

Lantbruks- högskolans meddelanden



REPORTS OF THE AGRICULTURAL COLLEGE OF SWEDEN

Allmänt

Steen, E. : Stigande mängder kväve till fem vallgräsarter skördade tre gånger per säsong

Ekonomi

Summary: *Increasing amounts of nitrogen to five grass species cut three times per season*

Teknik

56

Mark · Växter

Trädgård

SERIE A · NR 176 UPPSALA 1972

Husdjur

Stigande mängder kväve till fem vallgräsarter skördade tre gånger per säsong

av Eliel Steen
Institutionen för växtodling
Lantbrukshögskolan
750 07 UPPSALA 7

Summary: *Increasing amounts of nitrogen to five grass species cut three times per season*

Lantbrukshögskolans meddelanden A, 176

Mark · Växter 56

UDK 631.585:631.811.1

Uppsala 1972

Innehåll

Inledning,	3
Försöksplan,	3
Försöksplatser,	4
Växtmateriallets torrsubstanshalt,	5
Torrsubstansskörd,	7
Delskördarna,	10
Regressionen av torrsubstansskörden på kvävegivan,	12
Gräs och ogräs i vallarna,	14
Torrsubstansens smältbarhet,	15
Skörd av smältbar torrsubstans,	16
Växtmateriallets innehåll av energi,	17
Omsättbar energi och nettoenergi,	19
Energimängd per arealenhet,	19
Halt av råprotein,	21
Skörd av råprotein,	22
Smältbart råprotein,	26
Gödselkvävet utnyttjande,	26
Halten nitratkväve,	27
Halten socker,	29
Halten växttråd,	29
Den oorganiska fraktionen,	31
Aska, 31: Kalium, 32; Kalcium, 32; Magnesium, 34; Natrium, 34;	
Fosfor, 34; Svavel, 34	
Diskussion,	35
Sammanfattning,	39
Summary,	41
Litteratur,	42

Inledning

Kvävets mycket starka inflytande på vallgräSENS avkastning är väl känd. I praktisk odling är riklig kvävegödsling självklar när det gäller att uppnå hög skörd av torrsubstans och råprotein från gräsvall.

Åtskilligt finns redovisat om vallgräSENS reaktion på kväve under försöksmäs-siga betingelser. Mycket av detta gäller första skörden tagen på höstadiet, isynner-het i något äldre redogörelser (Larsson, 1959). En annan del gäller kväve till betes-vallar som domineras av gräs (Giöbel & Steen, 1962) eller gräs skördade på betes-stadiet (Steen, 1968). Därutöver har försöken belyst förhållandet mellan baljväxter och kvävegödsel i blandad klöver- och gräsvall (Jónsson & Frank, 1966).

Försöksavdelningen för slutna växtodling har under senare år ägnat kvävegöds-lingsproblemet i vall stor uppmärksamhet. En fråga har gällt renbestånd av de vik-tigaste vallgräSEN, som gödslats med stigande mängder kväve upp till höga mängder och som skördats tre—fem gånger per säsong.

Försöksplan

I den först startade serien till belysning av gräs—kväveproblemen, R6-503, hade för-söksplanen följande utseende:

1. Kväve i 15,5-procentig kalksalpeter, kg/ha och säsong	2. Arter
0	Timotej
45	Ängssvingel
90	Hundäxing
180	Engelskt rajgräs
360	Foderlosta

Följande sorter användes: Vanadis timotej, Svalöfs Sena ängssvingel, Frode hund-äxing, Viva engelskt rajgräs och Frigga foderlosta.

Utsädesmängderna var följande: timotej 16 kg, ängssvingel 24 kg, hundäxing 20 kg, engelskt rajgräs 25 kg och foderlosta 30 kg per hektar.

Kalksalpetern fördelades på tre lika givor, en på våren, en efter första och en efter andra skörd. På våren gavs lika till alla led, 900 kg kalisuper 15—15 per hektar, dvs. 60 kg fosfor och 110 kg kalium. Detta är en ganska hög årlig giva, som valts med tanke på den stora bortförslin av P och K med grödan vid de högsta kväve-mängderna.

Försöken såddes in på våren i korn. Sedan skyddssäden skördats övergödslades nyinsädden med cirka 50 kg kväve per hektar.

Försöksmässig skörd verkställdes i första, andra och tredje årets vall. Försöken skördades tre gånger per säsong, vilket ger en genomsnittlig utveckling motsvarande ensilagestadiet.

I medeltal inträffade de tre skördarna på följande tidpunkter:

Skörd 1 10 juni

Skörd 2 28 juli

Skörd 3 26 september

Antalet tillväxtdagar mellan första och andra skörd var således 48 dagar, mellan andra och tredje skörd 60 dagar. Skillnaderna i det avseendet mellan första, andra och tredje årets vall var obetydliga. Variationen var däremot stor mellan år och mellan platser.

Försöksplatser

Försöksserien genomfördes i södra, västra och östra jordbruksförsöksdistrikten. Sammanlagt ingick åtta försöksplatser, tre i södra, två i västra och tre i östra distrikten.

Försök såddes in enligt följande schema ifråga om platser och år:

Plats	Distrikt	Län	Anläggningsår	
Kungsängen	Ö	C	1963	1967
Lanna	V	R	1963	1967
Dingle	V	O	1963	1967
Stenstugu	S	I	1963	1967
Ugerup	S	L	1964	
Morup	S	N	1964	
Stora Skedvi	Ö	W	1964	
Göksholm	Ö	T	1967	

Sammanlagt genomfördes således 12 försök i tre år, dvs. 36 enskilda årsskördar.

Alla försöken låg på fastmarksjordar. En översikt över jordartsförhållanden och marktillstånd lämnas i tabell 1. Härav framgår att fem av tolv försöksplatser låg på lerjord, fem på mojord och två på sandjord. Spridningen är ganska stor vad gäller växtnäringstillståndet. Tre fält hade låga P-AL-tal. Ett fält hade lågt K-AL-tal. Reaktionstalet låg under 6 i tre fält.

De klimatiska förhållandena har stort inflytande på de olika momenten i försöksplanen. De diskuteras närmare på s. 10 i samband med analysen av torrsubstansskördarnas variation, varvid klimatförhållandena har särskilt stor betydelse.

Tabell 1. Jordart och växtnäringstillstånd i försöksfälten
Table 1. Soil type and state of plant nutrition in the fields

Plats <i>Place</i>	Anläggningsår <i>Year of establishment</i>	Jordart <i>Soil type</i>	P-		K-		pH
			AL	HCL	AL	HCL	
Dingle	1963	Mullrik molättlera	III	3	IV	4	5,6
Kungsängen	1963	Måttl. mullrik styv lera	II	4	III	5	6,5
Lanna	1963	Måttl. mullhaltig styv lera	I	2	III	4	5,9
Stenstugu	1963	Måttl. mullhaltig lerig sandig mo	IV	2	III	2	6,5
Morup	1964	Måttl. mullhaltig svagt lerig moig sand	III	2	III	2	5,5
St. Skedvi	1964	Något mullhaltig svagt lerig mo	III	3	III	2	6,1
Ugerup	1964	Mullfattig svagt lerig moig sand	IV	2	IV	2	6,1
Dingle	1967	Något mullhaltig svagt lerig mo	III	3	II	2	6,7
Göksholm	1967	Mullfattig lerig sandig mo	IV	4	IV	3	6,0
Kungsängen	1967	Måttl. mullhaltig styv lera	IV	5	III	5	6,8
Lanna	1967	Mullfattig mellanlera	II	2	III	4	6,8
Stenstugu	1967	Måttl. mullhaltig lerig sandig mo	IV	2	IV	3	6,6

Explanations to soil types:

Lera = <i>clay</i>	Rik = <i>rich</i>	Haltig = <i>containing</i>
Mo = <i>fine sand</i>	Fattig = <i>poor</i>	Svagt = <i>lightly</i>
Sand = <i>sand</i>	Lätt = <i>light</i>	Något = <i>somewhat</i>
Mull = <i>humus</i>	Styv = <i>heavy</i>	Måttligt = <i>moderately</i>
		Mellan = <i>intermediate</i>

Växtmaterialets torrsbstanshalt

Som mått på skördens storlek är mängden torrsbstans i regel säkrare än hö, som i sin tur är säkrare än grönmassa. Särskilt är detta fallet när man jämför växtmaterial med olika vattenhalt, exempelvis rödklöver och gräs. Torrsbstanshaltens varia-

Tabell 2. Faktorsmedeltal för växtmaterialets torrsubstanshalt i procent. Medeltal av sju försöksplatser
 Table 2. Factor averages of dry matter percentage in the green matter. Averages of seven trial places

Arter [Species]					
	Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Pereun. ryegrass</i>	Foderlost <i>Brome grass</i>
%	24,6	25,3	24,7	25,5	24,3
Kväve kg/ha och skörd [Nitrogen, kg /ha and cut]					
	0	15	30	60	120
%	26,5	26,7	25,4	23,7	21,9
Vallår [Lev year]					
	1	2	3	Medel [Average]	
%	25,1	24,5	25,0	24,9	
Skörd nr [Cut no.]					
	1	2	3		
%	23,5	27,5	23,5		

Varianskvoter: Mellan arter 5,35***, mellan N-gödslingar 93,0***, mellan vallår 3,97*, mellan skördar 10,0***.

Quotients: Between species 5,35***, between N/fertilizations 93,0***, between ley years 3,97*, between cuts 10,0***.

Signifikansnivåer:

Levels of significance:

- * = $P \leq 5\%$
- ** = $P \leq 1\%$
- *** = $P \leq 0,1\%$

tion i materialet med hänsyn till arter, kvävegödning, vallår och skördenummer framgår av tabell 2.

Skillnaden mellan de olika arterna i halt av torrsubstans är liten men dock signifikant. Medeltalet ligger vid cirka 25 procent. Foderlost, timotej och hundäxing ligger något under, engelskt rajgräs och ängssvingel något över detta medeltal.

Stigande kvävegödning leder till en klar sänkning av torrsubstanshalten från 26,5 till 21,9 procent.

Mellan vallår är skillnaderna små. Mellan skördar är de större. Högst är torrsubstanshalten i andra skörd, dvs. i skörden under högsommaren, då vädret normalt är torrast och varmest på säsongen.

Variationerna i torrsubstanshalt är således ganska små mellan arter och vallår, något större mellan skördar och stora mellan olika kvävenivåer. Framför allt när det gäller olika starkt kvävegödslade led är det därför viktigt att jämförelser baseras på torrsubstans.

Som tumregel kan således gälla att en fjärdedel är torrsubstans och tre fjärdedelar är vatten när det rör sig om gräsdominerat växtmaterial som gödslats med måttligt höga kvävegivor och som skördas på ensilagestadiet. Annorlunda uttryckt är grönmasseskörden cirka fyra gånger så stor som torrsubstansskörden. Torrsubstanshalten ligger således förhållandevis högt och högre än i klöverrikt material, där halten ofta ligger under 20 procent, dvs. grönmasseskörden är fem gånger så stor som torrsubstansskörden.

Torrsubstansskörd

Grundmättet på avkastningen är således lämpligen bruttoskörden av torrsubstans per arealenhet. Försöksrutorna skördades med normal stubb höjd för slättervall. De genomsnittliga torrsubstansskördarna redovisas i tabell 3. Skörden av olika gräsarter uttryckt i relativa tal har sammanställts i tabell 4. Tabellerna visar att hundäxingen gett den högsta skörden i medeltal för de tre vallåren. Därefter kommer ängssvingeln och sedan foderlostan. Timotej och engelskt rajgräs ger den lägsta avkastningen. De är inbördes jämförbara. Skillnaderna mellan arterna är statistiskt signifikanta. Det finns även ett statistiskt signifikant samspel mellan arter och vallår. Skillnaderna mellan arterna är m. a. o. olika från år till år, vilket avspeglar arternas olika utvecklingsrytm och varaktighet. Mest markant är det engelska rajgräsets nedgång och foderlostans uppgång från första till tredje årets vall.

Tabell 4 illustrerar ytterligare skillnaderna mellan olika år. Genomsnittligt för hela materialet ger första årets vall den högsta, andra årets vall den näst högsta och tredje årets vall den lägsta skörden. Man bör då komma ihåg att torråret 1969 slår igenom hårt i andraårsvallarna (jfr anläggningsplanen s. 4). I blandad klövergräsvall är normalt skörden störst i andra årets vall, näst störst i första och lägst i tredje årets vall. Sannolikt får man samma förhållande i gräsvall i ett stort material.

Av de olika arterna visar det engelska rajgräset ej tillfredsställande uthållighet. I första årets vall är skörden mycket hög. I andra årets vall är den redan avsevärt reducerad och i tredje årets vall är den blott hälften av första årets skörd. Foderlostan visar däremot en bättre varaktighet än de andra gräsen och ger den lägsta relativa skörden i första årets men den högsta i andra årets vall. De tre övriga arterna, timotej, ängssvingel och hundäxing, har ungefär samma utvecklingsrytm med gradvis avta-

Tabell 3. Faktorsmedeltal för skörd av torrsubstans, kg per hektar. Medeltal av sju försöksplatser

Table 3. Factor averages of yield of dry matter, kg per hectare. Average of seven trial places

Arter [Species]						
	Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	Foderlost <i>Brome grass</i>	
Kg/ha	5 720	6 330	6 810	5 690	6 130	
Kväve, kg/ha och år [Nitrogen, kg/ha and year]						
	0	45	90	180	360	
Kg/ha	2 840	4 530	6 170	8 260	9 010	
Vallår [Ley year]						
	1	2	3	M:tal [Average]		
Kg/ha	7 010	6 000	5 580	6 200		
Skörd nr [Cut no.]						
	1	2	3			
Kg/ha	2 910	1 870	1 430			

Variationskvoter: Mellan arter 14,4***, mellan N-gödslingar 419,8***, mellan vallår 55,7***, mellan skördar 241,2****. Samspel arter \times vallår [Interactions species \times ley years] 17,7***.

Tabell 4. Relativ torrsubstansskörd för de fem gräsarterna i vall 1–3

Table 4. Relative dry matter yield of the five grass species in leys 1–3

Vallår <i>Ley year</i>	Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	Foderlost <i>Brome grass</i>	
Timotej = 100						
1	100	114	117	130	96	
2	100	112	117	84	119	
3	100	106	124	79	125	
Vall 1 = 100						
1	100	100	100	100	100	M:tal [Average]
2	89	88	90	58	111	86
3	83	77	88	50	109	80
M:tal 1–3 <i>Average 1–3</i>	100	111	119	99	113	

Tabell 5. Torrsubstansskörd vid stigande kvävegödning, relativa tal

Table 5. Dry matter yield at increasing amounts of nitrogen in relation to the average at each N-level

Arter <i>Species</i>	N, kg per ha och år [<i>N, kg per hectare and year</i>]				
	0	45	90	180	360
Medeltal [<i>Average</i>]	100	100	100	100	100
Timotej [<i>Timothy</i>]	90	93	95	92	92
Ängssvingel [<i>Meadow fescue</i>]	106	104	104	103	98
Hundäxing [<i>Cocksfoot</i>]	105	112	111	110	110
Eng. rajgräs [<i>Perennial ryegrass</i>]	96	93	91	92	91
Foderlosta [<i>Brome grass</i>]	103	99	100	103	110

gande avkastning från första till tredje årets vall.

Statistiskt säkra samspel har inte kunnat påvisas för torrsubstansskördens del mellan kvävegödning och arter eller mellan kvävegödning och vallår. Effekten av kvävet på de fem arterna och de tre vallåren är således i stort sett densamma. Det kan därför vara tillräckligt att redovisa medeltalen, tabell 3, samt relativtalen för de olika arterna, tabell 5. Det bör dock påpekas att torråret 1969 och utgång i det engelska rajgräset sannolikt starkt bidragit till att inga sådana samspel erhållits.

Utan någon kvävegödning ger gräsvallen i medeltal för de i allt 36 försöken 2 840 kg torrsubstans per hektar och år. Med stigande mängder kväve ökar skörden betydligt. Redan med 90 kg kväve är skörden mer än fördubblad och med 180 kg nära nog tredubblad. De sista 180 kilona kväve, dvs. ökning från 180 till 360 per hektar och säsong, ger ett förhållandevis sämre utbyte.

De relativa talen illustrerar att effekten av kvävet i stort sett är densamma för de olika arterna. Dock urskiljer man ett par tendenser. Ängssvingeln och det engelska rajgräset ger jämfört med de övriga arterna den bästa skörden vid låg eller ingen kvävegödning. Hundäxingen och foderlostan visar tvärtom en antydning till den förhållandevis högsta skörden vid den högre kvävegödningen.

Regressionsanalys har utförts på sambandet mellan kvävegivans storlek och torrsubstansskördens storlek. Regressionen belyser sambandet bättre än variansanalysen, s. 12.

De ovan diskuterade resultaten gäller medeltalen av alla försöksplatserna. Skillnaderna i jordart och klimat mellan de olika försöksplatserna är emellertid stora. Likaså är skillnaderna mellan de olika åren ganska betydande. En granskning av materialet med hänsyn till dessa olikheter visar följande:

Mellan lerjordar och lättare jordar finns en mindre skillnad. Skörden av torrsubstans är något högre på den lättare jorden än på lerjorden. Effekten av kvävet är också något bättre. Följande regressioner erhöles

$$\text{Lättare jordar } y = 2\,889 + 44,97x - 0,077x^2$$

$$\text{Lerjordar } y = 2\,734 + 40,06x - 0,059x^2$$

där x är kvävegivan i kg kväve per hektar (Jfr nedan s. 12).

De starkaste effekterna har emellertid utvintringsskador haft. Variationen mellan år är således framför allt betingad av sådana skador. Särskilt har engelskt rajgräs drabbats, vilket var väntat. Svaga bestånd konstaterades i andra och tredje årets vallar vid Kungsängen, Lanna, Stenstugu och Morup. Därnäst ifråga om vinter-skador kommer hundäxingen med ojämna bestånd i försöken vid Lanna och Kungsängen 1965—1966. Foderlostan var något ojämn i försöket vid Lanna 1970.

På grund av det starka inflytandet av utvintringar är det svårt att urskilja någon klar skillnad mellan försöksplatser i olika delar av landet. Ej heller framträder olikheterna mellan torra och fuktiga år särskilt starkt. Intressant är också att den olikhet som finns helt eliminerats vid högre kvävegivor, dvs. kvävet har haft en avsevärt större verkan under fuktiga än under torra betingelser.

Det föreligger däremot ett mera normalt samband mellan nederbörden under anläggningsåret och skörden i första årets vall:

Anläggningsår	Nederbörd april — september, mm		Rel. skörd torrsubstans
	Anläggningsåret	Första årets vall	Första årets vall
1964	267	430	100
1963	357	256	134
1967	378	341	159

Siffrorna illustrerar således att torra anläggningsår ger svagare vallar än fuktiga år och att nederbörden under första skördeåret då spelar en mindre roll. Man bör dock observera att materialet gäller medeltalet av fem olika arter, varav några även drabbats av skador första vintern. Med enbart timotej och ängssvingel skulle sannolikt effekten av nederbörden även under första skördeåret ha framträtt tydligare.

Delskördarna

Försöken skördades enligt planen tre gånger per säsong. Det är därför nödvändigt att något granska de olika delskördarnas andel av den sammanlagda skörden. I genomsnitt för hela materialet erhöles den procentuella fördelningen på de tre delskördarna, som redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Den sammanlagda torrsubstansskördens fördelning på de tre delskördarna
 Table 6. The spread of the total DM yield over the three cuts

	Skörd nr [Cut no.]		
	1	2	3
Vallår [<i>Ley year</i>]			
1	44	32	24
2	50	28	22
3	47	31	23
Arter [<i>Species</i>]			
Timotej [<i>Timothy</i>]	52	27	21
Ängssvingel [<i>Meadow fescue</i>]	48	29	23
Hundäxing [<i>Cocksfoot</i>]	42	32	26
Eng. rajgräs [<i>Perennial ryegrass</i>]	44	34	22
Foderlosta [<i>Brome grass</i>]	50	31	19
N, kg/ha och skörd [N, kg/ha and cut]			
0	54	28	18
15	51	29	20
30	49	30	22
60	46	31	23
120	43	32	25
Medeltal [<i>Average</i>]	47	30	23

Mellan de tre vallåren är skillnaderna inte särskilt stora. Den jämnaste säsongvisa fördelningen har dock första årets vall.

De fem arterna uppvisar vissa skillnader. Den ojämnaste fördelningen har timotej och foderlosta med stor första och liten tredje skörd. Man kan betrakta dessa två som de mest hötypsbetonade arterna. Den jämnaste fördelningen har hundäxing. Därefter kommer det engelska rajgräset. Ängssvingeln ligger mellan dessa två huvudgrupper.

Medeltalen för hela materialet visar att första skörden uppgår till nära hälften av den totala skörden under säsongen. Den tredje skörden är den klart minsta med knappt fjärdedelen av den totala skörden.

Kvävegödslingen har ett mycket tydligt inflytande på totalskördens fördelning på delskördar. Procentsiffrorna visar en systematisk förskjutning med stigande kvävemängd mot mindre första skörd och mot ökad andra och tredje skörd. Kvävet medför således en betydande säsongutjämning (jfr Jónsson, 1971).

Regressionen av torrsubstansskörden på kvävegivan

Redan en hastig blick på siffrorna i tabell 3 visar att skördeökningen per mängdenhet tillfört kväve inte är rätlinjig. Utbytet avtar i varje fall mellan givorna 180 och 360 kg, men redan mellan 90 och 180 kg urskiljer man en viss nedgång.

En överslagsberäkning visar att utbytet av de första 45 kilona kväve är 38 kg torrsubstans per kg kväve om man förenklat utgår ifrån ett lineärt samband och om man bortser från positiva samspelseffekter av fosfor och kalium. För nästa 45 kilo blir motsvarande utbyte 36 kg. Mellan intervallet 90 och 180 kg kväve blir utbytet 23 kg, dvs. den avtagande trenden har förstärkts. Mellan 180 och 360 kg slutligen är utbytet avsevärt lägre eller 5 kg torrsubstans per kg kväve.

Uppenbarligen innebär det en alldeles för grov schematisering att låta sambandet mellan kvävemängd och torrsubstansutbyte representeras av en rät linje, i varje fall när spännvidden är så stor som 360 kg kväve. Därför intresserar i första hand regressionsanalysens andragradsekvationer.

Andragrads kurvorna för hela materialet redovisas i figur 1. Härav kan följande utläsas:

Skillnaderna mellan de tre vallåren är tydliga. Högst ligger första årets, näst högst andra årets och lägst tredje årets vall. Utbytet av kvävet är relativt sett lika stort. I absoluta tal avtar det från första till tredje årets vall. Kurvornas ekvationer är följande:

$$\text{Vall 1} \quad y = 3\,428 + 45,40x - 0,073x^2$$

$$\text{Vall 2} \quad y = 2\,592 + 42,17x - 0,067x^2$$

$$\text{Vall 3} \quad y = 2\,413 + 40,85x - 0,068x^2$$

$$\text{Medeltal} \quad y = 2\,822 + 42,86x - 0,070x^2$$

För de tre delskördarna erhåller man på liknande sätt ett avtagande utbyte från första till tredje skörd. Det relativa utbytet per kg kväve är i stort sett detsamma. I absoluta tal avtar det således i förhållande till skördarnas storlek. Ekvationerna för de tre kurvorna har följande utseende:

$$\text{Skörd 1} \quad y = 1\,627 + 52,29x - 0,275x^2$$

$$\text{Skörd 2} \quad y = 759 + 41,77x - 0,196x^2$$

$$\text{Skörd 3} \quad y = 455 + 35,21x - 0,158x^2$$

$$\text{Medeltal} \quad y = 951 + 43,16x - 0,210x^2$$

Kurvorna för delskördarna visar att tekniskt maximum nås vid cirka 100 kg kväve per delskörd när tre skördar tas. Ytterligare kväve ger inte högre torrsubstansskörd. För hela säsongen betyder detta maximalt 300 kg kväve. Kurvorna talar för att 225–250 kg är en praktiskt lämplig maximigiva. Detta gäller om kvävet fördelas lika på de tre delskördarna.

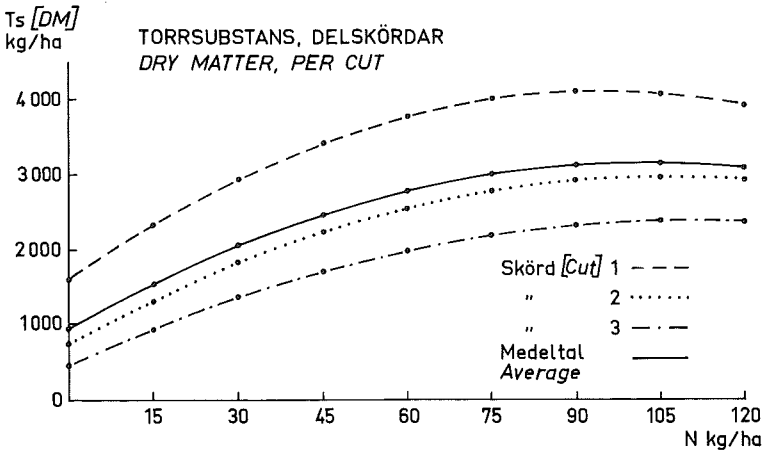
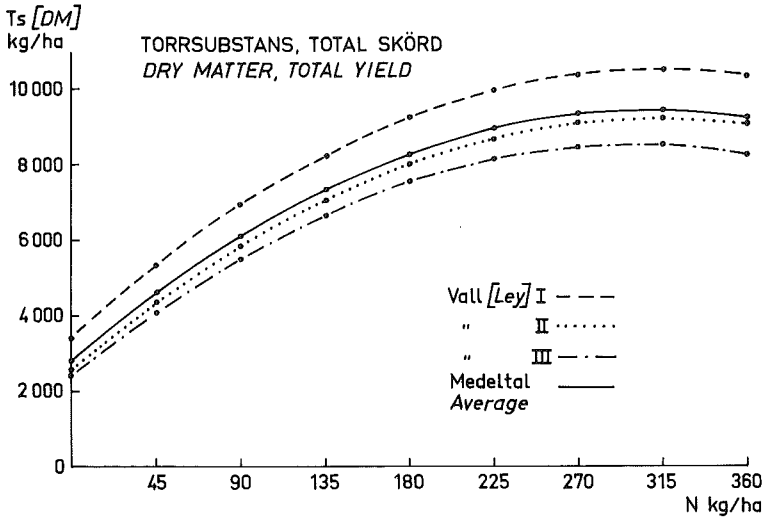


Fig. 1.

Tidigare kunde konstateras att effekten av kvävet i stort sett var lika stor på de fem i försöket ingående gräsarterna. Kurvorna i figur 1 är således representativa för alla arterna. De lägst avkastande arterna ligger något under och med en aningen flaccare kurva. De högst avkastande ligger något över med en aningen brantare kurva.

Tabell 7. Insått gräs i procent av beståndet
Table 7. Sown grasses in per cent of the stand

Arter [<i>Species</i>]					
	Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	Foderlost <i>Brome grass</i>
%	90	94	96	94	93
Kvävegödsling [<i>Nitrogen fertilization</i>]					
	0	45	90	180	360
%	89	94	95	95	95
Vallår [<i>Ley year</i>]					
	1	2	3	M:tal [<i>Average</i>]	
%	96	95	90	94	
Skörd nr [<i>Cut no.</i>]					
	1	2	3		
%	97	92	92		

Variationskvoter: Mellan arter 23,0*** mellan N-gödslingar 33,7*** mellan vallår 64,6*** mellan skördar 23,6***. Samspel vallår × arter 6,21*** N-gödslingar × arter 2,32*.

Gräs och ogräs i vallarna

De ovan redovisade torrsubstansskördarna gäller totala skörden i försöksrutorna. Eventuell förekomst av ogräs ingår således i siffrorna. Andelen gräs och ogräs har emellertid genomgående bestämts i försöken, i de flesta fall genom rutvis uppskattning i fält (tabell 7). Skörden av enbart insått gräs har framräknats ur resultaten av dessa analyser.

Mellan olika arter finns smärre men dock signifikanta skillnader. Timotej-leden har lägsta gräsprocenten och högsta ogräsprocenten, 90 respektive 10 procent. Hundäxing-leden har minst ogräs eller 4 procent. De övriga tre försöksleden utgöres till 5–6 procent av ogräs och 94–95 procent av insått gräs.

Med stigande kvävegödsling sker inga större förändringar bortsett från det ogödslade ledet i jämförelse med de övriga fyra. Ogräshalten i det ogödslade ledet är således 11 procent mot 5–6 procent i kväveleden.

Det framgår vidare av tabellen att ogräshalten är högre i andra och tredje än i första skörd, samt att ogräsandelen ökar med stigande vallålder.

Med gräs- och ogräsprocenterna som bakgrund kan torrsubstansskördarna ånyo granskas. Förhållandet mellan de fem arterna blir då något annorlunda. Följande relativa tal för torrsubstansskörd av insått gräs erhålles:

Timotej	Ängssvingel	Hundäxing	Eng. rajgräs	Foderlosta
100	116	127	103	117

Dessa relativtal bör jämföras med de för ogräs icke korrigerade bruttosiffrorna i tabell 4, s. 8.

Utgår man ifrån skörden av rent gräs blir således timotejens underlägsenhet ännu mer framträdande. T.o.m. det engelska rajgräset ger något bättre utbyte än timotejen trots att rajgräset drabbats av utvintringsskador i flera av försöken. Å andra sidan blir hundäxingens ställning som den högst avkastande arten ännu mera markerad. Foderlostan och ängssvingeln hamnar även nu i mitten på rangskalan.

Vad gäller kvävegödslingen betyder framräkningen av rent, insått gräs att de ögödslade leden ger relativt sett ännu lägre skörd.

Jämförelser på basis av rent gräs betyder vidare att första skörden blir relativt mer betydelsefull och att det avtagande torrsubstansutbytet med stigande vallålder blir mer utpräglat.

Torrsubstansens smältbarhet

Utöver ogräshalten och framräkningen av rent insått gräs har det stor praktisk betydelse att känna till även den skördade torrsubstansens smältbarhet. Skörden av smältbar torrsubstans eller av smältbar organisk substans är ett annat mått på skördens storlek, som i vissa situationer har större intresse än torrsubstansskörden i sin helhet. Från smältbarheten kan man vidare framräkna torrsubstansens innehåll av energi (se s. 17–21). I tabell 8 har medeltalen av 14 försök redovisats.

Timotejen har den högsta genomsnittliga smältbarheten eller 72,1 procent. Lägst är hundäxingens smältbarhet, 68,9 procent, näst lägst foderlostans. Ängssvingel och engelskt rajgräs har medelhög smältbarhet.

Kvävegödslingen ger vid låga mängder en viss höjning av smältbarheten, vid högre givor orsakar den däremot en sänkning. Lägre givor leder till att bladprocenten ökar, varigenom smältbarheten påverkas positivt. Vid ytterligare ökad kvävegödsling blir tillväxten så snabb att en viss stråskjutning och därmed förvedning hinner ske, var igenom smältbarheten ånyo sjunker.

Mellan första, andra och tredje årets vall är skillnaderna i smältbarhet små men ändå signifikanta.

Tabell 8. Torrsubstansens smältbarhet in vitro. Medeltal av 9 försök
 Table 8. *In vitro* digestibility of the dry matter. Averages of 9 trials

Arter [<i>Species</i>]					
	Timotej	Ängssvingel	Hundäxing	Eng. rajgräs	Foderlosta
	<i>Timothy</i>	<i>Meadow fescue</i>	<i>Cocksfoot</i>	<i>Perenn. ryegrass</i>	<i>Brome grass</i>
%	71,8	69,6	68,4	69,7	68,8
Kväve, kg/ha och skörd [<i>Nitrogen, kg/ha and cut</i>]					
	0	15	30	60	120
%	69,7	70,9	70,8	69,3	67,7
Vallår [<i>Ley year</i>]					
	1	2	3	M:tal [<i>Average</i>]	
%	69,0	70,3	69,6	69,7	
Skörd nr [<i>Cut no.</i>]					
	1	2	3		
%	73,0	68,5	68,7		

Variationskvoter: Mellan arter 21,5*** mellan N-gödslingar 19,6***, mellan vallår 8,9*** mellan skördar 102,1***. Samspel vallår × N-gödsling 3,3***

Mellan de tre delskördarna under säsongen finns likaså signifikanta skillnader. Första skörd har således klart högre smältbarhet än andra och tredje skörd, 73 respektive 68,5 procent. Ett signifikant samspel finns mellan vallår och kvävegödsling. Minskningen i smältbarhet vid de högsta kvävegivorna är nämligen mera markerad i första och tredje än i andra skörd. Någon förklaring till detta kan inte ges.

Skörd av smältbar torrsubstans

I stora drag kan man således räkna med 70 procents smältbarhet för torrsubstansens del när det gäller renbestånd av gräs skördade på ensilagestadiet. Detta svarar mot ett skördesystem med tre skördar per säsong.

Räknar man fram skörden av smältbar torrsubstans för varje försöksled får man dock ett något annorlunda resultat än när man utgår från torrsubstans, eftersom det finns smärre skillnader mellan leden.

Arterna med högre smältbarhet främst timotej kommer i ett något gynnsammare läge, arterna med lägre smältbarhet, såsom hundäxing och foderlosta ger relativt

något lägre utbyte. Med stigande kvävegödning erhåller man vidare en relativt något mindre ökning av skörden. Första skörd framstår slutligen mera markerad än de övriga skördarna om man baserar jämförelsen på smältbar torrs substans.

Växtmaterialens innehåll av energi

Fodervärdet hos växtmaterial avsett som foder för idisslare karakteriseras normalt av dess innehåll av omsättbar energi eller nettoenergi samt av dess innehåll av smältbart råprotein. Numera anger man i Sverige energivärdet som megakalorier omsättbar energi per kg torrs substans. Detta framräknas med utgångspunkt från smältbarheten eller från s.k. fodermedelsanalys. För smältbarheten hos gräs gäller sambandet $y = 0,041x - 0,31$ där y är antalet megakalorier omsättbar energi per kg organisk substans och x är den organiska substansens smältbarhet. Bestämning av smältbarhet in vitro infördes 1968. För växtmaterialet från åren före ligger fodermedelsanalysen till grund för beräkningen av energivärdet.

En kontroll av skillnaden i energivärde mellan de två metoderna gjordes därför på materialet från försöken i vall 1 och vall 2 vid Lanna och Kungsängen åren 1968 och 1969. Resultaten redovisas i tabell 9.

I medeltal för hela materialet ger smältbarhet in vitro högre energivärde än fodermedelsanalys, 2,39 och 2,57 eller relativtalen 100 respektive 108. Med detta har man en korrektionsfaktor för omräkning från den ena till den andra bestämningen. En viss variation finns men den är försumbar mellan arter och vallår. Däremot tyder siffrorna för stigande kvävegödning på att något lägre korrektionstal bör gälla för den högsta kvävegödningen (jfr s. 15–16).

Ovan nämnda förhållanden visar att växttråden har olika karaktär från fall till fall orsakat av bl.a. olika kvävegödning, utvecklingsstadium, skördeintervall, växtslag och klimatiska faktorer. Härav följer förskjutningar i proportionerna mellan cellulosa, lignin, hemicellulosa och andra komponenter i växttråden. De visar också att växttråden i gräsen har något högre smältbarhet än man tidigare gjort gällande. Gräsens energivärde har därför något underskattats. Faktorn 1,08 kan användas för gräs skördade på ensilagestadiet vid omräkning från material baserat på fodermedelsanalys.

I materialet i sin helhet, omfattande i allt 7 försöksfält med vardera första, andra och tredje årets vall, finner man samma bild. Energivärdet blir således enligt fodermedelsanalysen 2,40 och enligt smältbarheten 2,58 Mcal per kg torrs substans. Försöksplatserna är dock inte helt igenom desamma för fodermedelsanalys som för smältbarhet.

Tabell 9. Omsättbar energi per kg torrsbstans på basis av fodermedelsanalys (a) respektive smältbarhet in vitro (b)

Table 9. Metabolizable energy per kg dry matter based on the Weende analysis (a) and in vitro digestibility (b) respectively

		Arter [Species]				
		Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	Foderlostas <i>Brome grass</i>
a		2,49	2,39	2,30	2,41	2,35
b		2,66	2,56	2,50	2,56	2,55
b/a		1,07	1,07	1,09	1,06	1,09
		Kväve, kg/ha och år [Nitrogen, kg/ha and cut]				
		0	15	30	60	120
a		2,38	2,38	2,39	2,38	2,41
b		2,58	2,63	2,62	2,53	2,46
b/a		1,08	1,11	1,10	1,06	0,98
		Vallår [Ley year]				
		1	2	3	M:tal [Average]	
a		2,38	2,38	2,39		
b		2,51	2,40	2,57		
b/a		1,06	1,09	1,08		

Av detta analysmaterial kan man vidare finna vad som framgår av tabell 9, nämligen att fodermedelsanalysen ger något större skillnader mellan arterna än smältbarhetsanalysen. I synnerhet får de högvuxna, normalt växträdrikare arterna hundäxing och foderlostas förhållandevis lägre energivärde, vilket innebär en underskattning av dessa arter. Beräkningen via smältbarheten visar att skillnaderna mellan de olika arterna inte är så stora. Dock kan man ange följande rangordning vad gäller energivärde i medeltal för vall 1–3.

	Omsättbar energi	
	Mcal per kg ts	Rel.
Timotej	2,66	100
Engelskt rajgräs	2,58	97
Ängssvingel	2,57	97
Foderlostas	2,55	96
Hundäxing	2,53	95

Kvävegödslingen åstadkommer en viss nedgång i energivärde vid de två högsta kvävegivorna. Detta framkommer ganska tydligt vid beräkning via smältbarheten men knappast via fodermedelsanalysen. De höga kvävegivorna åstadkommer en större och snabbare tillväxt, som sannolikt ökar andelen lignin i växtråden, vilket inte höjer växtrådhalten men sänker smältbarheten. Även i ledet utan kväve är energivärdet något lägre, vilket har att göra med den relativt lägre bladprocenten men högre stråandelen när inget kväve ges.

Mellan de tre delskördarna finns också skillnader. Energivärdet är tydligt högst i första skörd. Mellan andra och tredje skörd är skillnaden däremot liten. Följande medeltal erhöles för vall 1—3.

	Skörd nr		
	1	2	3
Enligt smältbarhet	2,71	2,53	2,54
Enligt fodermedelsanalys	2,42	2,39	2,42

Även här framträder olikheten mellan beräkning via smältbarhet och via fodermedelsanalys. Växtråden i första skörd har högre smältbarhet än i de två andra skördarna, sannolikt på grund av lägre ligninhalt.

Omsättbar energi och nettoenergi

Något bör också sägas om den tidigare brukade skandinaviska foderenheten som mått på nettoenergi. Denna baserar sig på fodermedelsanalysen. De relativa skillnaderna blir därför på det hela taget desamma som när man framräknar antalet megakalorier omsättbar energi via fodermedelsanalysen.

Från försöken vid Kungsängen, Lanna och Stenstugu har både omsättbar energi och nettoenergi uträknats. Genomsnittsmängden omsättbar energi var där 15 290 Mcal per hektar och säsong och mängden nettoenergi var 4 350 fe (sk) per hektar och säsong. Detta ger 3,51 Mcal per fe (sk) eller 0,29 fe (sk) per Mcal. Växtrådhalten var i detta material i medeltal 24,2 procent (jfr tabell 17).

Energimängd per arealenhet

Torrsubstansskörden utgör basen för bedömningarna av skördens storlek. Det har emellertid ett intresse att framräkna även mängden omsättbar energi per hektar. Detta kan ske med utgångspunkt från de på smältbarheten baserade energitalen som

Tabell 10. Omsättbar energi i megakalorier per hektar och år
 Table 10. Metabolizable energy, megacalories per hectare and year

		Arter [Species]				
		Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	Foderlosta <i>Brome grass</i>
Mcal		15 210	16 260	17 230	14 670	16 400
Rel.		100	107	113	96	108
		Kväve kg/ha och år [Nitrogen kg /ha and year]				
		0	45	90	180	360
Mcal		7 320	11 910	16 150	20 900	22 600
Rel.		100	163	221	286	309
		Vallår [Ley year]				
		1	2	3	M:tal [Average]	
Mcal		18 090	15 950	14 220	15 950	
Rel.		100	88	79		
		Skörd nr [Cut no.]				
		1	2	3		
Mcal		7 890	4 700	3 620		
Rel.						
% av total		49	29	22		

redovisas på s.18 och från torrsubbstanssiffrorna. Resultaten av beräkningen redovisas i tabell 10. Genomsnittet för hela materialet ligger vid 16 200 Mcal per hektar och säsong. Variationen mellan arter är av samma storleksordning som för torrsubbstanssens del. Genom timotejens något högre kvalitet uppnår dock övriga arter något lägre relativa tal i förhållande till timotejen än om man baserar jämförelsen på torrsubbstansskörden (jfr tabell 4).

Med stigande kvävemängder ökar mängden omsättbar energi från 7 320 till 22 600 Mcal per hektar och säsong. Den relativa ökningen är något lägre än för torrsubbstansskörden på grund av det något sjunkande energiinnehållet per kg torrsubbstans med stigande kvävegiva.

Mellan vallår är det inte att vänta några skillnader jämfört med torrsubbstansskörden eftersom energiinnehållet per kg torrsubbstans inte är signifikant olika. Trenden är således densamma. Mängden omsättbar energi sjunker från första till tredje årets vallår med de relativa talen 100, 88 och 79 (jfr tabell 4).

Tabell 11. Halten av råprotein. Medeltal av 3 försöksplatser. Procent av torrsubstansen

Table 11. Content of crude protein. Averages of 3 trial places. Per cent of the dry matter

Arter [Species]					
	Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	Foderlosta <i>Brome grass</i>
%	14,2	13,4	12,7	13,0	14,6
Kväve, kg/ha och skörd [Nitrogen, kg/ha and cut]					
	0	15	30	60	120
%	12,0	11,1	11,7	14,2	18,9
Vallår [Ley year]					
	1	2	3	M:tal [Average]	
%	13,1	13,8	13,9	13,6	
Skörd nr [Cut no.]					
	1	2	3		
%	12,3	14,2	15,8		

Variationskvoter: Mellan arter 19,6***, mellan N-gödslingar 318,4***, mellan vallår 10,9***, mellan skördar 120,0***.

Fördelningen på de tre delskördarna blir med hänsyn till det klart högre energiinnehållet i första skörden något mer markerat för den omsättbara energin än för torrsubstansen (jfr tabell 6). För omräkning till nettoenergi uttryckt i skandinaviska foderenheter kan det på sidan 19 angivna sambandet brukas: 1 fe (sk) = 3,51 Mcal. Man får då ett medeltal på 4 698 fe (sk) per hektar och säsong. Vid den högsta kvävegivan erhålles 6 555 fe (sk). Utan kväve erhålles 2 123 fe (sk) per hektar och säsong. De växtträdrikare arterna hundäxing och foderlosta blir något undervärderade vid beräkningen av nettoenergi jämfört med beräkningen av omsättbar energi.

Halt av råprotein

VallgräSENS innehåll av totalkväve och genom multiplikation med faktorn 6,25 av råprotein är ett av de viktigaste kvalitetsmåten. Det ligger också till grund för beräkningarna av mängden skördat råprotein per arealenhet.

Råproteinhaltens beroende av art, kvävegödsling, vallår och skördetillfälle framgår av tabell 11.

Signifikanta skillnader finns mellan arter. Foderlosta har den högsta genomsnittliga halten, timotej den näst högsta, hundäxingen den lägsta. Ängssvingel och engelskt rajgräs har medelhög råproteinhalt.

Kvävegödslingen åstadkommer anmärkningsvärt nog ingen ökning upp till 30 kg per skörd. Vid 60 kg och 120 kg är effekten däremot markant. Dock är halten något lägre än väntat vid en så pass hög giva som 60 kg kväve till varje delskörd. Mellan vallår finns förhållandevis små men signifikanta skillnader i form av ökande råproteinhalt med stigande vallålder.

Mellan olika delskördar är skillnaderna större. Halten ökar markant från första till tredje skörd.

Skörd av råprotein

Med utgångspunkt från råproteinprocenten och torrsubstansskörden kan mängden skördat råprotein per hektar uträknas. Denna har vid sidan av torrsubstansskörden stort intresse som kvantitativt mått. Resultat föreligger från sex av de tolv försöksplatserna. Medeltalen redovisas i tabell 12.

Rangordningen mellan arterna är som synes något annorlunda än för torrsubstansskörden. Foderlosta ger den högsta råproteinskörden, 980 kg. Därefter kommer ängssvingel och hundäxing. I tredje hand kommer engelskt rajgräs och sist timotej.

Med stigande mängd kväve erhålles en stark ökning även av råproteinskörden. Utan någon kvävegödsling ger gräsullen vid tre skördar 370 kg råprotein per hektar. Vid den högsta kvävegivan, 360 kg, uppgår skörden till 1 715 kg, dvs. mängder som ligger i nivå med proteinskörden från en mycket bra klövervall.

Första årets vall ger den högsta, andra årets vall den näst högsta och tredje årets vall den lägsta skörden av råprotein. Första skörd är den största. Andra och tredje skörd är ungefär lika stora vad gäller råprotein.

Inom de olika vallåren nyanseras genomsnittsbilden en del. Detta belyses av tabell 13. Man lägger således märke till att förutom rajgräset även ängssvingeln relativt sett går tillbaka med tiden. Foderlostan går däremot framåt medan hundäxingen i stora drag håller sin position. På det hela taget stämmer det väl överens med de relativa talen för torrsubstansskörden.

Tabell 12. Skörd av råprotein. Medeltal av 3 försöksplatser. Kg per hektar

Table 12. Yield of crude protein. Averages of 3 trial places. Kg per hectare

Arter [Species]					
	Timotej	Ängssvingel	Hundäxing	Eng. rajgräs	Foderlosta
	<i>Timothy</i>	<i>Meadow fescue</i>	<i>Cocksfoot</i>	<i>Perenn. ryegrass</i>	<i>Brome grass</i>
Kg	785	930	920	825	980
Kväve, kg/ha och år [Nitrogen, kg/ha and year]					
	0	45	90	180	360
Kg	370	505	705	1 145	1 715
Vallår [Ley year]					
	1	2	3	M:ital [Average]	
Kg	965	885	810	890	
Skörd nr [Cut no.]					
	1	2	3		
Kg	385	265	265		

Variationskvoter: Mellan arter 14,3***, mellan vallår 21,8***, mellan gödslingar 661,7***, mellan skördar 78,5***. Samspel vallår × arter 7,8***, N-gödslingar × arter 2,4**.

Tabell 13. Relativ skörd av råprotein, olika gräsarter och vallår

Table 13. Relative yield of crude protein, different grass species and ley years. Timothy = 100

Vallår	Timotej	Ängssvingel	Hundäxing	Eng. rajgräs	Foderlosta
<i>Ley year</i>	<i>Timothy</i>	<i>Meadow fescue</i>	<i>Cocksfoot</i>	<i>Perenn. ryegrass</i>	<i>Brome grass</i>
1	100	130	121	131	112
2	100	119	116	97	133
3	100	106	116	86	132
Medeltal	100	118	118	106	125
<i>Average</i>					

Variationsanalys: Mellan vallår 21,8***, mellan N-gödslingar 661,7***, mellan arter 14,3***. Samspel arter × vallår 7,8*** × N-gödsling 2,4**.

På motsvarande sätt överensstämmer också de genomsnittliga relativtalen för de olika vallåren. För råproteinets del blir dessa nämligen:

Vall 1 100

Vall 2 81

Vall 3 81

För torrsubstansen var de respektive 100, 86 och 80.

De fem arterna skiljer sig något ifråga om sambandet råprotein-skörd—stigande kvävegödning, tabell 14. Ängssvingeln ger således relativt lägre utbyte med stigande kvävegödning. Hundäxing och foderlosta ger däremot relativt sett högre utbyte än genomsnittet för de fem arterna.

Regressionen av råprotein-skörden på kvävegivans storlek är av intresse i jämförelse med torrsubstansskördens motsvarande regression. Andragradsekvationen är även för råproteinets del den mest rättvisande. Ekvationerna har följande utseende:

$$\text{Vall 1} \quad y = 352 + 6,68x - 0,0060x^2$$

$$\text{Vall 2} \quad y = 284 + 4,60x - 0,0018x^2$$

$$\text{Vall 3} \quad y = 284 + 5,45x - 0,0051x^2$$

$$\text{Medeltal} \quad y = 311 + 5,65x - 0,0044x^2$$

$$\text{Skörd 1} \quad y = 161 + 6,05x - 0,0119x^2$$

$$\text{Skörd 2} \quad y = 80 + 5,53x - 0,0155x^2$$

$$\text{Skörd 3} \quad y = 70 + 5,41x - 0,0122x^2$$

$$\text{Medeltal} \quad y = 104 + 5,66x - 0,0132x^2$$

Tabell 14. Skörd av råprotein vid stigande kvävegödning i relativa tal

Table 14. Yield of crude protein at increasing amounts of nitrogen in relation to the average at each N-level

Arter <i>Species</i>	Kväve, kg per ha och år <i>Nitrogen, kg per hectare and year</i>				
	0	45	90	180	360
Medeltal <i>Average</i>	100	100	100	100	100
Timotej <i>Timothy</i>	89	87	92	92	85
Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	114	109	107	102	102
Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	99	103	103	103	106
Eng. rajgräs <i>Perennial ryegrass</i>	95	93	91	94	93
Foderlosta <i>Brome grass</i>	102	109	107	109	115

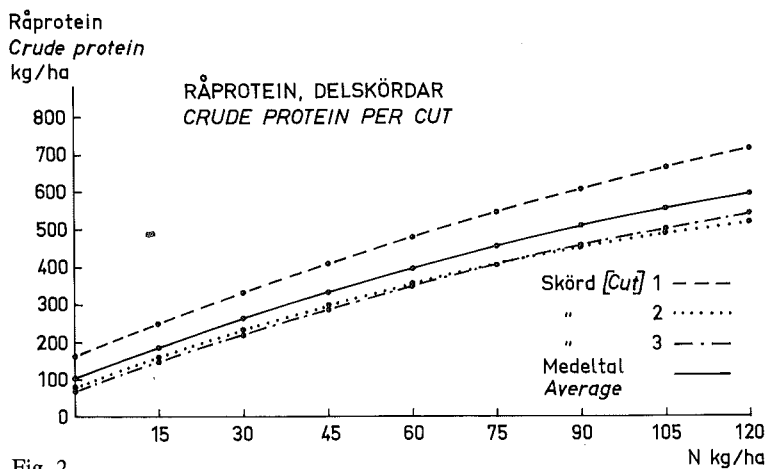
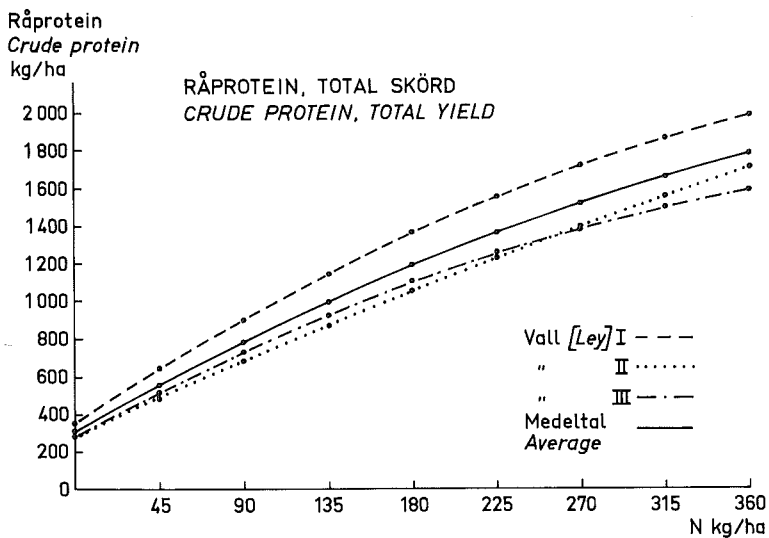


Fig. 2

Ekvationens kurvor framgår av figur 2.

Kurvorna skiljer sig på ett avgörande sätt från torrsubstanskurvorna. Ännu vid 360 kg kväve per säsong respektive 120 kg kväve per delskörd är ökningen i råproteinets del ganska stor och ej nämnvärt mindre än vid de lägre givorna. Maximum för råproteinets del uppnås således betydligt senare än för torrsubstansen. Skillnaderna mellan vallår och mellan skördar framgår av kurvorna.

Smältbart råprotein

Med hjälp av halten av råprotein kan råproteinets smältbarhet beräknas enligt ett samband som förenklat kan skrivas $y = 93,9 - (313/x)$ där y är råproteinets smältbarhet och x är halten råprotein i torrsubstansen (Pålsson och Eriksson, 1971). Utgår man från råproteinhalten i tabell 11 kan således smältbarheten i procent beräknas. Därefter kan mängden smältbart råprotein per hektar framräknas.

Smältbarheten uppgår med denna beräkningsgrund till i genomsnitt 69 procent. Högst är råproteinets smältbarhet hos foderlostan, 71 procent, lägst hos hundäxingen och det engelska rajgräset, 67 procent.

Med stigande mängder kväve upp till 120 kg ökar råproteinets smältbarhet från 66 till 77 procent, till skillnad från torrsubstansens något minskade smältbarhet (tabell 8).

Per kg torrsubstans ger detta i medeltal 96 gram smältbart råprotein med en variation mellan arter från 88 till 106 gram. Med stigande mängder kväve ökar mängden från 82 till 146 gram. Per hektar blir den genomsnittliga skörden 630 kg, mot 888 kg av råprotein i sin helhet. Variationen mellan arter är från 560 för timotej till 712 för foderlosta.

Med stigande kvävegödsling ökar mängden smältbart råprotein från 244 till 1 313 kg (jfr tabell 12).

Gödselkvävet utnyttjande

Vid användning av stora mängder kvävegödsel till vall är det av intresse att veta hur stor del som utnyttjas av växterna och hur stor del som går förlorad. Förluster sker genom avdunstning eller genom att kvävet, främst i form av nitrat, föres bort med dräneringsvattnet eller kommer ned i grundvattnet.

En betydande del föres dock bort med den skördade vallgrödan. En enkel beräkning av de mängder kväve som sammanlagt tas upp i de tre skördarna ger följande siffror:

Gödsling N, kg/ha och säsong	Skördat N, kg/ha och säsong	Gödsel-N i skörden, kg/ha	Procent av gödselkvävet i skörden
0	59	—	—
45	81	22	49
90	113	54	60
180	183	124	69
360	275	216	60

I det icke kvävegödslade ledet borttas 59 kg kväve per hektar med skörden. Detta utgör den mängd kväve som marken och spontant förekommande vitklöver levererar per säsong (jfr Giöbel och Steen, 1960, s. 40). Vid kvävegödsling levereras fortfarande en viss mängd från marken men det är inte säkert att det är fråga om 59 kg. Sannolikt erhålles ett positivt samspel mellan gödslingen av såväl N som P och K och graden av mineralisering av markens organiska substans. Det frigöres således troligtvis mer än 59 kg per hektar och säsong. Samtidigt försvinner dock vitklövern. Om man för enkelhets skull ändå utgår ifrån att jordens kvävelevererande förmåga plus eventuellt tillskott från förekommande vitklöver genomgående är 59 kg kan överlagsvis uträknas den del av gödseln, som återfinnes i den skördade växtmassan. Som framgår utgör denna del i runt tal 60 procent. Denna siffra anföres ofta i undersökningar av kväveutbytet, exempelvis i Whiteheads (1970, s. 124—126) översikt.

Utöver den skördade delen av en säsong's produktion har man emellertid att ta hänsyn till stubb, jordstammar och rötter. Eftersom de återstående delarna ej närmare undersökts är det inte möjligt att göra en mera exakt beräkning av kväveinnehållet i dessa. Man får här nöja sig med uppskattningar. I mycket schematiska beräkningar har man räknat med att en tredjedel av kvävet återfinnes i de delar som ej skördas dvs. stubb och underjordiska delar. Detta gäller dock i första hand ettåriga grödor som skördas en gång per säsong. Även om siffran för gräsvallens del sättes lägre, förslagsvis 25 procent, innebär detta att även vid den högsta kvävegivan, 360 kg, allt med gödsel tillfört kväve kan återfinnas i det skördade växtmaterialet eller i skörde-
resterna och rötterna.

Slutsatsen av detta måste bli att de mängder kväve som går förlorade genom utlakning eller genom avdunstning måste vara små. Detta bekräftas också av de undersökningar som utförts både i vårt land och på annat håll (jfr Whitehead, 1970, s. 44—58). Viktigt är dock att framhålla att detta gäller kvävegödsling i 3—4 omgångar under vegetationssäsongens lopp, när gräsens tillväxt är mycket stor och upptagandet av kvävet, främst som nitrat, sker snabbt.

Halten nitratkväve

Vid mycket riklig gödsling med kväve är det normalt att halten nitrat i vallfodret blir ganska hög. Detta betyder risk för sämre utnyttjande av råproteinet vid fodersmältningen. I vissa situationer kan det också innebära risk för förgiftning.

Halten nitratkväve har bestämts endast i förstaårsvallen vid Kungsängen 1964. Resultaten torde emellertid vara representativa för den normala situationen. De bekräftas också av tidigare undersökningar (bl.a. Steen, 1968, s. 19—20). Analyserna

X
 Tabell 15. Halten av nitratkväve. Vall 1, Kungsängen 1964. Procent av torrsubstansen
 Table 15. Content of nitrate nitrogen. Ley no. 1, Kungsängen 1964. Per cent of the dry matter

Arter [Species]					
	Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	Foderlosta <i>Brome grass</i>
%	0,024	0,049	0,043	0,032	0,044
Kväve, kg/ha och skörd [Nitrogen, kg/ha and cut]					
	0	15	30	60	120
%	0,0050	0,0065	0,0093	0,0343	0,1348
Skörd nr [Cut no.]					
	1	2	3	M:tal [Average]	
%	0,0276	0,0299	0,0564	0,0380	

återfinnes i tabell 15. Någon statistisk granskning har ej utförts, då analyserna härstammar från endast ett försök. Medeltalet för samtliga analyser uppgår till 0,038 procent. Det framträder vissa skillnader mellan arterna: timotejen har den genomsnittligt lägsta halten, det engelska rajgräset den näst lägsta. De tre övriga arterna har högre halter men ligger inbördes ganska lika.

Tabell 16. Halten av socker, tre försök, vall 1, 1964, procent av torrsubstansen
 Table 16. Content of sugar, three trials, ley no. 1, 1964, per cent of the dry matter

Arter [Species]					
	Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	Foderlosta <i>Brome grass</i>
%	8,9	10,6	9,7	10,4	7,3
Kväve, kg/ha och skörd [Nitrogen, kg/ha and cut]					
	0	15	30	60	120
%	10,6	10,4	10,4	8,7	6,8
Skörd nr [Cut no.]					
	1	2	3	M:tal [Average]	
%	8,8	9,6	9,7	9,4	

Variansanalys: Mellan arter 10,70***, mellan N-gödslingar 15.44***,

Ökade mängder kvävegödsel leder som väntat till en klar stegring av halten nitratkväve. Sambandet beskrives bäst av andragsgradsfunktionen, som har följande ekvation: $y = 0,00519 - 0,000123 x + 0,0000099 x^2$, där y är nitratkvävehalten och x är kvävegivan. Vid den högsta mängden kväve nås 0,135 procent av torrsubstansen. Detta betecknas ej som en risknivå vad gäller nitratförgiftning. Däremot betyder siffran sannolikt försämrat kväveutnyttjande.

Mellan de tre delskördarna under säsongen finns tydliga skillnader. Särskilt framträder den höga halten i tredje skörden.

Halten socker

Även vad gäller sockerhalten i vallväxterna finns ett klart samband med kvävegödslingens storlek på så sätt att halten minskar med ökande kvävegödsling. I medeltal för tre försök i vall 1 1964 erhöles de resultat som anföres i tabell 16. I socker innefattas även fruktosaner.

Signifikanta skillnader finns mellan arterna. Ängssvingel och engelskt rajgräs har den högsta sockerhalten, foderlosta den lägsta. Timotej och hundäxing har medelhög halt. Sockerhalten i gräs kan variera ganska mycket beroende på väderleken. Skillnaderna mellan arter kan också variera (jfr Steen, 1968, s. 21).

Kvävegödslingen orsakar en sänkning av sockerhalten från 10,6 till 6,8 procent.

Mellan delskördarna finns endast smärre skillnader. Genomsnittliga sockerhalten för hela materialet uppgår till 9,4 procent.

Halten växtråd

Vid diskussionen ovan (s. 17) om växtmaterialets smältbarhet och innehåll av energi berördes växtrådhalten. Efter övergången till bestämning av smältbarhet in vitro är växtrådhalten ej längre nödvändig för beräkning av energivärdet. För jämförelse med tidigare undersökningar och som referensmaterial i största allmänhet är det dock av värde att här redovisa även analyserna av växtråd. De återfinnes i tabell 17.

Man finner att signifikanta skillnader föreligger mellan de olika arterna. Hög halt av växtråd har hundäxing och foderlosta. Låg halt, relativt sett, har timotej och engelskt rajgräs. Medelhög halt har ängssvingel. Detta stämmer ganska väl överens med bl.a. nya danska undersökningar (Nörgaard Pedersen m.fl., 1971, s. 58). Rangordningen mellan timotej, ängssvingel och engelskt rajgräs kan dock växla.

Tabell 17. Halten av växtråd, medeltal för 3 platser och 3 vallår, procent av torrsubstansen

Table 17. Content of crude fibre, averages of 3 places and 3 ley years, per cent of the dry matter

Arter [Species]					
	Timotej <i>Timothy</i>	Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	Foderlosta <i>Brome grass</i>
%	22,7	23,7	26,3	22,6	25,8
Kväve, kg/ha och skörd [Nitrogen, kg/ha and cut]					
	0	15	30	60	120
%	23,6	24,0	24,4	24,7	24,3
Vallår [Ley year]					
	1	2	3	M:tal [Average]	
%	24,3	24,7	23,7	24,2	
Skörd nr [Cut no.]					
	1	2	3		
%	24,6	24,4	23,2		

Variansanalys: Mellan arter 92,83***, mellan N-gödslingar 5,35***, Mellan vallår 13,8***, mellan skördar 33,87***. Samspel N-gödsling × vallår 3,89***, arter × vallår 2,75**, arter × skördar 10,96***.

Kvävegödslingen medför mindre förändringar. Någon helt klar trend finns emellertid inte. Halten växtråd är således högst vid medelhög kvävegödsling. Detta bör jämföras med siffrorna för smältbarheten (tabell 8, s. 16), som också ligger högst vid den medelhöga kvävegödslingen. Växtråden är således en osäker bas för beräkning av smältbarhet och energivärde. Den har som ovan framhållits olika karaktär i olika situationer. En närmare undersökning av växtrådens sammansättning i olika odlingsmaterial och vid varierad odlingsteknik vore av intresse.

Mellan vallår finns mindre skillnader, som sannolikt är starkt betingade av årsmånen under skördeåren 1964, 1965 och 1966.

Mellan olika skördar finns statistiskt säkra skillnader. Halten växtråd sjunker från första till tredje skörd.

En del signifikanta samspelseffekter bör nämnas. Effekten av kvävegödslingen är störst i andra årets, lägst i första årets vall. Skillnaden mellan arter är olika från år till år och från skörd till skörd. Särskilt framträder engelskt rajgräs med relativt högre halt i första och relativt lägre halt i tredje årets vall. Timotej har relativt hög växtrådhalt i första skörd, engelskt rajgräs i andra skörd.

Den oorganiska fraktionen

De relativt största och praktiskt mest betydelsefulla effekterna av den höga kvävegödslingen gäller de organiska beståndsdelarna i växtmaterialet.

Emellertid återverkar den höga kvävegödslingen även på de olika komponenterna i askan, dvs. på mineralämnena. I en viss omfattning har därför analyser utförts av de viktigaste mineralämnena.

Aska

Som rutin bestämmes halten aska i växtproven i samband med analysen av in vitro smältbarhet. Askhalten har ganska ringa intresse utöver dess samband med beräkningen av energivärdet för den organiska substansen och torrsubstansen. Med stigande askhalt sjunker torrsubstansens energiinnehåll något. Som referensdata för gräsvall skördad på ensilagestadiet kan det vara motiverat att redovisa askhaltsbestämningarna, tabell 18.

Tabell 18. Halten av aska, medeltal av 6 platser och 3 vallår, procent av torrsubstansen
Table 18. Content of ash, averages of 6 trial places and 3 ley years, per cent of the dry matter

Arter [Species]					
	Timotej	Ängssvingel	Hundäxing	Eng. rajgräs	Foderlösta
	<i>Timothy</i>	<i>Meadow fescue</i>	<i>Cocksfoot</i>	<i>Perenn. ryegrass</i>	<i>Brome grass</i>
%	8,8	10,8	10,8	10,2	9,7
Kväve, kg/ha och skörd [Nitrogen, kg/ha and cut]					
	0	15	30	60	120
%	10,8	10,1	9,9	9,8	9,6
Vallår [Ley year]					
	1	2	3	M:tal [Average]	
%	10,0	10,4	9,8	10,1	
Skörd nr [Cut no.]					
	1	2	3		
%	8,8	10,3	10,8		

Variansanalys: Mellan arter 124,36***, mellan N-gödslingar 41,80***, mellan vallår 25,14***. Samspel arter \times N-gödslingar 2,05**, vallår \times N-gödslingar 2,28*, skördar \times N-gödslingar 9,71***, skördar \times arter 5,44***.

Statistiskt säkra skillnader finns mellan de olika arterna. Låg halt aska har timotej, ganska låg har foderlosta och engelskt rajgräs, hög halt har ängssvingel och hundäxing.

Stigande mängder kväve leder till minskad halt av aska eller från 10,8 till 9,6 procent.

Mellan vallår finns signifikanta skillnader, som sannolikt mest beror på årsmånen, ej på vallens ålder.

Halten aska stiger från första till tredje skörd.

Kalium

Halten av kalium bestämdes i växtmaterial från tre försök i första årets vall år 1964. Resultaten återges i tabell 19.

Växtmaterialet innehåller i medeltal 2,87 procent kalium räknat på torrsubstansen, vilket är ganska högt men ej onormalt för försök på lerjordar.

Mellan arterna finns statistiskt säkra skillnader. Högst är halten i hundäxing, lägst i timotej. Ganska låg halt har även engelskt rajgräs. Medelhög halt utmärker ängssvingel och foderlosta.

Med ökad mängd kvävegödsel stiger kaliumhalten markant eller från 2,64 till 3,11 procent. Kaliumhalten i jorden, förbättrad av kaliumgödslingen, har således inte varit någon begränsande faktor. För att jonbalansen skall upprätthållas vid växternas upp-tagande av stora mängder negativa NO_3 -joner tas de lätttröliga och i riklig mängd förekommande positiva K-jonerna i anspråk. Vid begränsad tillgång på lättillgängligt kalium kan halten istället sjunka vid stigande kvävegödsling (jfr Olofsson, 1964; Giöbel & Steen, 1964; Giöbel & Steen, 1965; Steen, 1968).

Halten kalium sjunker från första till tredje skörd. Detta beror säkerligen i första hand på att all kaliumgödsel tillföres på våren. Eftersom skördarnas storlek minskar från första till tredje skörd frågar man sig om det finns något samband mellan kaliumtillgången och skördens storlek. Ingenting i materialet tyder emellertid på att kalium skulle vara begränsande. Vid stigande kvävegödsling ökar exempelvis halten kalium tydligt i första, såväl som andra och tredje skörd. En särskild undersökning av denna delfråga vore dock önskvärd.

Kalcium

Halten kalcium uppgår i medeltal för de tre försöken till 0,69 procent. Ängssvingeln har den högsta halten, 0,81 procent, hundäxingen den lägsta, 0,55 procent. Övriga arter har medelhöga halter (jfr Steen, 1968, s. 23—24). Se tabell 19.

Tabell 19. Halten av några mineralämnen. Medeltal av 3 försöksplatser i första årets vall. Procent av torrsubstansen

Table 19. Content of some mineral elements. Averages of 3 trial places in first year ley. Per cent of the dry matter

Faktor <i>Factor</i>	Kalium <i>Potassium</i>	Kalcium <i>Calcium</i>	Magnesium <i>Magnesium</i>	Natrium <i>Sodium</i>	Fosfor <i>Phosphorus</i>	Svavel <i>Sulphur</i>
<i>Arter</i>						
<i>Species</i>						
Timotej <i>Timothy</i>	2,59	0,67	0,15	0,017	0,27	0,21
Ängssvingel <i>Meadow fescue</i>	2,92	0,81	0,17	0,015	0,26	0,26
Hundäxing <i>Cocksfoot</i>	3,28	0,55	0,17	0,068	0,25	0,25
Eng. rajgräs <i>Perenn. ryegrass</i>	2,67	0,73	0,16	0,073	0,27	0,29
Foderlosta <i>Brome grass</i>	2,89	0,68	0,14	0,019	0,25	0,24
<i>N, kg/ha och skörd</i>						
<i>N, kg/ha and cut</i>						
0	2,64	0,71	0,14	0,023	0,27	0,20
15	2,73	0,68	0,14	0,024	0,25	0,23
30	2,89	0,64	0,15	0,032	0,26	0,24
60	2,99	0,70	0,17	0,042	0,26	0,28
120	3,11	0,72	0,18	0,071	0,27	0,30
<i>Skörd nr</i>						
<i>Cut no.</i>						
1	3,33	0,56	0,13	0,044	0,28	0,22
2	2,74	0,72	0,17	0,036	0,24	0,24
3	2,54	0,79	0,17	0,035	0,26	0,29
Medel <i>Average</i>	2,87	0,69	0,16	0,038	0,26	0,25
<i>Varianskvoter:</i>						
<i>Mellan</i>						
Arter	35,0***	13,3***	3,2*	87,6***	3,3*	
N-gödsling	17,8***	—	6,5*	40,5***	—	
Skördar	136,5***	35,3***	21,2***	4,6*	29,5***	
<i>Samspel</i>						
arter × skördar	4,9***	—	—	—	—	
N-gödsling × skördar	—	2,13*	—	2,6	—	
arter × N-gödsling	—	—	—	14,1***	—	

Kvävegödslingen åstadkommer ingen klar trend vad gäller kalciumhalten. Dock finns signifikanta skillnader mellan olika kvävenivåer. Kalciumhalten är således, genomgående för alla arterna, lägst vid medelhöga kvävegivor, vilket är svårt att förklara. Förekomst av vitklöver i de icke kvävegödslade och svagt kvävegödslade leden kan dock bidra till denna bild.

Kalciumhalten stiger från första till tredje skörd.

Magnesium

Magnesiumhalten uppgår i genomsnitt för alla analyserna till 0,16 procent av torrsubstansen. Foderlösta har den lägsta halten, 0,14 procent, ängssvingel och hundäxing den högsta, 0,17 procent. Med stigande kvävegödsling erhålles en ökad halt magnesium eller från 0,14 till 0,18 procent. Se tabell 19.

Halten är lägst i första skörd.

Natrium

Halten natrium uppgår i medeltal till 0,038 procent av torrsubstansen. Skillnaderna mellan arter är stora. Hundäxing och engelskt rajgräs har hög halt, 0,068 respektive 0,073 procent. Ängssvingel, timotej och foderlösta har låg halt, 0,015—0,019 procent. Med stigande kvävegödsling ökar halten natrium från 0,023 till 0,071 procent. Detta gäller dock i första hand de arter som har hög halt natrium. Halten minskar från första till tredje skörd. Se tabell 19.

Fosfor

Fosforhalten är i medeltal 0,26 procent. Mindre skillnader finns mellan arterna. Stigande mängder kväve har ingen signifikant inverkan på halten fosfor. Se tabell 19.

Halten är högst i första skörd, lägst i andra skörd.

Svavel

För svavlets del finns analyser endast från en förstaårsvall på Kungsängen 1964. Halten uppgår i medeltal till 0,25 procent. Den är högst i det engelska rajgräset, lägst i timotejen. Se tabell 19.

Med ökad mängd kvävegödsel stiger halten svavel i växtmaterialet från 0,20 till 0,30 procent. Halten ökar från första till tredje skörd.

Diskussion

Huvudfrågan i den här redovisade undersökningen har varit kvävegödslingen. Som underordnad fråga har fem praktiskt betydelsefulla vallgräs jämförts vid odling i renbestånd och skörd tre gånger per säsong.

Odling i renbestånd av en enda gräsart är ovanlig i praktiken. Den har dock intresse vid utvecklingen av ny konserveringsteknik, såsom hetluftstorkning och nyare ensileringsmetoder. I praktisk odling förekommer också ett avsevärt antal klöverfattiga vallar, som kan betraktas som gräsvallar. Tredjeårsvallar och ännu äldre vallar håller således knappt 10 procent baljväxter enligt statistiska centralbyråns inventeringar.

Kvävegödsling är absolut nödvändig om hög skörd från gräsvall eftersträvas. Normalt är det möjligt att tredubbla skördens storlek med kvävet's hjälp.

Kvävegödsling är också absolut nödvändig om högre kvalitet på fodret från gräsvallar skall uppnås.

Antalet skördar per säsong är också betydelsefullt. För uppnående av högre kvalitet måste gräsvalLEN skördas tre gånger per säsong. Tar man endast två skördar blir växtmaterialet ganska förvuxet, i varje fall i Götaland och Svealand.

Frågan om gödsling med kväve är emellertid ganska mångsidig. Utöver den totala mängden per år har det stor betydelse hur kvävet fördelas under säsongen. Den sistnämnda frågan har inte närmare granskats. Kvävet har i alla försöksleden fördelats på tre lika delgivor, varav den första givits på våren, den andra efter första skörd och den tredje efter andra skörd.

Mängden kväve per delgiva är från många utgångspunkter mera intressant än den totala mängden. Sambanden syns klarare om man granskar varje delskörd för sig. Alla kvalitetsmått gäller också effekten av en viss mängd kväve i delskörden, ej den sammanlagda kvävemängden.

Skörden av torrs substans i varje delskörd förhåller sig till kvävegödslingen som regressionen $y = 951 + 43,162x - 0,210x^2$ (s. 12). Kurvan för denna funktion framgår av figur 1 nedre delen. Den betyder ett avtagande utbyte av kvävet upp till cirka 100 kg, varefter merutbytet praktiskt taget är noll.

Granskar man kurvorna för de tre delskördarna framträder dock en skillnad. I första skörd nås ett maximum redan vid 90 kg. I andra skörd ligger maximipunkten vid cirka 105 och i tredje skörd vid cirka 115 kg kväve. Tekniskt maximal torrs substansskörd erhålles således om man differentierar kvävegödslingen på dessa mängder. Sammanlagt skulle man således komma upp i cirka 310 kg kväve per hektar och säsong (jfr fig. 1, övre delen). Detta förfaringssätt är dock ej det mest effektiva att utnyttja kvävet. Snarare bör mest kväve ges när det växer fortast, dvs. mera på våren

och försommaren än på sensommaren och hösten. Detta har klart visats i holländska undersökningar av van Burg (1966, s. 272) samt av Jónsson (1971) i försök i Norrland.

Som redan antytts är också kvävegivans storlek starkt beroende av hur skördeplanen läggs upp. Eftersträvar man tre likstora skördar för exempelvis ensilageberedning gäller vad som här anförts. Tar man däremot en stor första skörd till hö och de två andra till ensilage eller bete, blir en annan fördelning av kvävet aktuell. Större mängder bör då under alla förhållanden ges på våren.

Mängden kvävegödsel för effektivast möjliga kväveutnyttjande kan även anges i kg N per hektar och dag. I det här redovisade materialet, som är representativt för Götaland och Svealand, är det genomsnittliga antalet tillväxt dagar mellan varje skörd cirka 50. Kvävegivan per delskörd vid maximalt torrsubstansutbyte är i medeltal 100 kg. Detta ger i medeltal för hela säsongen cirka 2 kg N per hektar och dag. Tillväxten per dag är emellertid ganska olika i första, andra och tredje delskörden oberoende av kvävegivans storlek. Tar man hänsyn till detta får man i en enkel kalkyl istället följande medeltal:

- I skörd 1 4,4 kg N upptaget per ha och dag
- I skörd 2 2,0 kg N upptaget per ha och dag
- I skörd 3 1,3 kg N upptaget per ha och dag

Tar man hänsyn till detta skulle fördelningen av det kväve som krävs för att uppnå tekniskt maximal skörd snarast fördelas på följande sätt: 42, 33 och 25 procent. Det är då inte säkert att 310 kg kväve per hektar och säsong blir tekniskt maximal giva. Särskilda försök med olika kvävegivor till de olika delskördarna, eventuellt med olika antal skördar krävs för att uttömmande belysa detta.

Utöver skörden av torrsubstans bör skörden av råprotein något beröras. Särskilt viktigt är sambandet mellan kvävegivans och råprotein skördens storlek (fig. 2, s. 25).

Genomsnittskurvan för detta samband har följande ekvation:

$$y = 104 + 5,657 x - 0,0132 x^2.$$

Kurvan har, som framgår av figur 2 nedre delen, en mycket svag krökning även vid den högsta kvävegivan. Förenklat kan man därför beskriva det som ett rätlinjigt samband: $y = 127 + 4,02 x$. För varje kilo kväve som tillföres erhålles således i runt tal 4 kg råprotein. Vid den högsta delgivan, 120 kg, ökar således skörden av råprotein från 127 till 607 kg per hektar. För tre delskördar sammanlagt blir detta från 381 till 1 821 kg råprotein per hektar och år, vilket även framgår av figur 2, övre delen.

Det föreligger således en stor och viktig skillnad mellan torrsubstansskörd och råprotein skörd vid stigande kvävegödsling. Den torde ha väsentlig betydelse vid en ekonomisk analys av kvävegödsling till gräsvall.

Beträffande kvävet utnyttjande visar resultaten att i runt tal 60 procent av gödselkvävet återfinnes i den skördade växtmassan. Procentsiffran är lägst vid den lägsta gödselmängden och högst vid den näst högsta. Resten av kvävet är bundet i stubb och underjordiska delar samt i den övriga delen av markens organiska substans. En liten del har gått förlorad till luften och till markvattnet. Mera ingående undersökningar av kväve i växtrester och i jord är önskvärda i gödslingsförsök med höga mängder kväve till vall.

En praktiskt betydelsefull sida är kvävegödslingens säsongutjämnade inverkan. Detta har redan berörts. Det bör här dock framhållas att även med den plan som tillämpats i dessa försök har en avsevärd utjämning mellan de tre delskördarna åstadkommit (tabell 6, s. 11). Om jämn fördelning under säsongen är väsentlig, t.ex. vid hetluftstorkning, har man möjligheten att minska ned givan på våren och att lägga mera kväve till de efterföljande skördarna.

Användning av höga mängder gödselkväve till ren gräsvall är således en odlings-teknik, som möjliggör lika höga torrsubstans- och råprotein-skördar som från en bra klöver- eller lusernvall. Det kräver emellertid en insats av 300 kg kväve per hektar och säsong och att det tas minst tre skördar. Denna teknik återverkar emellertid även på ett antal viktiga kvalitativa egenskaper hos det producerade vallfodret, som man måste ta hänsyn till.

Den höga kvävegödslingen betyder för det första att halten kväve ökar i växtmaterialet från 1,9 till 3,0 procent av torrsubstansen. Detta blir omräknat i råprotein från 12,0 till 18,9 procent. Halten nitratkväve ökar samtidigt från 0,005 till 0,135 procent av torrsubstansen, motsvarande från cirka 0,3 till 4 procent av kvävet.

Med ökad halt av kväve och råprotein ökar råproteinets smältbarhet, i detta fall från 66 till 77 procent. Förändringarna i kvävefraktionen vid denna odlingsteknik är således ganska betydande. Till stor del är de positiva. Den ökade nitrathalten är dock inte önskvärd, framför allt därför att den betyder ökade kväveförluster vid konservering och utfodring men även av hänsyn till förgiftningsrisken.

Torrsubstansens smältbarhet är nästa faktor av betydelse. Den påverkas relativt sett mindre än åtskilliga andra kvalitativa egenskaper. I den här redovisade undersökningen orsakar de höga kvävegivorna en mindre sänkning av smältbarheten eller från cirka 70 till 68 procent. I andra undersökningar har man erhållit en mindre ökning (jfr Whitehead, 1970, s. 146). Detta betyder att inte heller växtmaterialets innehåll av omsättbar energi påverkas särskilt mycket.

Halten av socker minskar starkt med stigande kvävegödsling eller från cirka 11 till 7 procent. Sistnämnda värde ligger vid de nivåer, som normalt utmärker baljväxtmaterial.

Av stor praktisk betydelse är växtmaterialets torrsubstanshalt. Detta gäller vid all

konsivering. Stigande kvävegödsling har i denna undersökning orsakat en sänkning av torrsbstanshalten från cirka 27 till 22 procent, vilket är i överensstämmelse med tidigare erfarenhet. Det bör erinras om att siffrorna gäller för tre skördar per säsong. De ligger dock högre även vid den högsta kvävegödslingen, än i baljväxtmaterial vid två—tre skördar.

Den minskade halten aska vid stigande kvävegödsling betyder i första hand att inehållet av energi i torrsbstansen påverkas positivt. I övrigt betyder askan i sig själv knappast någonting för den praktiska värderingen av de höga gödselmängderna av kväve.

Halten av olika mineralämnen i askan har däremot ett icke oväsentligt intresse. Det har inte bara direkt samband med växtnäringensfrågorna utan även med vallfodrets värdering. Normalt ges i utfodringen mineralfoder på annat sätt men det är angeläget att vissa minimihalter av olika ämnen inte underskrides i vallfodret och att balansen mellan ämnena är den önskade ur näringsfysiologisk synvinkel.

Analyserna visar att stigande givor av kvävegödsel orsakat ökad halt av kalium, magnesium, natrium och svavel. Detta är tämligen normalt på jordar i gott växtnäringstillstånd. Fodervärdet blir snarast högre av dessa ökade halter, bortsett från kalium. Halterna av kalcium och fosfor har inte påverkats på något entydigt sätt av de ökade kvävemängderna.

Undersökningen stöder således den uppfattning som tidigare hävdats från olika håll, att effekten av höga mängder kvävegödsel i form av kalciumnitrat inte har några allvarliga negativa återverkningar på halten av de viktigaste mineralämnena om växtnäringstillståndet i marken är normalt (jfr Whitehead, 1970, s. 138—143).

Sammanfattningsvis kan konstateras att användningen av höga mängder gödskväve till gräsvall knappast har några avgörande negativa återverkningar på fodrets kvalitet. I flera avseenden är inflytandet snarare positivt.

Slutsatsen av de resultat, som redovisats blir därför att höga kvävegödselmängder till gräsvall skördad tre à fyra gånger per år är ett fullgott odlingstekniskt alternativ till en vallodling, som bygger på klöver- eller blåuserndominerade bestånd. Därmed har ingen ställning tagits till de skördetekniska, konserveringstekniska och utfodringstekniska fördelarna och nackdelarna med den ena eller andra odlingstekniken.

När resultatet av den i år slutförda serien R6-502 med klöverrik vall bearbetats är en mera direkt jämförelse möjlig mellan de två odlingssystemen. I det läget är även en ekonomisk analys av de två alternativen angelägen.

Något bör slutligen sägas om de olika arterna. Jämförelsen visar att det finns tydliga skillnader mellan arterna. De är emellertid inte så stora som de av kvävegödslingen och skördetillfället orsakade olikheterna. Vad som ger det starkaste utslaget är skillnaderna i övervintringsförmåga. Följande rangordning kan i det avseendet

upprättas: timotej, ängssvingel, foderlost, hundäxing, engelskt rajgräs. Timotej och ängssvingel är således de två pålitligaste arterna. Det bör genast påpekas att i alla artjämförelser även sortfrågan är av största betydelse. Man kan säga att arter egentligen bör jämföras på sortnivå. Om man jämför på artnivå bör jämförelsen ske inom väl avgränsade naturliga odlingsområden, där den för området bästa sorten av varje art ingår i jämförelsen.

Av de fem arterna har foderlostan gett de intressantaste resultaten, därför att de är mer positiva än man förmodat. Foderlostan ger hög skörd, är torkresistent, har tillfredsställande övervintringsförmåga och har ej lägre kvalitet än de andra arterna. Ett förädlingsarbete för framställning av nytt sortmaterial återstår dock innan arten kan föras ut till landets jordbrukare.

Hundäxing och engelskt rajgräs är svårare att placera i den vallodling, som nu förhärskar. Timotej och ängssvingel är de två säkra allroundgräsen. Det engelska rajgräset har sitt berättigande i Skåne och Halland. I övrigt är dess roll tveksam med de sorter som nu står till buds. Även om sorten Viva går att odla upp till Mälardalen är den inte odlingssäker nog för oreserverat bruk. Den kan dock tas med i fröblandningar till betesvall.

Hundäxingen har sitt berättigande på utpräglat lätta jordar samt i övrigt inom de torraste områdena i Götaland och Svealand. För Svealand saknas emellertid en verkligt hårdig sort. Finskt material av god hårdighet finns dock. Detta borde beredas möjlighet till odling i Sverige.

Sammanfattning

Inverkan av ökade mängder kvävegödsel till fem vallgräs undersöktes i tolv treåriga försök i södra och mellersta Sverige. Arterna var timotej, ängssvingel, hundäxing, engelskt rajgräs och foderlost. Kvävegivorna var 0, 45, 90, 180 och 360 kg per hektar och år fördelat på tre lika givor. Tre skördar togs per år i första, andra och tredje årets vall.

Torrsubstansprocenten var ungefär lika hög i alla gräsen eller cirka 25 procent. Den sjönk från 27 till 22 procent med stigande kvävegödsling.

Hundäxingen gav den högsta torrsubstansskörden. Därefter följde i ordning foderlost, ängssvingel, timotej och engelskt rajgräs.

Foderlost och hundäxing hade den minsta variationen mellan vallären. Dessa två arter svarade också bäst på kvävegödslingen. Minst variation mellan delskördarna, dvs. den jämnaste säsongfördelningen, hade hundäxing och engelskt rajgräs, ojämnast hade foderlostan. Den markerade säsongvariationen jämnades ut i avsevärd grad av kvävegödslingen.

Den lägsta ogräshalten hade hundäxingvallen, den högsta hade timotejvallen. Torrsubstansens smältbarhet var högst hos timotej, 71,8 procent. Därefter kom i nämnd ordning eng. rajgräs, ängssvingel, foderlostas och hundäxing. Ökad kvävegödsling ledde till något sänkt smältbarhet.

Mängden omsättbar energi var högst i timotej eller 2,66, lägst i hundäxing eller 2,50 Mcal per kg torrsubstans. Utan kvävegödsling var den 2,58, vid högsta givan, 120 kg per skörd och hektar, var den 2,46 Mcal per kg torrsubstans.

Halten råprotein var högst i foderlostas, 14,6 procent, och lägst i hundäxing, 12,7 procent. Med stigande kvävegödsling upp till 120 kg N per ha och skörd ökade halten från 12 till 19 procent.

Foderlostas gav den högsta skörden av råprotein, 980 kg. Därefter följde i ordning ängssvingel, hundäxing, engelskt rajgräs och timotej. Den sistnämnda arten gav 785 kg. Med ökad kvävemängd upp till 360 kg per hektar och år steg skörden av råprotein från 370 till 1 715 kg per hektar och år. Foderlostas och hundäxing svarade bäst på kvävegödslingen även vad gäller råprotein.

Halten nitratkväve var högst i ängssvingel, 0,049, och lägst i timotej, 0,024 procent. Den steg med ökad kvävegödsling från 0,005 vid ogödslat till 0,135 procent vid 120 kg N per delskörd och hektar.

Halten socker var högst i ängssvingel, 10,6 och lägst i foderlostas, 7,3 procent. Med stigande kvävegödsling sjönk sockerhalten från 10,6 till 6,8 procent.

Vid ökad kvävegödsling steg halten av kalium, magnesium, natrium och svavel och förändrades den obetydligt vad gäller kalcium och fosfor. Hundäxing hade hög halt av kalium och natrium, men låg halt av kalcium. Engelskt rajgräs hade hög halt av natrium och svavel. Ängssvingel hade hög halt av kalcium men låg halt av natrium. Timotej och foderlostas hade genomgående lågt—medelhögt innehåll av de undersökta mineralämnena.

Resultaten visar att en ren gräsvall kan ge lika hög skörd av torrsubstans och nästan lika hög skörd av råprotein som en baljväxtdominerad vall. Då erfordras emellertid att vallen gödglas med 270—300 kg kväve per hektar och år och att åtminstone tre skördar tas per säsong.

Vallfodrets kvalitet är under de nämnda förutsättningarna i stort sett lika hög som i en baljväxtrik vall. Smältbarheten och innehållet av energi är snarast något högre. Däremot är halten råprotein svår att hålla på den baljväxtrika vallens nivå. Vidare är halten av vissa mineralämnen, såsom kalcium och magnesium, lägre.

Summary

The influence of increasing amounts of nitrogen fertilizer to five grasses was investigated in twelve three-year field trials in South and Central Sweden. The species were timothy, meadow fescue, cocksfoot, perennial ryegrass and brome grass. The nitrogen levels were 0, 45, 90, 180 and 360 kg per hectare and year applied in three equal doses. Three cuts were taken per year during three harvest years, i.e. leys 1, 2 and 3.

The dry matter content was around 25 per cent for all the five grasses. It was 27 per cent without nitrogen and 22 per cent at the highest dose, 120 kg N per cut.

Cocksfoot gave the highest dry matter yield and was followed by brome grass, meadow fescue, timothy and perennial ryegrass, in that order. The last species was retarded by winter damage in several trials.

Brome grass and cocksfoot had the smallest variation between the three ley years. These two species had the best reaction to the nitrogen fertilization. The most even distribution over the season, i.e. on the three cuts, was given by cocksfoot and perennial ryegrass, while brome grass was the most uneven.

The marked seasonal distribution was levelled out considerably by the nitrogen fertilization.

The lowest weed content was found in the cocksfoot ley, the highest in the timothy ley.

The *in vitro* digestibility of the dry matter was highest for timothy, 71.8 per cent followed by perennial ryegrass, meadow fescue, brome grass and cocksfoot, in that order. Increased nitrogen fertilization caused some reduction in digestibility.

The amount of metabolizable energy was highest in timothy and lowest in cocksfoot i.e. 2.66 and 2.50 megacalories (Mcal) per kg of dry matter respectively. Without nitrogen fertilization it was 2.58, while at the highest dose (120 kg/cut) it was 2.46 Mcal.

The content of crude protein was highest in brome grass, 14.6 per cent, and lowest, 12.7 per cent, in cocksfoot. With increased quantities of nitrogen up to 120 kg/cut the content increased from 12 to 19 per cent.

Brome grass gave the highest yield of crude protein, 980 kg, followed by meadow fescue, cocksfoot, perennial ryegrass and timothy. The last species gave 785 kg. With increased nitrogen fertilization up to 360 kg per hectare and year, the yield of crude protein increased from 370 to 1 715 kg per hectare and year. As regards the crude protein yield the most efficient reaction of the grasses was again given by brome grass and cocksfoot.

The content of nitrate nitrogen was highest in meadow fescue, 0.049 per cent, and lowest in timothy, 0.024 per cent. It was raised by the nitrogen fertilization from

0.005 at unfertilized to 0.135 per cent at 120 kg of nitrogen per cut and hectare.

The content of sugar was highest in meadow fescue, 10.6 per cent, and lowest in brome grass, 7.3 per cent. With increased amounts of nitrogen fertilizer it diminished from 10.6 to 6.8 per cent.

With increased nitrogen fertilization the contents of potassium, magnesium, sodium and sulphur increased. The contents of calcium and phosphorus were not significantly influenced.

Cocksfoot had high contents of potassium and sodium but a low content of calcium. Perennial ryegrass had high contents of sodium and sulphur. Meadow fescue had a high content of calcium but a low content of sodium. Timothy and brome grass throughout had low or medium—high contents of the analysed minerals.

The results show that a pure grass ley can give as high a yield of dry matter, and almost as high a yield of crude protein, as a ley dominated by legumes. The grass ley must, however, be fertilized with 270–300 kg of nitrogen per hectare and at least three cuts must be taken.

The quality of the herbage produced under these circumstances is not lower than from leys dominated by legumes. In fact the digestibility and the content of energy is often a little higher. On the other hand the content of crude protein is mostly somewhat lower than in legume leys, and the content of some minerals as calcium and magnesium is lower.

Litteratur

- Burg P.F.J. van. 1966. Nitrate as an indicator of the nitrogen-nutrition status of grass. *Proc of the X Int. Grassland Congr.* s. 267–272.
- Giöbel, G. & Steen, E. 1960. Försök med stigande mängder kväve till mångårig betesvall. *Statens Jordbruksförsök Medd.* 112.
- Giöbel, G. & Steen, E. 1964. Betets kemiska säsongvariation — resultat av tre fältförsök. *Lantbrukshögskolans meddelanden A*, 21.
- Giöbel, G. — Steen, E. 1965. Inverkan av stigande mängder kalksalpeter på betets kemiska sammansättning. *Lantbrukshögskolans meddelanden A*, 29.
- Jónsson, L. & Frank, J.-E. 1966. Fältförsök med stigande mängder kväve till slättervall. *Lantbrukshögskolans meddelanden A*, 45.
- Jónsson, L. 1971. Försök med fördelning av kväve till gräsvall i Norrland. Preliminära resultat från försöksserie R3-2028. *Rapporter från avdelningen för växtnäringlära* 45, Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Larsson, C. 1959. Försök med stigande mängder kvävegödsel till slättervallar. *Statens Jordbruksförsök. Särtryck och småskrifter* 120.

Nörsgaard Pedersen, E.J. m.fl. 1971. Graesser i renbestand I. 1. beretning fra Faellesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsög Köpenhamn.

Olofsson, S. 1964. Magnesium, kalcium och kalium i betesgräs. *Lantbrukshögskolans meddelanden A*, 9.

Palsson, T. & Eriksson S. 1971. Smältbart råprotein och pepsinlösligt råprotein i vallfoder. *Svensk Valltidsskrift 10:1*, s. 18–21.

X Steen, E. 1968. Inverkan av kvävegödsling på kvaliteten hos fyra vallgräs på betesstadiet. *Lantbrukshögskolans meddelanden A*, 92.

Whitehead, D.C. 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. A review of information from temperate regions. *Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bull No. 48*.

Ms mottaget 720410

Lantbrukshögskolans meddelanden. Serie A.

I meddelandena fram till nr 80 återfinns förteckning över samtliga tidigare publicerade meddelanden. Av utrymmesskäl medtas numera endast senare meddelanden.

152. Gotthardsson, I. 1971. Effektivitetskontroll inom mjölkproduktionen. *Ekonomi* 5. (8:20)
153. Hedrén, A. Mjölkkon och båsplatsen — beteendestudier i båsладugårdar. *Teknik* 6. (7:10)
154. Carlsson, H. & Svensson, B. 1971. Jämförelse mellan potatissorterna Bintje och Grata vid olika givor ammoniumsulfat. *Mark • Växter* 47. (4:70)
155. Persson, I. 1971. Sortförsök med havre och korn i mellersta och norra Norrland 1958—1969. *Mark • Växter* 48. (8:20)
156. Gröné, L. 1971. Undersökningar i artificiell torkning av kepalök. *Teknik* 7, Trädgård 33. (7:10)
157. Kivimäe, A., Wadne, C., Idefjell, C. & Hildingstam, J. 1971. Fjäderfäköttets utbyte och egenskaper hos olika fjäderfäslag. *Husdjur* 20. (5:90)
158. Jönsson, A. & Torstensson, L. 1971. Överlevnad hos mikroorganismer i frystorkat tillstånd. *Mark • Växter* 49, *Husdjur* 21. (4:70)
159. Gummesson, G. & Svensson, A. 1971. Bensoesyror och benisonitriler mot ogräs i stråsäd. Vårsäd. *Mark • Växter* 50. (7:10)
160. Bengtsson, A. 1972. Radavstånd och utsädesmängd för vårvete och korn. *Mark • Växter* 51. (4:70)
161. Arnemo, B. & Steen, E. 1972. Utsädesmängdsförsök med rödklöver och timotej i norra Sverige. *Mark • Växter* 52. (4:70)
162. Isaksson, N.-I. & Lindqvist, L. 1972. Lantbrukets anpassningsproblem. 1. Makroanalys av förändringar i jordbrukets arbetskraft. *Ekonomi* 6. (7:10)
163. Isaksson, N.-I. & Johansson, J.-E. 1972. Lantbrukets anpassningsproblem. 2. Deltidslantbrukets omfattning, karaktär och betydelse. *Ekonomi* 7. (7:10)
164. Lindfors, S., Åvall, H. & Wredin, A. 1972. Nya köksväxter i rikssortlistan 1971—1972. *Trädgård* 34. (4:70)
165. Andersson, S. 1972. Art- och såtidförsök med vårstråsäd i norra Sverige. *Mark • Växter* 53. (4:70)
166. Svensson, B. & Carlsson, H. 1972. Inverkan av sättknölsstorlek och sättavstånd på knölskörden av potatis. *Mark • Växter* 54. (4:70)
167. Hintze, S. 1972. Försök med Iris och andra perenner. *Trädgård* 35. (5:90)
168. Gustafson, G. 1972. Lämpligt laktationsavsnitt för avkommebedömning i mjölkproduktionen med speciell hänsyn till pågående dräktighet. En litteraturöversikt. *Husdjur* 22. (4:70)
169. Sundahl, A.-M. 1972. Silotypens inverkan på ensilagekvaliteten med särskild hänsyn till väggtätheten. *Teknik* 8. (4:70)
170. Gahne, B. & Hansson, I. PSE hos svin. Mätning av ljushetsvärde, pH, temperatur och proteinets extraherbarhet hos kottlettmuskeln. *Husdjur* 23. (4:70)
171. Andersson, S. 1972. Förgroning av utsädespotatis i norra Sverige. *Mark • Växter* 55. (4:70)
172. Nilsson, Ch. & Persson, G. 1972. Eluppvärmda spaltgolv. *Teknik* 9. (4:70)
173. Hintze, S. 1972. Plast till frilandsgurka. *Trädgård* 36. (4:70)
174. Bjurman, B. 1972. Herbicidförsök i jordgubbar 1967-1970. *Trädgård* 37. (4:70)
175. Nilsson, G. 1972. Förekomst och fördelning av aflatoxiner och aflatoxinbildande gelsvampar i beredskapslager av jordnötskakor. *Husdjur* 24. (4:70)
176. Steen, E. 1972. Stigande mängder kväve till fem vallgräsarter skördade tre gånger per säsong. *Mark • Växter* 56. (5:90)

Prenumerationspris 1973: 47:—

Distribution: Lantbrukshögskolan

Konsulentavdelningen/Publikationer

750 07 UPPSALA 7

Tel. 018/10 2000 ankn. 678

Pris 5:90

Tofters tryckeri ab, Östervåla 1972