



Figur 4.
Fosforinnehåll per planta fördelat på skott, rot och torv för de olika plantpartierna.
TR-M = Täckrot-mellan, TR-S = Täckrot-syd, BR = Barrot.



Figur 5.
Kaliuminnehåll per planta fördelat på skott, rot och torv för de olika plantpartierna.
TR-M = Täckrot-mellan, TR-S = Täckrot-syd, BR = Barrot.

Skillnaden i näringsmängder på våren och hösten ger ett mått på hur mycket av den tillförda näringen som tagits upp av planta och substrat och hur mycket som kan betraktas som förlust. Utnyttjandegraden, kvoten mellan den näring som har tagits upp i plantan (ej i substratet) och den tillförda näringen, visas i tabell 7. Om man i dessa beräkningar även tar in grundgödslingen av torven som gjordes i Täckrot-syd, så låg utnyttjandegraderna för kväve mellan 19 och 83 %, med det lägsta utnyttjandet för små plantor och successivt högre utnyttjande för större plantor (figur 6). I täckrotsodlingen var utnyttjandegraderna tämligen lika hos kalium och fosfor (12–48 %). I barrotsodlingen var däremot kaliumutnyttjandet väsentligt lägre än för kväve och fosfor. Magnesium hade med ett undantag mycket lågt utnyttjande.

Den näring som inte byggs in i plantorna eller återfinns i torven utgör en förlust, som ger ett mått på det potentiella läckaget från odlingen. I tabell 8 jämförs skillnaden mellan förrådet före och efter säsongen med den näring som tillförts genom övergödning. Det potentiella kväveläckaget uppgick då till 17–80 % hos barrotspartierna och 25–70 % hos täckrotspartierna. Det största svinnet, och lägsta utnyttjandet, hade de små plantorna sädde i juni, och det lägsta svinnet hade de största plantorna.

Tabell 7.

Utnyttjandegraden angivet som procent av den tillförda näringen som har tagits upp av plantorna. Δ Förråd anger den näring som bundits i plantorna under säsongen 2000, angivet i milligram per planta. Gödslingsmängder i milligram per leveransduglig planta.

Plantparti		N	P	K	Mg
Täckrot mellan					
1-00	Δ Förråd i plantan	29,39	4,36	15,59	2,57
	Gödsling	70,32	10,74	51,90	13,4 ¹⁾
	Utnyttjandegrad %	41,8	40,6	30,0	19,2
Täckrot-syd					
2-99	Δ Förråd i plantan	50,76	8,66	26,28	4,07
	Gödsling	89,01	21,01	54,38	1,08
	Utnyttjandegrad %	57,0	41,2	48,3	377
1-00	Δ Förråd i plantan	57,53	7,44	22,65	3,96
	Gödsling ²⁾	193,6	31,2	87,1	23,9
	Utnyttjandegrad %	29,7	23,8	26,0	16,6
2-00	Δ Förråd i plantan	21,05	2,87	8,30	2,29
	Gödsling ²⁾	118,0	25,0	53,6	23,0
	Utnyttjandegrad %	17,8	11,5	15,5	10,0
Barrot					
A-98	Δ Förråd i plantan	133,15	17,97	73,03	10,45
	Gödsling	161,26	25,31	185,65	38,25
	Utnyttjandegrad %	82,6	71,0	39,3	27,3
F-99	Δ Förråd i plantan	39,72	5,676	16,46	2,538
	Gödsling	199,47	17,511	161,80	41,797
	Utnyttjandegrad %	19,9	32,4	10,2	6,1

¹⁾ Ingår 10,2 mg från dolomitillsatsen till torven. ²⁾ Torvens grundgödsling ingår.

Tabell 8.

Förrådsupbyggnad (skillnad mellan förrådet i skott, rot och torv på hösten och våren) för de olika näringsämnen jämfört med den näring som tillförts genom gödsling, och andel av näringen som inte återfunnits ("läckage"). Milligram per planta.

Plantparti		N	P	K	Mg
Täckrot-mellan					
1-00	Förråd före	38,33	1,07	0,65	15,37
	Förråd efter, plantbeh. ¹⁾	77,21	7,05	23,16	15,41
	Förråd efter, tombeh. ²⁾	2,10	0,12	0,33	0,56
	Δ förråd	40,98	6,10	22,85	0,6
	Gödsling	70,32	10,74	51,90	3,21
	"Läckage" %	42	43	56	81
Täckrot-syd					
2-99	Förråd före	50,89	3,26	9,58	14,29
	Förråd efter ³⁾	117,81	14,44	48,07	15,22
	Δ förråd	66,92	11,19	38,49	0,93
	Gödsling	89,01	21,01	54,38	1,08
	"Läckage" %	25	47	29	14
1-00	Förråd före	30,93	3,02	6,35	24,48
	Förråd efter, plantbeh. ¹⁾	98,10	12,51	38,06	10,25
	Förråd efter, tombeh. ²⁾	8,32	1,04	3,16	1,29
	Δ förråd	75,49	10,53	34,87	-12,94
	Gödsling	183,0	26,3	76,0	2,2
	"Läckage" %	59	60	54	688
2-00	Förråd före	30,93	3,02	6,35	24,48
	Förråd efter, plantbeh. ¹⁾	57,14	5,25	17,31	17,49
	Förråd efter, tombeh. ²⁾	6,35	0,20	1,59	2,68
	Δ förråd	32,56	2,43	12,55	-4,31
	Gödsling	107,4	20,1	42,5	1,30
	"Läckage" %	70	88	70	431
Barrot					
A-98	Förråd före	50,2	5,58	15,16	3,77
	Förråd efter	183,36	23,54	88,20	14,22
	Δ förråd	133,15	17,97	73,03	10,45
	Gödsling	161,26	25,31	185,65	38,25
	"Läckage" %	17	29	61	73
F-99	Förråd före	13,97	1,305	5,97	1,36
	Förråd efter	53,69	6,981	22,43	3,90
	Δ förråd	39,72	5,676	16,46	2,54
	Gödsling	199,47	17,511	161,80	41,80
	"Läckage" %	80	68	90	94

¹⁾ Förrådet i de behållare som hade leveransdugliga plantor

²⁾ Tombehållarnas näringsförråd i torven antas vara lika med torvfraktionen i behållare med levande plantor. Nringen bunden i tompottor är omräknad per leveransduglig planta.

³⁾ För 2-99 finns inga tombehållare efter kompletteringen.

Markens näringsförråd i barrotsplantskolan

Den sammanlagda poolen av kväve uppgick till mellan 67 och 73 kilo per hektar på de båda fälten (tabell 10). Fosfor-, kalium- och magnesiumförråden uppgick alla till mellan 256 och 407 kilo per hektar, medan kalciumförrådet låg på 7–11 ton per hektar. Mängderna var störst i skiktet 10–30 cm under markytan för alla ämnen utom kalium, som hade något högre förråd i den översta decimetern av marken. Anledningen till detta kan vara att ”korn” av kaliumgödsel fanns på markytan och följaktligen ej kunnat lakas ut till nedre skikt. Det högre markförrådet av fosfor i det ena fältet i plantskolan kan bero på att marken där innehöll större mängd kalcium än i andra delar av plantskolan. Fosfor kan bindas till kalcium och därigenom minska utlakningen, men även försvåra upptaget i växter.

Tabell 10.

Näringsförråd i marken vid barrotsplantskolan i november 2000 fördelat på två marknivåer, 0–10 cm och 10–30 cm. Kg per hektar.

Fält	Nivå	N	P	K	Mg	Ca
A	0–10	33,9	97,9	191,4	154,6	2 402
A	10–30	38,7	158,9	151,6	198,4	4 438
F	0–10	21,9	131,8	157,8	161,1	3 753
F	10–30	44,9	263,7	137,0	246,0	7 387

Diskussion

Näringsutnyttjande och förluster

Det totala svinnet av kväve motsvarade 90–470 kg per hektar i täckrotsodlingen och 16–84 kg i barrotsodlingen. I relation till den näring som tillförts genom övergödning ”läckte” motsvarande 25–70 % av kvävet i täckrotsodlingen och 17–80 % i barrotsodlingen. Ring (pers. medd.) fann i sin studie av 1-årig gran ett sammanlagt läckage på 270 kg per hektar, varav 180 kg härrörde från friland och 95 kg från växthusodling. Tillförseln var i det fallet 410 kg per hektar, motsvarande ett svinn på 66 %. Motsvarande siffror för 1-årig tall var 270 kg tillfört kväve, 160 kg läckage och 59 % svinn. De plantpartier i denna studie som närmast motsvarar granpartierna i Rings studie var 1–00 i respektive täckrotsplantskola. Kväveläckaget från dessa beräknades till 42–59 %.

Läckaget i denna studie var högre än vad som uppmättes i en finsk studie av täckrotsodling (Juntunen m.fl. 1997). Där läckte 10–30 % av det tillförda kvävet med odling i hårdplastkassetter. Med odling i Vapo torvblock var läckaget större, men hänförde sig främst till tiden strax efter rotbeskärning av blocken, då mycket vatten och näring läcker genom de sågade spåren. Näringstillförseln i de finska studierna var betydligt lägre, ca 10 g N/m² som grundgödning och ytterligare ca 10 g N/m² som övergödning hos 1-åriga plantor. I den finska studien uppgick läckaget per ytenhet till 18–82 kg N/ha och 14–72 kg P/ha, vilket var betydligt mindre än i denna studie, och troligen ett resultat av lägre gödslingsgivor.

Kväveutnyttjandet vid odling av granplantor är ungefär i nivå med vad man finner i annan containerodling inom trädgårdsnäringen. Rudin (1999) beskriver tyska erfarenheter som visar att täckrotsodlade vedartade växter kan ha ett kvävebehov på 75–100 kg per hektar, samtidigt som läckaget efter övergödsling kan uppgå till 150 kg per hektar. I växthusodling av grönsaker har Jordbruksverket (Anon., 1994) räknat med att i genomsnitt 35 % av den tillförda näringen dräneras bort, vilket ger ett sammanlagt utsläpp av 100 ton kväve och 26 ton fosfor från Sveriges 122 ha grönsaksodling i växthus, eller cirka 800 kg kväve och 200 kg fosfor per hektar. Krukväxtodlingen ger motsvarande läckagenivåer. Anon. (1994) skattade det totala svinnet till 85 ton kväve och 20 ton fosfor från krukväxtodlingens totala produktionsyta på 108 hektar, eller cirka 800 kg kväve och 200 kg fosfor per hektar. Det procentuella läckaget genom dräneringsvatten uppskattades till i genomsnitt 30 % i krukväxtodlingen. Det totala årliga näringsläckaget från svensk grönsaks- och krukväxtodling i växthus kan ligga i intervallet 130–240 ton kväve och 50–55 ton fosfor enligt Anon. (1994).

Kunskapen är dålig om läckaget från frilandsodling av grönsaker, men Anon. (1994) anger att gödselmängderna totalt uppgår till 1100 ton kväve, motsvarande 190 kg/ha. Balansen mellan tillfört och upptaget kväve indikerar ett läckage på 20–60 kg N per hektar. Med ett uppskattat genomsnittligt läckage på 25% skulle alltså frilandsodling av grönsaker resultera i ett totalt kväveläckage på 200–300 ton. Kvävebidraget från trädgårdsnäringen är dock mycket litet i förhållande till jordbrukets, som beräknas belasta havet med 24 000 ton per år (1995 års siffror) (Anon. 2000).

I jämförelse med jordbruk och grönsaksodling bidrar odling av skogsträdsplantor med små mängder läckande kväve. Enligt en enkätundersökning som representerade 2/3 av landets samlade plantproduktion förbrukades 34 ton kväve under år 1999 (Nyström m.fl. 2001). Den totala förbrukningen i landets plantskolor skulle då uppgå till cirka 50 ton kväve. Hörnsten (1996) skattade den totala kväveanvändningen i plantskolor till 41 ton per år. Om i genomsnitt 50 % läcker så skulle det totala kväveläckaget från skogsplantskolor uppgå till 20–25 ton per år.

Trots osäkerheten i skattningen av det totala läckaget är en slutsats att skogsplantskolornas bidrag till kväveläckaget är litet i förhållande till trädgårdsnäringen och jordbruket. Lokalt, som punktkälla, kan dock läckaget ha betydelse. Med några enkla antaganden kan det sammanlagda kväveläckaget från en normalstor täckrotsplantskola skattas. Med en produktion på 10 miljoner 1-åriga granplantor som odlas med en täthet på 600 plantor per m² så täcker odlingen 1,7 hektar. Om kväveläckaget är 200 kg per hektar och år är alltså det totala årliga läckaget cirka 350 kilo från hela plantskolan.

Gödslingsrutiner

Gödslingen i denna studie utfördes nästan uteslutande som gödsling under odlingen. I Täckrot-syd grundgödslades torven, men givan motsvarade ändå bara cirka 5 % av den totala kvävegivan under första säsongen. Näringsdoserna var relativt små, <2 mg N/m², vecka i Täckrot-mellan, eller totalt 37 g/m². I Täckrot-syd var den uppe i 85 g/m² totalt för det 1-åriga partiet. I finsk praktisk plantproduktion används i genomsnitt 46 mg N per planta vid odling av 1-årig gran, varav en tredjedel är grundgödsling av torven (Juntunen & Rikala, 2000). Det är betydligt lägre än vad som används i Sverige (70–183 mg N/planta för 1-årig gran).

Resultaten i denna studie antyder att läckaget är som störst i början, hos 1-åriga plantor medan 2-åringar utnyttjar gödningen betydligt effektivare. Det högsta utnyttjandet hade stora barrotsplantor som täckte större delen av marken. Ett sätt att minska läckaget skulle kunna vara att starta med en låg dos i början av odlingen och sedan öka dosen i takt med att plantans näringsbehov tilltar. Om man under kontrollerade former tillsätter endast den näring som plantorna tar upp så kan näringsutnyttjandet vara nära 100 % (Ericsson 1981, Ingestad 1981). Detta var också bakgrunden till en studie av Rytter & Ericsson (2000) där granplantor odlades under "konventionell" gödsling jämfört med "behovsanpassad" gödsling. I den konventionella gödslingen gavs totalt 60 mg N per granplanta under den första säsongen. Näringen tillfördes relativt jämnt över säsongen, med något lägre doser inledningsvis. I den behovsanpassade gödslingen följde tillförseln plantornas tillväxt och totalt gavs ca 30 mg N per planta. Näringen tillsattes i små doser mer eller mindre kontinuerligt via bevattningen. Kväveläckaget per planta var 40 mg i den konventionella gödslingen och 10 mg i den behovsanpassade när man även räknar in den näring som tillsattes via grundgödsling av torven. Trots att de konventionellt gödslade plantorna erhållit dubbelt så mycket kväve så var storleksskillnaden mellan de båda försöksleden relativt liten (600 mg per planta för konventionellt gödslade och 500 mg för behovsanpassat gödslade). Det var inte heller någon skillnad i kvävehalt i barren mellan planttyperna. Behovsanpassad gödsling i plantskolan har också testats med gott resultat på *Pinus resinosa* (Timmer & Armstrong 1987).

Ett annat sätt att eventuellt minska urlakningen skulle kunna vara att använda granulerade gödselmedel med kontrollerad och långsam frigörelse av näring t.ex. Osmocote. Med optimal löslighet skulle huvuddelen av gödslingen kunna tillföras via grundgödsling. I finska försök med Nutricote, en långsamavgivande gödselmedelstyp, kunde läckaget av kväve och fosfor begränsas (Juntunen & Rikala, 2000). I och med att ingen näring tillsattes med bevattningen spreds ingen näring utanför odlingsbehållarna. Inom trädgårdsbranschen rekommenderas ofta depågödsling med Osmocote som ett medel för att minska läckaget. I dag finns produkter som är anpassade till olika arters tillväxtrytm, och till vedartade plantskoleväxter kan man välja långtidsverkande typer (Rudin, 1999). Danska erfarenheter visar också att läckaget kan minskas med långsamavgivande gödselmedel som Osmocote, men att det kan vara svårt att styra näringstillförsel och tillväxt, varför tillsatser via övergödning ofta är nödvändiga (Koefoed Petersen, 1997).

Väder

Nederbörden var mycket hög under sensommaren, när flera av de studerade plantpartierna odlades utomhus. Detta kan ha bidragit till extra stort näringsläckage. En förnyad mätning under andra väderbetingelser skulle därför ge värdefull information om variationen mellan olika år. Barrotsodlingen är extra utsatt för väderbetingelserna, och hög nederbörd kan förväntas öka kväveutlakningen kraftigt, särskilt på sandiga jordar (Brink & Gustavsson, 1984). Aaltonen & Koivunen (1996) uppskattade att 1 mm nederbörd transporterade nitrat-N ca 6 mm nedåt i markprofilen i en grovmo. Den kraftiga nederbörden kan ha gjort att de unga barrotsplantorna, på fält F, inte hann tillgodogöra sig näringen innan den lakats ut, eftersom rotsystemet inte var tillräckligt utvecklat.

Kommentarer om metodiken

Det finns många felkällor i en studie som denna, där man utnyttjar produktionsstatistik från plantskolorna i stället för att göra direkta mätningar. De värden som erhållits på mängd näring per planta är behäftade med en viss osäkerhet. De torde dock ge en någorlunda riktig storleksordning på näringsåtgången under praktiska förhållanden.

Det är också viktigt att inse att uppgifterna ger ett mått på den praktiska verkningens graden av gödsling, när även gödsel som hamnar utanför plantbehållarna, i mittgångar etc. räknas in. Dessa tomytor kan betraktas som relativt små vid rampbevattning, cirka 5 % i Täckrot-mellan. I Täckrot-syd, där plantkassetterna glesades ut antogs att plantornas skott fyllde ut hela arealen. Troligen inträffade dock en del läckage mellan kassetterna, åtminstone den första tiden efter utglesningen. Vid gödsling och bevattning med slagpendelspridare, som förekommer på friland på många plantskolor, är det svårare att täcka plantorna exakt med bevattning/gödsling, vilket ökar spillet. I barrotsplantskolan stod traktorspåren för 25 % av arealen. Här kan man anta att läckaget var extra stort, åtminstone för de yngre plantorna där rötterna ännu inte hunnit växa ut i spåren.

Medelfelen i skattningarna av torrvikter och näringsmängder var oftast små. För torrvikterna låg de på 5–10 % av medelvärdet för skott- och rot och ännu lägre för torv. Medelfelen för näringshalterna låg på 3–8 % av medelvärdet. Beroende på studiernas syfte så kan man med ledning av medelfelens storlek minska antalet upprepningar från dagens fem prover till 2–3 prover och ändå få acceptabla felnivåer. Kostnaden för näringsanalyser sjunker då väsentligt.

I denna studie separerades skott, rot och torv. I studien av Ring (pers. medd.) så analyserades bara det totala innehållet av näring i planta och substrat tillsammans. Det kan användas för att skatta det potentiella läckaget, men ger ingen information om hur mycket av näringen som använts för att bygga upp plantan. Fortsatta provtagningar bör därför separera åtminstone planta och torv, eftersom torven står för en mycket stor andel av det totala kväveförrådet, särskilt hos små plantor.

Studien är begränsad till endast två täckrots- och en barrotsplantskola. Uppföljningar i andra plantskolor, med andra gödslingsrutiner och andra grödor, skulle ge värdefull information.

Slutsatser

Denna studie visar att ungefär hälften av den näring som tillsätts via gödsling tas upp av plantorna. Den högsta andelen outnyttjad näring hade 1-års-plantor. Resultaten antyder därför att man skulle vinna mest på att hitta gödslingsmetoder som ger mindre näring i början av odlingen.

Forskningsinsatser bör inriktas bl.a. mot att kartlägga läckaget till marken med hjälp av lysimeterstudier, att testa behovsanpassad gödsling under praktiska förhållanden och att utvärdera om depågödsling med långsamavgivande gödselmedel kan fungera i normal plantskoledrift.

Kompletterande studier av näringsutnyttjandet vid andra plantskolor med andra gödslingsrutiner och grödor, samt vid samma plantskolor under olika väderbetingelser, skulle ge ytterligare värdefull information.

En erfarenhet av denna studie är också att det är viktigt att plantskolorna utvecklar bättre rutiner för att följa upp näringstillförseln till enskilda plantpartier och att med jämna mellanrum följa upp resultatet, bl.a. genom att mäta näringsinnehållet i plantorna.

Referenser

- Aaltonen, M. & Koivunen, M. 1996. Erfarenheter av snabbkvävetmetod. I: Växtnäring och bevattning av frilandsgrönsaker – inverkan på miljö och livsmedelskvalitet. NJF-utredning / Rapport nr 114. Höör, Sverige.
- Anon., 1994. Handlingsprogram för trädgårdsnäringens miljöfrågor. Jordbruksverket, Rapport 1994:14. 63 s.
- Anon., 2000. Sektorsmål och åtgärdsprogram för reduktion av växtnäringsförluster från jordbruket. Jordbruksverket, Rapport 2000:1. 162 s.
- Brink, N. & Gustavsson, A. 1984. Förluster av växtnäring från sandjord. Ekohydrologi 17, Avdelningen för vattenvårdslära. SLU, Uppsala.
- Ericsson, T. 1981. Growth and nutrition of three Salix clones in low conductivity solutions. *Physiol. Plant.* 52: 239–244.
- Hörnsten, L. 1996. Emissioner på grund av skogsföryngring och gödsling – en inventering för LCA av träprodukter. SkogForsk, Arbetsrapport nr 323.
- Ingestad, T. 1981. Nutrition and growth of birch and grey alder seedlings in low conductivity solutions and at varied relative rate of nutrient addition. *Physiol. Plant.* 52: 454–466.
- Juntunen, M-L., Hammar, T., Rikala, R. & Kangasjärvi, J. 1997. Environmental impact from forest tree nurseries – the leaching of nutrients. *Ambiotica* 1, 97: 62–65.
- Juntunen, M-L. & Rikala, R. 2000. Miljöledningssystem i produktionen av skogsträdplantor. I: M. Poteri (red.) NSFP plantskolekonferens 6-8/9 1998, föredrag vid Suonenjoki forskningsstation. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 766, 2000. pp 35–44.
- Koefoed Petersen, K. 1997. Depotgødning til containerplanter – set i relation til kvælstofudvaskning. *Gartner tidende* 31/97: 19–21.
- Nyström, C., Hannerz, M., Stenström, E. & Lindelöw, Å. 2001. Enkätundersökning om skogsplantskolornas miljöpåverkan. SkogForsk, Arbetsrapport (under bearbetning).
- Rudin, L. 1999. Behovsanpassade gödsling av frilandsodlade plantskoleväxter. Länsstyrelsen i Skåne län, Lantbruksenheten Växt/Trädgård. 1999-03-01.
- Rudin, L. 1999. Behovsanpassade gödsling av containerodlade plantskoleväxter. Länsstyrelsen i Skåne län, Lantbruksenheten Växt/Trädgård. 1999-03-01.

Rytter, L. & Ericsson, T. 2000. Effektivare utnyttjande av gödselmedel i skogsplantaskolor. PLANTaktuellt nr 1, 2000. Sid 1–3

Timmer, V. R. & Armstrong, G. 1987. Growth and nutrition of containerized *Pinus resinosa* at exponentially increasing nutrient additions. *Can. J. For. Res.* 17: 644–647.

Personligt meddelande

Eva Ring, SkogForsk, Uppsala

