

Bodil Frankow

Lantbruks- högskolans meddelanden



REPORTS OF THE AGRICULTURAL COLLEGE OF SWEDEN

Allmänt

Giöbel, G. och Steen, E.: Betets
kemiska säsongvariation — resultat av
tre fältförsök.

Ekonomi

Summary: *Chemical changes throughout the
growing season of grazing ley — results
of three field trials.*

Arbete · Maskiner Byggnader

Mark · Växter

Trädgård

SERIE A . NR 21 UPPSALA 1964

Husdjur

Lantbrukshögskolans meddelanden. Serie A

1. Olofsson, N. E. † och Thomke, S. (ref.): Uppfödningsförsök med unghästar vid Ultuna 1952—1958. 1963. 3: —.
2. Johansson, O.: Markkarteringens representativitet. 1963. 4: 50.
3. Håkansson, S.: Inverkan av utsädesmängd och gödning på höstsedens utveckling i två konkurrensförsök på Öland. 1963. 3: —.
4. Svensson, B.: Matpotatisens kvalitet. VI. Kupningsförsök. 1963. 3: —.
5. Kivimäe, A.: Varierande mängder protein i fodret till kycklingar och värphöns. 1963. 5: —.
6. Agerberg, L. S. och Björklund, C. M.: Förfruktsverkan belyst med svenska försöksresultat. 1963. 3: —.
7. Gummesson, G.: Kemisk bekämpning av flyghavre. I. Verkan av diallat och triallat på flyghavre samt vete och korn under olika betingelser. 1963. 2: —.
8. Åhman, G.: Försök med foderblandningar utan slaktavfall till avelsmink. 1963. 3: —.
9. Olofsson, S.: Magnesium, kalcium och kalium i betesgräs. 1964.
10. Agerberg, L. S. och Roots, L.: Försök med bor. II. Åren 1953—1961. 1964. 3: —.
11. Johansson, J.: Olika lagringsmetoders inverkan på hållbarheten hos Ingrid Marie. 1964. 3: —.
12. Norin, S. och Johansson, B.: Lönsamhet och resursåtgång vid specialiserad djurskötsel. 1964. 6: —.
13. Bengtsson, A.: Radavståndsförsök med rödklöver i slåttervall. 1964. 2: —.
14. Johansson, I.: Ärftiligt betingade defekter hos svin. 1964. 5: —.
15. Bengtsson, A.: Utsädesmängdsförsök med rödklöver i slåttervallar. 1964. 3: 50.
16. Pettersson, A.: Inverkan av hög kalciumgiva på totalfettets och de enskilda fettsyroras smältbarhet hos växande svin. 1964. 3: —.
17. Gummesson, G.: Kemisk bekämpning av flyghavre. II. Resultat från försöksverksamheten 1960—1963. 1964. 3: 50.
18. Bjurman, B.: Sortförsök med jordgubbar 1956—1963. 1964. 2: —.
19. Lindhé, B. och Liljedahl, L. E.: Avkommebedömning av tjurar för köttproduktion — en metodstudie. 1964. 3: 50.
20. Florin, B., Jónsson, L. och Nilsson, K. O.: Fältförsök med NP-gödselmedel i vårsträsad på lerjordar. 1964. 3: —.

BETETS KEMISKA SÄSONGVARIATION - RESULTAT AV TRE
FÄLTFÖRSÖK

av

GUNNAR GIÖBEL och ELIEL STEEN

Institutionen för växtodling
Uppsala 7

Inledning

Den säsongmässiga variationen i gräsmarkens tillväxt, vallens såväl som den naturliga gräsmarkens, har praktisk betydelse framför allt om produktionen tages till vara som bete. Till hö och ensilage ger sig variationen visserligen till känna men då produkten konserveras för senare behov spelar tillväxtvariationen inte annan roll än att den påverkar skördetidpunkten. Betet utnyttjas på ett betydligt tidigare utvecklingsstadium och följderna blir att produktionen tillvaratas vid 5-6 avbetningar per säsong. En alltför stark variation i tillväxten mellan avbetningarna utgör här en betydande olägenhet.

Vid sidan av den kvantitativa variationen under vegetationsperioden undergår betet en i praktisk drift fullt märkbar kvalitativ variation. Särskilt tydlig är höstbetets låga kvalitet, vilket ofta leder till svårigheter att hålla mjölkornas produktion uppe på bete utan extra kraft-

fodertillskott. Härvid inverkar dock även de kortare dagarna och de lägre temperaturerna direkt på djurens foderupptagande och produktion. Vårbetets höga fodervärde å andra sidan är dokumenterad av all praktisk erfarenhet.

Vari kvalitetsens variation närmare består vet man däremot anmärkningsvärt litet om. En genomgång av nyare svensk och utländsk litteratur ger klart besked om detta. Det mesta som skrivits behandlar frågan om vallfodrets inklusive betets kvalitetsförändring med utvecklingsstadiet och stigande ålder, vilket egentligen är ett annat problem, ehuru det nära hör ihop med frågan om betets kvalitativa säsongvariation. Särskilt nära anknäyer Olofssons (1962) detaljerade undersökningar av den kemiska sammansättningen hos blad- och strådelar under den första tillväxten på våren och försommaren. För blålusern, rödklöver och timotej har Kivimäe (1959) gjort en ingående analys av den kemiska säsongvariationen när materialet hela säsongen skördas på ensilagestadiet. I ett annat arbete har samme författare (Kivimäe 1956) undersökt sockerhaltens säsongvariation i några viktiga betesväxter. Sistnämnda arbeten diskuteras något i det följande.

Begreppet kvalitet är otvivelaktigt både vidsträckt och i någon mån svävande. Närmast tänker man på den kemiska analysen, som ger en rad väsentliga upplysningar som är att beteckna som kvalitetskriterier. Vallfodrets egenskaper ur konserveringssynpunkt är dock även till vissa delar kvalitativa egenskaper. Kvaliteten manifesterar sig vidare i smältbarhetsförsök, liksom i produktionsförsök med djur.

En undersökning av betets kvalitativa säsongvariation blir emellertid i första hand en fråga om kemiska analyser. Dessa får i sin tur och i en första omgång begränsas till de mest grundläggande och samtidigt enklaste bestämningarna såsom råprotein, växtråd och vissa mineralämnen. I en senare etapp tillkommer bl. a. socker, NO_3 -kväve, lignin, en lång rad mineralämnen samt vitaminer.

Vid Statens Jordbruksförsöks betesavdelning pågick under en följd av år undersökningar i betesförsök i Uppsala-trakten av betestillväxtens säsongvariation med användning av burtekniken. I samband härmed insamlades ett mycket stort material av växtprover för kemisk analys. I sitt slag var detta material unikt. Några möjligheter att underkasta det kemisk analys i sin helhet fanns dock inte. Undersökningarna avslutades vid omorganisationen av Lantbrukshögskolan då Statens

Jordbruksförsök upphörde. Ett urval av växtprover togs samtidigt för kemisk analys med avseende på några väsentliga egenskaper. Undersökningarna planlades och genomfördes av Gunnar Giöbel. Det omfattande materialet övergick efter omorganisationen till Försöksavdelningen för sluten växtodling vid Institutionen för växtodling. De kompletterande kemiska analyserna, bearbetningen och sovringen av materialet samt sammanställningen av resultaten i föreliggande publikation har utförts av Eliel Steen.

Metodik

För bestämningen av säsongvariationen användes en modifierad teknik med kontrollburar. Tre rader med fyra burar i varje rad uppställdes i de olika försöksleden, i regel detsamma som fällorna. Avstånden mellan raderna var 4 m och mellan burarna inom raderna 3 m. Burarna flyttades inte under säsongen. Samma yta skördades således hela vegetationsperioden. Nästa år sattes burarna på nya ytor, d. v. s. sådana som föregående år betats. Skörd verkställdes i burarna så snart som växtligheten nått en höjd av c:a 15 cm. Varje år togs härigenom 6-7 skördar. Därvid anpassades årets första skörd så att man började i första raden redan när växtmattan var c:a 10 cm hög, skördade andra raden vid normal beteshöjd och tredje burreden när betet var något högre än 15 cm. På så sätt kom man in i en rytm som i fortsättningen gjorde det möjligt att skörda första, andra och tredje burreden med 7-10 dagars mellanrum. Genom att varje burred skördades 6-7 gånger per säsong blev det sammanlagt ett 20-tal skördetillfällen under sommaren, vilket gav ett detaljerat material för beräkning av betets tillväxt vecka för vecka under vegetationsperioden. Betestillväxtens säsongkurva har därigenom kunnat baseras på ett 20-tal punkter i stället för 6-7 om man endast använder en burred. I försöket vid Gränby har vid bearbetningen dock medeltalen av de tre burrederna använts för att få direkt jämförbarhet med de kemiska analyserna, som i detta försök avser generalprov av varje delskörd oberoende av burred.

En invändning mot förfaringssättet med tre burredar är att burrederna representerar olika skördeytor med skillnader i botanisk sammansättning och markförhållanden. Detta fel är dock inte särskilt

stort så länge man håller sig inom en begränsad yta av en gammal betesvall med stabiliserad och enhetlig botanisk sammansättning. Felet i första skörden varje år, då första burreden skördas något för tidigt och tredje raden något för sent, synes av materialet att döma ej heller vara av allvarligare art.

Försöksplatser

Med den uppläggning som ovan beskrivits utlades försöket på tre platser, Ultuna, Lövsta och Gränby, alla tre i Uppsala-trakten.

Försöksplats Ultuna.

I försöket vid Ultuna var utgångsläget en c:a 30-årig betesvall, som under en lång följd av år gödslats rikligt och underkastats noggrann skötsel. Vallen hade varit föremål för produktionsmätningar med betande djur och kontrollburar under ett 20-tal år innan försöket rörande betets kvantitativa och kvalitativa säsongvariation startade.

Försöksled. Försöket omfattade ett led med och ett utan kväve. Leden med och utan kväve utlades dels på lättare jord, dels på lerjord, huvudsakligen mellanlera. Sammanlagt bestod således försöket av fyra led. Kvävet gavs som kalksalpeter i tre delgivor under vegetationsperioden, varav den första på våren. Sammanlagt gavs 800 kg eller 125 kg rent kväve per hektar och år. Båda försöksleden övergödlades med 300 kg 20-procentig superfosfat och 150 kg 40-procentig kalisalt per hektar och år.

Försökets längd och materialets omfattning

Försöket skördades 1947-1961, d. v. s. i 15 år, på det sätt som ovan beskrivits. Kemiska analyser utfördes på växtmaterial från åren 1949 och 1953. Analyserna omfattade råprotein, växttråd, kalium, kalcium och fosfor. I redovisningen nedan har materialet koncentrerats. Således har siffrorna från den lätta jorden och lerjorden slagits samman, då inga större skillnader visade sig föreligga mellan dessa två försöksled. Vidare grundar sig kurvan över betestillväxtens genomsnittliga säsongvariation på material från åren 1947-1954.

Markförhållanden. Som framgick av försöksplanen utlades en del av försöket på lättare och en annan del på styvare jord.

Växtnäringsförhållandena inom försöksområdet är synnerligen gynnsamma. Den rikliga gödslingen varje år samt betesdjurens spillning har anrikat växtnäring i matjordslagrets översta 10 cm. Laktattalen ligger således mellan 20 och 40, motsvarande fosfatklass III enligt den äldre indelningen. Kalitalen når värden mellan 20 och 70, lägre på sandjorden, högre på lerjorden, och man kommer här upp i den högsta kaliklassen. Reaktionstalet är inom sandjordsdelen 6,0 - 6,5 och inom lerjordsdelen 7,0 - 7,5.

Av dessa siffror torde man kunna dra slutsatsen att, bortsett från kvävet, tillgången på växttillgänglig näring knappast har varit begränsande faktor för betestillväxten. Detta konstaterande är av betydelse för tolkningen av säsongvariationen hos betets kemiska sammansättning.

Nederbörd. För tolkningen av betets tillväxtkurva är nederbörden av väsentlig betydelse. Mätningar av nederbördsmängden utfördes hela försökstiden på Ultuna. Siffrorna för försökstiden 1947-1954 och för de två utvalda åren 1949 och 1953 redovisas i nedanstående tablå.

Period (År)	Månad						
	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
1947-1954	32	24	40	68	73	39	39
1949	28	40	35	58	70	22	119
1953	13	31	33	111	25	55	47

Betets botaniska sammansättning. Den 30-åriga betesvallen hade vid försökets start en något högre andel örter än normalt för en gammal betesvall, där gräsen oftast helt dominerar, åtminstone vid riklig kvävegödsling. Örterna utgjordes huvudsakligen av maskros och rölleka, övriga arter spelade en helt underordnad roll. Gräsen bestod främst av ängsgröe och rödsvingel, den förra arten inom de kvävegödslade leden, den senare inom de icke kvävegödslade leden. Vitklövern spelade en obetydlig roll såväl i leden utan som med kväve under de två år, som prov togs för kemiska analyser. Betesvallens botaniska samman-

sättning i genomsnitt för hela säsongen under de två åren framgår av nedanstående uppställning.

Ultuna, botanisk sammansättning i procent, medeltal för säsongen.

År	Utan kväve			Med kväve		
	Baljväxter	Gräs	Övriga	Baljväxter	Gräs	Övriga
1949	6,2	57,6	36,2	0,7	57,9	41,4
1953	3,0	59,3	37,7	0	64,5	35,5

Försöksplats Lövsta

Som komplettering till Ultuna-försöket utlades ett försök på naturlig betesmark vid Lövsta, c:a 12 km norr om Uppsala. Samma förfaringssätt tillämpades och försöket löpte under i stort sett samma tidsperiod som Ultuna-försöket. De kemiska analyserna utfördes likaså på prov från åren 1949 och 1953. Tillyväxtundersökningarna omfattar material från tiden 1946-1956, d. v. s. 11 år.

Markförhållanden. Naturbetet vid Lövsta ligger på en åsslutning och jordarten är en mullrik, svagt lerig, mjällig mo. Utgångsläget vid försökets start var en näringsfattig, svagt podsolerad jord med pH-tal kring 4,5. Växtnäringssituationen 1953 var efter ett tiotal års rikliga gödsling jämte kalkning avsevärt förbättrad, vilket framgår av nedanstående siffror.

Led	pH	Laktattal (Egnér)	Kalital (Egnér)
Utan kväve	5,2	8,3	30,0
Med kväve	5,8	18,0	28,0

Fortfarande är dock reaktionstalet förhållandevis lågt. Av fosfor är vidare tillgången knapp. Talen gäller det översta markskiktet och värdena sjunker avsevärt längre ned i markprofilen.

Nederbörd. Nederbördsmätningar utfördes regelbundet även i Lövsta-försöket. Siffrorna redovisas i nedanstående uppställning.

Period (År)	Månad						
	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
1946-1956	32	30	49	57	65	51	42
1949	29	25	35	51	79	19	94
1953	17	30	46	136	25	45	42

Botanisk sammansättning. I fråga om artantal och artuppsättning skiljer sig naturbetet i ganska hög grad från den permanenta betesvallen. I och med att kvävegödsling tillämpas minskar dock artantalet och betet får en enklare sammansättning och likheten med det permanenta betet på åkerjord blir större. Denna förenkling återspeglas även i förskjutningen mellan baljväxter, gräs och övriga arter, vilket framgår av nedanstående siffror.

Lövsta, botanisk sammansättning i procent, medeltal för säsongen

År	Utan kväve			Med kväve		
	Baljväxter	Gräs	Övriga	Baljväxter	Gräs	Övriga
1949	31,8	50,9	17,3	1,8	82,5	15,7
1953	5,8	72,1	22,1	1,4	81,1	17,5

Försöksplats Gränby

Det tredje försöket i serien utlades vid Gränby, beläget c:a 17 km norr om Uppsala. Avkastningsmätningar i burar enligt samma system som vid Ultuna och Lövsta gjordes under åren 1954-1958, d. v. s. i fem år. Kemiska analyser utfördes på material från alla åren, varigenom ett något säkrare underlag för bedömningen av kvalitetens säsongvariation föreligger i detta försök.

Försöket vid Gränby omfattade tre typer av bete, nämligen kvävegödslad betesvall på åker, kvävegödslat bete på naturmark och icke kvävegödslat bete på naturmark. Kvävemängden i båda leden med kväve var 125 kg per hektar och år i form av kalksalpeter.

Markförhållanden. Inom försöksområdet var jordarten i stort sett en mullhaltig, sandig lättlera. Vid försökets anläggning år 1953 verkställdes markkartering, som visade reaktionstal kring 7,0, överlag otil-

fredsställande fosfattillstånd och tämligen gott kalitillstånd.

Temperatur och nederbörd. Under hela försökstiden registrerades lufttemperatur och nederbörd. Medeltalen månadsvis för dessa två klimatafaktorer återfinnes i nedanstående uppställning.

	April	Maj	Juni	Juli	Augusti	September	Oktober
Regn, mm	22,6	28,2	56,1	52,9	66,5	53,1	50,4
Temperatur, °C	1,9	9,3	13,3	16,7	15,3	11,3	6,3

Botanisk sammansättning. Betesvallen på åkerjord nylades 1953. Vid försökets start var det således fråga om första årets vall. Den intilliggande naturmarken var av godartad typ med en ur kvalitetssynpunkt värdefull botanisk sammansättning. Den genomsnittliga sammansättningen i de tre försöksleden för de fem försöksåren framgår av nedanstående siffror.

Gränby, botanisk sammansättning i procent, medeltal för säsongen.

Artgrupp	Betesvall, med N	Naturmark, med N	Naturmark, utan N
Baljväxter	2,6	1,5	9,4
Gräs	90,6	67,4	45,8
Övriga	6,8	31,1	44,8

Som synes skiljer sig naturmarken från betesvallen genom högre halt av övriga arter, d. v. s. olika örter. Särskilt påtagligt är detta i ledet utan kväve. De två kvävegödslade leden skiljer sig i sin tur från icke kvävegödslad genom låg halt baljväxter och hög halt gräs.

Dessa skillnader är naturligt nog av stor betydelse när det gäller att tolka skillnader i kemisk sammansättning mellan olika led. Medeltalen för hela säsongen säger emellertid inte mycket om enskildheter i den kemiska säsongkurvan. För att få ytterligare information på den punkten utfördes år 1960 botanisk analys i varje skörd i två av försöksleden, nämligen betesvallen och naturmarkens kvävegödslade del. Den analys gällde alla arter i proven. Resultaten av analysen redovisas översiktligt, d. v. s. som baljväxter, gräs och övriga arter, i nedanstående tabell. Siffrorna gäller viktsprocent i provet.

	Skörd nr					
	1	2	3	4	5	6
1. Betesvall, N-gödslad						
Baljväxter	1,0	0,2	0,7	0,1	0,3	0,2
Gräs	60,0	76,5	65,6	71,2	86,6	92,8
Övriga	39,0	23,3	33,7	28,7	13,2	7,0
2. Naturmark, N-gödslad						
Baljväxter	0,8	0,6	3,0	1,8	1,0	2,3
Gräs	25,2	51,4	65,1	70,5	72,7	73,8
Övriga	74,0	48,0	31,9	27,7	26,3	23,9

Som framgår av tabellen spelar baljväxterna en helt underordnad roll och någon säsongvariation i mängdavsäende för deras del kan inte urskiljas. Gräsen och övriga arter, d. v. s. diverse örter, uppvisar däremot en ganska distinkt säsongbild, särskilt på naturmarken. Utmärkande är att gräsens andel ökar efter hand under säsongens lopp från 60 till 93 % i betesvallen och från 25 till 74 % på den kvävegödslade naturmarken. I motsvarande grad minskar örternas andel från 39 till 7 % i betesvallen och från 74 till 24 % i naturbetet. Örterna representeras i första hand av maskros, i andra hand av rölleka. Maskrosen har en utpräglad kvantitativ topp under senvåren och försommaren. Röllekan har sitt optimum senare, i juni-juli, vilket för övrigt återspeglas i betesvallens tredje och fjärde skörd. Siffrorna gäller endast ett år men ger sannolikt huvuddragen av den botaniska förskjutningen i betet under säsongens lopp. Storleksordningen av denna förskjutning är så betydande att den är av väsentligt intresse för diskussionen om den kemiska säsongvariationen i betet.

Betestillväxtens kvantitativa säsongvariation

Frågan om betets kemiska säsongvariation hänger nära ihop med dess kvantitativa säsongvariation och en analys av kvalitetsfrågan kan knappast genomföras utan bakgrunden av betestillväxtens rytm under vegetationsperioden. I vårt land har sistnämnda fråga ingående studerats av Giöbel (1945) och Rappe (1946, 1948, 1951, 1955, 1963) vilka

i stort klarlagt tillväxtkurvans grundförlopp och beroende av bl. a. nederbörd, dagslängd, kvävegödsling och betestyp. Giöbel betonar härvid nederbördens dominerande inflytande på kurvans förlopp samt belyser möjligheterna att med kvävegödsling motverka depressioner i tillväxten. Rappe har utöver detta sökt analysera i vad mån växternas genetiskt betingade, fysiologiska rytm återspeglas i säsongkurvan och har även använt sig av kärlförsök i klimatkammare.

Genomsnittskurvan för ett större antal år och för betesvall som kvävegödsles på våren och i omgångar på sommaren kännetecknas av två maxima, varav ett större under tiden 20 maj - 10 juni och ett mindre omkring 15 augusti - 1 september. Mellan dessa perioder infaller följaktligen ett minimum, som når sitt lägsta värde ca 10 juli. För det enskilda året kan kurvan avvika betydligt från detta genomsnitt.

Försöksplats Ultuna

Från försöket vid Ultuna redovisas genomsnittskurvan för 8-årsperioden 1947-1954 i fig. 1 a. Som framgår har kurvan för den kvävegödslade delen det ovan beskrivna typiska utseendet, medan den icke kvävegödslade delen uppvisar en kurva med ett tydligt maximum i juni och därefter en mycket svag återhämtning i augusti, d. v. s. den senare kurvan har i stort sett endast ett maximum. Betestillväxtens förlopp under säsongen påverkas således i ganska hög grad av växtnärings-tillståndet, i synnerhet kväve. Den andra väsentliga yttre faktorn är nederbörden. Denna har redovisats månadsvis ovan i särskild tabell. Kännetecknande för nederbördens genomsnittliga fördelning under växtperioden är den relativa torkan under april och maj, en något högre nederbördsmängd i juni, betydligt högre i juli och augusti med maximum i sistnämnda månaden samt avsevärt lägre mängd igen i september - oktober.

Denna säsongfördelning och betestillväxtens kurva kan synas motsäga vartannat, men vid närmare granskning står det ganska klart att den sistnämnda nederbördsfördelningen i förening med kvävet verk-samt bidrar till kurvans tvåtoppighet. Den ringa nederbörden under våren har ingen avgörande betydelse för tillväxten, då markfukten ändå är god. När vårmusten längre fram till stor del tagits i anspråk infaller däremot en kritisk period. Ganska rikligt med regn behövs då

för att förhindra en kraftig nedgång i tillväxten. För det mesta faller inte tillräckligt med regn och depressionen infinner sig. Därmed är också förutsättningen given för en återhämtning senare på sommaren och man får en tvåtoppig kurva, dock endast under förutsättning att kvävetillgången i marken är god.

De kemiska analyserna inskränker sig till de två åren 1949 och 1953. Det är därför nödvändigt att även granska tillväxtkurvan för dessa två enskilda år. Kurvan för år 1949 återfinnes i fig. 1 b. Som framgår är tvåtoppigheten starkt utpräglad i det kvävegödslade försöksledet men ganska svagt utpräglad i ledet utan kväve och av tämligen normal typ. I nederbördshänseende var maj våtare och juni torrare än normalt, vilket i kväveledet bidrar till att markera försommarmaximum såväl som depressionen i mitten av juli.

Motsvarande kurva för år 1953 redovisas i fig. 1 c. Nederbördsfördelningen utmärkes av att juni var torrare än normalt efter en förhållandevis fuktig maj månad samt att julinederbörden var extremt hög men hösten tämligen torr. En tvåtoppig kurva är därför att vänta. I kväveledet är den mycket tydlig, i ledet utan kväve blott antydd. Depressionen infaller dock på grund av torka i juni tidigare än normalt, varpå även följer en tidig återhämtning.

Försöksplats Lövsta

Den genomsnittliga säsongkurvan för betestillväxten under perioden 1946-1956, d. v. s. 11 år, redovisas i fig. 2 a. I grova drag återfinner man samma bild som i försöket på åkerjord. Tvåtoppigheten i det kvävegödslade ledet är således tydlig. Kurvan i det icke kvävegödslade försöksledet har endast ett utpräglat maximum under försommaren och ingen återhämtning i augusti efter nedgången i slutet av juni. Det bör även betonas att maximum på försommaren inträffar ca två veckor senare än på åkerjord och något senare inom den icke kvävegödslade delen än inom den kvävegödslade. Som vidare framgår är den månadsvisa nederbördsfördelningen ungefär densamma som vid Ultuna med högsta mängden i augusti och ganska utpräglad vår-försommartorka.

Tillväxtkurvorna för de två enskilda åren 1949 och 1953 återfinnes i fig. 2 b och c. År 1949 har kurvan ungefär samma utseende som i

Ultuna-försöket vad gäller kväveledet. Det icke kvävegödslade ledet beskriver även en tvåtoppig kurva, som är mer utpräglad än genomsnittet för ledet utan kvävegödning, År 1953 avviker däremot Lövsta-försökets kväveled genom att ett andra maximum kring 1 augusti är extremt markerat, orsakat av det kraftiga regnet i juli, som uppgick till hela 136 mm.

Försöksplats Gränby

Med samma metodik som vid Ultuna och Lövsta mättes avkastningen i kontrollburar under de fem försöksåren. Resultaten redovisas i fig. 3. Kurvorna baserar sig i detta fall på medeltalen för varje skörd i avsikt att erhålla direkt jämförbarhet med de kemiska analyserna, som utförts på generalprov av alla burarna per skörd. Antalet punkter på kurvan blir lika med antalet skördar per säsong, i detta försök 7, i stället för 21 punkter om man håller varje burrad åtskild. Som framhölls i den allmänna metodikbeskrivningen eftersträvades att verkställa skörden på ett tidigt betesstadium, d. v. s. en höjd av 10-15 cm. Beroende på olika snabb tillväxt blir följaktligen intervallen mellan skördarna olika stora, en sak som är av stor betydelse för den kemiska säsongvariationen. I nedanstående tablå redovisas det genomsnittliga tidsintervallet mellan de 7 olika skördarna, liksom genomsnittsdatum för var och en av dessa skördar.

	Skörd nr						
	1	2	3	4	5	6	7
Intervall, dagar	17	17	22	26	31	26	21
Skördedatum i genomsnitt	23/5	8/6	30/6	25/7	25/8	20/9	10/10

Som framgår av fig. 3 kan man inte urskilja någon tvåtoppighet hos någon av kurvorna, d. v. s. inte heller i betesvallen. Detta beror till någon del på sättet att rita kurvan men hänger framför allt ihop med väderleken under de fem försöksåren. Denna kännetecknades av jämförelsevis nederbördsrika somrar, som i avsevärd grad motverkat tendensen till stagnation i tillväxten under högsommaren. Naturmarkens svagare produktion under eftersommaren och hösten har delvis att göra med en ogynnsammare botanisk sammansättning med högre andel

örter än i betesvallen. Inom den icke kvävegödslade delen är den därtill en växtnärlingsfråga och i första hand en fråga om brist på kväve.

Betestillväxtens kemiska säsongvariation

Som nämnts omfattade hela materialet växtprov från 3 fältförsök om sammanlagt 31 enskilda skördeår, varav 15 från Ultuna, 11 från Lövsta och 5 från Gränby. Av detta material utfördes kemiska analyser på växtprov från åren 1940 och 1953 vid Ultuna och Lövsta samt från åren 1954-1958 vid Gränby. I proven från Ultuna och Lövsta hölls de olika burraderna inom samma försöksled = de enskilda skördetillfällena, åtskilda, varigenom 17-21 analysvärden per säsong erhöles. I Gränby-försöket slogs av kostnadsskäl de enskilda proven i burraderna ihop till ett generalprov. Härigenom erhöles lika många analysvärden som antalet skördar per säsong, d. v. s. 7.

Råprotein

Ultuna. Säsongkurvan för råproteinet under åren 1949 och 1953 återfinnes i fig. 4 a och b. Till att börja med framgår att halten i det kvävegödslade ledet är signifikativt högre för båda åren än i det icke kvävegödslade. (1949: Kvot 125,4^{xxx}; 1953: Kvot 120,1^{xxx}) Genomsnittligt för 1949 ligger värdena vid 23,5 % i kvävegödslade och vid 16,5 % i icke kvävegödslade led. År 1953 är halten genomgående lägre eller 20,4 respektive 14,7 %. Den statistiska analysen ger signifikanta skillnader mellan åren, nämligen för PK: $t = 2,62^x$ och för PKN: $t = 3,91^{xxx}$. Det kan därutöver tilläggas att råproteinhalten i kväveleden ej sjunker under 17,5 % någon gång under säsongen något av de två åren. Vidare finner man att kurvornas förlopp i stort sett är detsamma i de kvävegödslade och icke kvävegödslade leden. Det bör därtill framhållas att råproteinhalten icke är lägre under sensommaren och hösten än tidigare på säsongen. År 1949 finner man de lägsta värdena i stort sett samtidigt som tillväxthastigheten har sitt minimum. Man finner även att det förhållandevis sent inträffande andra tillväxtmaximum har en motsvarande topp i råproteinhalten. År 1953 inträffar tillväxtdepressionen tidigt eller redan kring 15 juni. Råproteinhalten visar en nedgång vid samma tid. Ett tidigt andra tillväxtmaximum motsvaras av en uppgång i halten råprotein. Variansanalysen ger båda åren signi-

fikanta skillnader mellan olika skördetider, nämligen 1949: Kvot 2, 19^x och 1953: Kvot 2, 33^x.

Råproteinhalten visar således en tendens att minska när tillväxthastigheten hos betet minskar. Vid snabbare betestillväxt ökar däremot halten råprotein. Långsam tillväxt under en kortare tid leder, ehuru betydligt mindre utpräglat, till samma resultat som hastigare tillväxt under en längre tid.

Lövsta. Råproteinkurvan för 1949 (fig. 4 c) beskriver ett förlopp som stämmer överens med tillväxtkurvan, ehuru nedgången på högsommaren ej är så markerad. Skillnaderna mellan skördetider är ej heller signifikanta. Mellan kvävegödslat och icke kvävegödslat föreligger inga signifikanta skillnader. Halten ligger i båda fallen i genomsnitt vid c:a 21 %. Den har sitt minimum vid c:a 15 % och sitt maximum vid c:a 25 %. År 1953 (fig. 4 d) är bilden en något annan med endast svag antydning till nedgång i slutet av juni och ganska jämn halt av råprotein under säsongen i övrigt. Denna halt ligger vid drygt 19 % och signifikanta skillnader mellan de båda gödslingsleden föreligger inte. Kurvan för icke kvävegödslat har en i stort sett väntad typ. Det kvävegödslade ledet har däremot inget maximum i augusti motsvarande det extrema tillväxtmaximum. Detta torde orsakas av den snabba tillväxten, som inneburit att växtligheten skördats vid något senare utvecklingsstadium än normalt, och att råproteinhalten därför redan börjat gå ned. Skillnaderna mellan skördetider är ej heller för 1953 signifikanta. Skillnaderna mellan de två åren är slutligen ej signifikanta i PK-ledet men signifikanta i PKN-ledet med t-värdet 2, 13^x.

Gränby. Kurvorna för råproteinet återfinnes i fig. 4 e. Alla tre kurvorna, d. v. s. betesvallens, den kvävegödslade naturmarkens och den icke kvävegödslade naturmarkens, kännetecknas av en depression under senare delen av juli samt maxima under månadsskiptena maj-juni och augusti-september. Den icke kvävegödslade naturmarken skiljer sig dock från de övriga två genom att nedgången under högsommaren är mindre markerad. Värdena för den kvävegödslade naturmarken ligger genomgående och signifikant högre än i betesvallens, i första hand ett uttryck för den olika botaniska sammansättningen. De högsta värdena uppgår till c:a 25 %, de lägsta till c:a 18,5 %. De senare återfinnes i betesvallens.

Man finner således att råproteinkurvan beskriver samma huvudförlopp som i de två andra försöken, trots att tillväxtkurvan har ett annat utseende, nämligen att ingen tydlig högsommardepression kan urskiljas. Detta antyder att andra faktorer än betets tillväxthastighet också inverkar på råproteinets säsongvariation, faktorer som har att göra med lagbundenheter i betesväxternas morfologiska såväl som fysiologiska rytm. Variansanalysen lämnar följande resultat för råproteinets del: Varianskvoter: Mellan år 17, 9^{xxx} mellan betestyper 17, 8^{xxx}, mellan skördetider 15, 75^{xxx}. Primära samspel: År-betestyp 2, 7^x, år-skördetid 4, 4^{xxx}, betestyp-skördetid 2, 9^{xx}.

Diskussion. Alla tre försöken visar mer eller mindre tydligt att råproteinhalten har ett minimum i juli medan värdena är högre på våren och under sensommaren-förhösten. Till en del synes detta hänga samman med betets tillväxthastighet, varvid snabb tillväxt ger hög råproteinhalt och långsam tillväxt låg råproteinhalt, dock under förutsättning att det hela tiden är fråga om samma utvecklingsstadium. Den ofta förekommande tillväxtdepressionen på högsommaren motsvaras således av en depression i råproteinhalten.

Att det ovan nämnda dock inte är hela förklaringen framgår av materialet från Gränby. I medeltal för 5 år uppvisar här tillväxten i kvävegödslade led ingen tydlig nedgång under sommaren, vilket hänger ihop med de i genomsnitt regniga väderleksförhållandena under de fem försöksåren. Lika fullt föreligger en mycket tydlig nedgång i råproteinhalten under juli månad. Samma sak gäller det icke kvävegödslade ledet, vars tillväxtkurva inte har något andra maximum på sensommaren medan råproteinkurvan har ett sådant maximum. Bakom detta ligger en rad komplicerade förhållanden, som bl. a. gäller förskjutningar i den botaniska sammansättningen under säsongen, morfologiska förändringar i det växande beståndet och inte minst genetiskt betingade, fysiologiska processer i växterna. Den roll dessa olika faktorer spelar beror i sin tur på bl. a. växtnäringstillstånd, botanisk sammansättning och markens vattenhållande förmåga, vilket framgår av materialet. Detta gäller inte endast råprotein utan även de övriga kemiska egenskaperna.

Nära sammanhang med de sistnämnda förhållandena har definitionen av utvecklingsstadium. I föreliggande undersökningar har som

nämnts skörd företagits på ett tidigt betesstadium eller vid en höjd av 10-15 cm. Häri ligger naturligt nog ett visst mått av subjektiv värdering och man får alltid räkna med att skörden ibland tagits något för tidigt, ibland något för sent. På ett stort material kan man dock räkna med att detta fel jämnar ut sig. Å andra sidan föreligger alltid en viss tendens att skörda något för sent när betet växer fort och något för tidigt när det växer långsamt. Ett dylikt systematiskt fel kan t. ex. innebära att starkt kvävegödslade försöksled nått ett senare utvecklingsstadium vid samtidig skörd än icke kvävegödslade.

Oavsett den svårlösta frågan om skördetillfälle och utvecklingsstadium och dess inverkan på den kemiska sammansättningen står klart att råproteinhaltens säsongvariation måste ha att göra med betesbeståndets botaniska och morfologiska rytm under säsongen. En regnig sommar försvagas denna rytm, en torr sommar förstärkes den. Ett normalt år ökar som regel andelen gräs efter hand under säsongen i en kvävegödslad betesvall med låg eller ingen klöverhalt. De viktigaste ogräsen i den kvävegödslade betesvallen är maskrosen, röllekan och höstfibblan, som ofta kan sätta sin prägel på beståndet under respektive försommar, högsommar och förhöst. Den största kvantitativa rollen spelar maskrosen, varför man får en genomsnittligt högre andel örter under säsongens tidigare del.

I en gräsdominerad vall försiggår vidare en annan viktig förändring, som klarlagts i en klassisk undersökning av Fagan et al. (1928). På våren och försommaren har beståndet en hög bladprocent och en låg stråprocent. I slutet av juni och i juli har stråandelen ökat avsevärt. Detta är tydligt även under regniga år. Senare på sommaren, i augusti och början av september, är återigen bladandelen högre. Sistnämnda rytm påverkas åtskilligt av olika yttre faktorer men är i grunden genetiskt betingad och återspeglar växternas naturliga strävan att under högsommaren gå upp till blomning och frösättning.

Växtråd

Ultuna. Kurvan för växtrådhalt (fig. 5 a och b) har närmast ett motsatt utseende till råproteinkurvan, d. v. s. den har ett maximum någon gång under högsommaren och minima i början och slutet av betesperioden. Tydligast är detta 1949, men även 1953 kan den skönjas.

Varianskvoten för mellanskördetider är 1949 2,88^{xx} och 1953 2,05. Signifikanta skillnader föreligger mellan kväve- och icke-kväveleden år 1949 (kvot 6,33^x) men ej år 1953. I medeltal ligger växttrådhalten vid 20,5 % år 1949 och vid 22 % år 1953, d. v. s. motsatt i förhållande till råproteinhalten som var högst 1949 och lägst 1953. Skillnaden mellan år är dock signifikant endast i det kvävegödslade ledet med t-värdet 3,94^{xxx}.

Lövsta. Växttrådens säsongkurva framgår av fig. 5 c och d. Som synes skiljer sig åren 1949 och 1953 ganska mycket från varandra. Förstnämnda året är växttrådhalten signifikant högre i det kvävegödslade ledet än i det icke kvävegödslade, kvot 38,6^{xxx}. Medeltalet i kvävegöds-lat är c:a 23 % och i icke kvävegöds-lat knappt 20 %. Variationen under säsongen är däremot liten och ej signifikant. Någon distinkt säsongbild kan därför ej urskiljas. År 1953 är däremot säsongkurvans förlopp ganska markerat med ett tidigt maximum i juni och därefter ett sakta avtagande mot 18-20 % i september-oktober. Varianskvoten för mellanskördetillfällen är 6,98^x. Å andra sidan är inte skillnaderna mellan kvävegöds-lat och icke kvävegöds-lat signifikanta detta år. Skillnaderna mellan år är signifikanta för kvävegöds-lat.

Gränby. Säsongkurvan för växttråden framgår av fig. 5 e. Dess förlopp är i alla betestyperna mycket markerat med maximum på högsommaren och minima vår och höst. Kurvorna är tämligen lika för alla tre betestyperna, varav dock det icke kvävegödslade naturbetet ligger genomgående och signifikant lägre än de två övriga. Högsta växttrådhalten finner man under större delen av säsongen i betesvallen. Dessa skillnader har dels att göra med den botaniska sammansättningen, dels med kvävegödslingen. Variansanalys av siffrorna för växttråden lämnar följande resultat: Mellan år: 3,69^x, mellan betestyper: 13,73^{xxx}, mellan skördetider: 28,45^{xxx}.

Primära samspel: År-betestyp 1,49; år-skördetid 2,41, betestyp-skördetid 1,38.

Diskussion. Säsongkurvan för växttråden växlar något i de olika försöken men uppvisar ett huvuddrag, som kan sägas vara spegelbilden av råproteincurvan, nämligen att maximum infaller under högsomma-

ren och minima på våren och hösten. Denna negativa korrelation mellan råprotein och växttråd är väl känd. Växttrådkurvans beskrivna grundförlopp är därför väntat med hänsyn till diskussionen ovan om råproteinkurvan.

Långsam tillväxt, sent utvecklingsstadium och hög andel gräs ger var för sig hög växttrådhalt. Skillnaden mellan den gräsdominerade betesvallen och den förhållandevis örtrika naturmarken vid Gränby illustrerar väl det sistnämnda sambandet. På samma sätt framträder denna botaniska olikhet i råproteinhalten, fastän i omvänt förhållande.

Mellan kvävegödsel och icke kvävegödsel är skillnaderna mindre än väntat. Detta har sannolikt att göra med den olika tillväxthastigheten i de två försöksleden i kombination med samtidig skörd. Följden blir att kväveleden konsekvent har nått något längre i utveckling och därför får en genomgående högre växttrådhalt än de skulle ha om skörd företogs individuellt och på exakt motsvarande utvecklingsstadium.

Kalium

Ultuna. Av de tre mineralämnen som undersökts spelar kalium den största kvantitativa rollen. Detta och dess egenskap av katjon med stor rörlighet i jord och växter har stor principiell betydelse, inte minst med hänsyn till balansen mellan kalium och andra katjoner.

Som framgår av fig. 6 a och b ser kurvorna något olika ut 1949 och 1953. Det förstnämnda året föreligger ett klart minimum kring 1 augusti, sistnämnda året finns endast en svag antydning till nedgång under högsommaren. Kurvorna ger tillsammans en anvisning om att kalium i betet är beroende av tillväxthastigheten men att detta samband är svagare än när det gäller råprotein och växttråd. Kaliumhalten förhåller sig i så fall på samma sätt som råproteinet, d. v. s. den stiger när betets tillväxthastighet ökar och tvärtom. Detta är i överensstämmelse med det kända förhållandet att kaliumhalten sjunker med utvecklingsstadiet. Som vidare framgår är kaliumhalten genomgående högre i ledet med kvävegödsling än i ledet utan. Skillnaderna är signifikanta både år 1949 och 1953, varianskvot $69,6^{xxx}$ och $32,0^{xxx}$ respektive. Detsamma gäller för skördetiden med kvoten $4,80^x$ år 1949 och $5,83^x$ år 1953. Däremot föreligger inga signifikanta skillnader mellan de två åren.

Lövsta. Säsongkurvan för kalium, fig. 6 c och d, beskriver 1949 ett förlopp som överensstämmer med kurvorna för tillväxt och råproteinhalt. För år 1953 råder denna överenskommelse vad gäller icke kvävegödslat men däremot inte för ledet med kväve. Detta torde ha att göra med den snabba tillväxten i sistnämnda led under sommarens senare del, som leder till en utspädningseffekt, särskilt som kaliumtillgången i marken inte är särskilt stor. Inget av åren föreligger signifikanta skillnader mellan olika skördetider. Skillnaderna mellan gödslingar är signifikanta år 1953, kvot 19,3^{xxx} men ej år 1949. Mellan de två åren är skillnaderna signifikanta i ledet utan kväve, kvot 6,87^{xxx} men ej signifikanta i kväveledet.

Gränby. Kaliumhaltens säsongvariation redovisas i fig. 6 e. Som framgår urskiljer man två maxima, det ena i början av juni, det andra i mitten av september. Minimat mellan de båda maximala värdena är dock svagt markerat i de två kvävegödslade betestyperna. I det icke kvävegödslade naturbetet föreligger endast ett maximum, nämligen det i början av juni, varefter kaliumhalten successivt sjunker, d. v. s. kaliumkurvan överensstämmer med tillväxtkurvan. Statistiskt signifikanta skillnader föreligger för alla tre indelningsgrunderna, år, betestyper och skördetider, vilket framgår av nedanstående uppställning. Varianskvoter: Mellan år 19,43^{xxx}, mellan betestyper 9,14^{xxx}, mellan led 4,86^{xxx}, betestyp-skördetid 2,43^x.

Diskussion. Resultaten från alla tre försöken visar att kalium beskriver en säsongkurva, som mycket liknar torrsubstansstillväxtens variation. Detta stämmer överens med det kända förhållandet att kaliumhalten sjunker med vallväxternas utvecklingsstadium. Snabb tillväxt innebär således hög kaliumhalt, långsam eller avtagande tillväxt medför lägre kaliumhalt. Detta gäller under förutsättning att kaliumhalten i marken inte är begränsande faktor. På lättare jord, såsom vid Lövsta, kan halten av växttillgängligt kalium vara knapp och snabb betestillväxt leda till en utspädning av mängden kaliumjoner i växtmassan, d. v. s. till lägre halt av kalium.

Mellan baljväxter, gräs och örter föreligger enligt tidigare svenska och utländska undersökningar inga bestämda skillnader i kaliumhalt. De olikheter som kan konstateras i försöken mellan kväve- och icke

kvävegödslande led i fråga om kaliumhalt beror således knappast på den olika botaniska sammansättningen utan på en kemisk samspelseffekt mellan kaliumjoner och nitratjoner, de senare tillförda med kvävegödseln. Den negativa NO_3 -jonen medför att större mängder av de lättroliga positiva K-jonerna tas upp för att jonbalansen skall kunna upprätthållas. Tydligast illustreras detta av Ultuna-försöket, som f. ö. i både N- och icke N-leden utgöres av ett gräsdominerat bestånd.

Kalcium

Ultuna. Kurvorna för kalciumhalten redovisas i fig. 7 a och b. Härav framgår att inga större skillnader föreligger mellan kvävegödslat och icke kvävegödslat, även om en tendens till lägre halt vid kvävegödsling kan urskiljas, särskilt 1949. Ett antytt drag är vidare att halten kalcium i stort sett sakta stiger under vegetationsperioden, tydligast under 1949, svagare 1953, då halten stiger från våren till högsommaren, men sedan i stora drag håller sig på samma nivå. Tendensen är dock ej statistiskt säker. I genomsnitt för hela säsongen skiljer sig de två årgångarna inte mycket från varandra. I icke kvävegödslande led föreligger ingen skillnad mellan åren, i kvävegödslande led är halten något men ej statistiskt signifikant lägre 1949 än 1953.

Lövsta. Kalciumkurvorna för de två åren, återgivna i fig. 7 c och d, visar i stort sett en ganska liten växling under säsongens lopp och den variation som finns är knappast entydig. Utslagen är ej heller statistiskt signifikanta. År 1949 ligger halten i icke kvävegödslat något högre än i kvävegödsling, vilket närmast torde bero på den relativt höga baljväxthalten i förstnämnda ledet. År 1953 är förhållandet det motsatta och kalciumhalten är signifikant högre i det kvävegödslande ledet. Baljväxthalten är låg i båda leden och kan därför inte förklara skillnaden. Däremot har man att beakta den extremt höga tillväxten i kvävegödslandet, särskilt under sensommaren detta år. Skillnaderna mellan kvävegödslat och icke kvävegödslat är signifikanta båda åren, kvoter 1949: $8,18^{xx}$, 1953: $33,33^{xxx}$. I medeltal ligger kalciumhalten något högre år 1949 än 1953. Skillnaderna är dock endast signifikanta i det icke kvävegödslande ledet, t-värde $20,4^{xxx}$.

Gränby. Kalciumhalten beskriver ett säsongförlopp (fig. 7 e) som i sina grova drag är motsatsen till säsongvariationen för råprotein och kalium, d. v. s. med ett maximum någon gång under högsommaren och lägre värden vår och höst. Dock är värdena något högre under hösten än våren, vilket innebär att halten kalium i stort sett stiger från vår till höst, men med ett markerat högsommarmaximum efterföljt av en relativ nedgång. Skillnaderna mellan de tre betestyperna är vidare tydliga, varvid naturbetet når de högsta värdena, 1,1-1,5 % och betesvallen de lägsta, 0,75-1,0 %. Detta är i första hand ett uttryck för skillnaderna i botanisk sammansättning. För alla tre statistiska indelningsgrunderna är skillnaderna signifikanta vilket framgår av nedanstående uppställning:

Variationskvoter: Mellan år $3,09^x$, mellan betestyper $51,14^{xxx}$, mellan skördetider $6,50^{xxx}$. Primära samspel: År-betestyper $1,27$, år-skördetider $3,36^{xxx}$, betestyper-skördetider $1,14$.

Diskussion. Endast i Gränby-försöket uppvisar säsongkurvan för kalium en distinkt variation. I det ena av de två andra försöken, Ultuna, finns dock en tendens till ökad kaliumhalt av samma karaktär som vid Gränby. Den successiva ökningen av Ca-halten är f. ö. i överensstämmelse med de resultat som Karns (1955) erhållit i tyska undersökningar. Däremot fann Karns ingen tendens till särskilt höga värden under högsommaren som fallet var vid Gränby. Snarare inträdde då en mindre nedgång.

I en engelsk undersökning av Featherstone et al. (1951) visades mycket klart att Ca-halten minskar med vallbeståndets utveckling. Samma sak, fastän med enskilda gräsarter i stället för bladbestånd, har visats av Fleming och Coulter (1963). Vidare är det ett känt förhållande att gräsen har lägre halt av kalium än baljväxter och örter. Den ovan påtalade förskjutningen i blad-stråandel får även sin betydelse i sammanhanget, då bladen har högre halt Ca än strået, belyst bl. a. av Fagans et al. (1928) undersökningar. Detta talar för en kalciumkurva av samma typ som råprotein- och kaliumkurvorna, vilket emellertid inte stämmer med de erhållna resultaten. Uppenbarligen ligger även andra omständigheter än skördestadium, gräsandel och blad/stråförhållande bakom kalciumkurvans form i de redovisade försöken. Antagonism mellan olika joner och transport från rötter till gröna växt-

delar samt löslighetsförhållanden i markvätskan är dylika andra omständigheter, som kan spela sin roll. Det presenterade materialet ger dock inga hållpunkter för en närmare diskussion om dessa möjligheter.

Fosfor

Ultuna. Kurvorna för fosfor, som redovisas i fig. 8 a och b, uppvisar knappast någon tendens under säsongens lopp annat än en svag nedgång i juli 1949. Värdena håller sig i stället på ganska jämn nivå hela säsongen, varvid halten är signifikant lägre i de kvävegödslade leden än i de icke kvävegödslade. Varianskvoterna är 1949: $42,6^{xxx}$ och 1953: $13,7^{xx}$. Värdena ligger i båda leden något högre 1949 än 1953 och skillnaderna är signifikanta, t-värde 1949: $3,13^{xx}$ och 1953: $2,40^x$.

Lövsta. I säsongkurvorna för fosfor år 1949 (fig. 8 c) återspeglas högsommarens tillväxtdepression i form av ett svagt fosforminimum. Säsongvariationen är dock ej signifikant. Halten ligger däremot signifikant lägre i kväveledet än i icke-kväveledet, varianskvot $17,1^{xxx}$. År 1953 (fig. 8 d) är likaså halten signifikant lägre i kväveledet, varianskvot $25,0^{xxx}$. Något minimivärde under högsommaren kan detta år knappast urskiljas. Skillnaderna mellan 1949 och 1953 är signifikanta i det icke kvävegödslade ledet, t-värde $3,21^{xx}$, men ej i kväveledet. Halten är i båda leden högst 1949.

Gränby. Fosforkurvan, som redovisas i fig. 8 e, liknar kaliumkurvan, med maximum vår och tidig höst och en svag depression under sommaren. Bilden är tämligen lika för alla tre betestyperna. Halten är högst i det icke kvävegödslade naturbetet, lägst i betesvallen, men skillnaderna är ganska små och ej signifikanta.

Variansanalysen lämnar följande resultat: Kvoter mellan år: $7,41^{xxx}$ mellan betestyper 1, 30, mellan skördetider $9,87^{xxx}$. Primära samspel: År-betestyper $0,63$, år-skördetider $0,85$, betestyper-skördetider $0,37$.

Diskussion. Säsongkurvan för fosfor visar, fastän mindre markant, samma bild som råprotein och kalium. Fosforhalten är således positivt korrelerad med dessa två ämnen liksom med tillväxten av torrsubstans. Snabb tillväxt med hög äggvitehalt ger relativt sett hög fos-

förhåll. Långsam tillväxt ger låg fosforhalt och låg äggvitehalt. Sakta sjunkande fosforhalt är också kännetecknande för ett växande bestånd som går mot ett allt senare utvecklingsstadium, vilket särskilt övertygande visats i Fagans ovan citerade undersökningar.

Skillnaderna mellan år beror sannolikt på det kända förhållandet att fosforupptagandet är större under regniga år än under torra. Särskilt tydligt illustreras detta av Grånby-försöket, där bl. a. ingår torråret 1955 och de regniga åren 1956-58.

Fosforhalten är vidare genomgående lägre i de kvävegödslade leden än i de icke kvävegödslade. Detta har troligtvis att göra med den ovan nämnda utspädningseffekten, som vid snabb tillväxt och begränsad tillgång i marken på växttillgänglig fosfor ger sig till känna och fosforhalten sjunker. Dessutom kan gräs/örtandelen inverka, eftersom örterna för det mesta har en något högre halt av fosfor än gräsen.

Sammanfattning

Betets kemiska säsongvariation vad gäller råprotein, växttråd, kalium, kalcium och fosfor undersöktes i tre långliggande fältförsök i Uppsala län. Tre betestyper var representerade, icke kvävegödslat naturbete, kvävegödslat naturbete (= 800 kg kalksalpeter) och kvävegödslad betesvall på åkerjord (= 800 kg kalksalpeter). Betestillväxtens kvantitativa säsongvariation bestämdes under hela försökstiden. Den kemiska säsongvariationen undersöktes vissa utvalda år, nämligen 1949 och 1953-1958.

All avkastningsmätning och provtagning för kemisk analys verkställdes vid ett tidigt betesstadium, d. v. s. då växttacket var 10-15 cm högt. Antalet skördar per år var därigenom 5-7. Skörd och provtagning utfördes inom ytor som skyddades av kontrollburar, vilka utplacerades i tre rader med fyra burar i varje rad inom varje försöksled. Burraderna skördades vid något olika tidpunkter första gången på våren så att en skörderytm kunde tillämpas med skörd ca var 10:e dag resten av säsongen.

Råproteinhalten beskriver i försöken en säsongkurva som nära överensstämmer med tillväxtkurvan. Snabb betestillväxt motsvaras således av hög råproteinhalt, långsam tillväxt av låg råproteinhalt. Tillväxtkurvans tvåtoppiga utseende för kvävegödslad betesvall återspeglar

las i en tvåtoppig råproteinkurva. Det icke kvävegödslade naturbetets entoppiga bild går igen även för råproteinets del. Tillväxtens hastighet hos betet förklarar dock inte allt. En nedgång i råproteinhalten inträder även därför att växtbeståndets stråandel ökar och bladandel minskar. Detta är i sin tur genetiskt och fysiologiskt betingat och är en del av betesväxternas normala rytm; bladskottbildning, stråskjutning, blomning och frösättning. Denna rytm hålls tillbaka genom de täta avbetningarna (i försöken skördarna) men kan aldrig helt elimineras.

Växtrådhalt förhåller sig i stort sett motsatt till råproteinet. Kurvan har således i regel ett maximum under högsommaren när råproteinet för det mesta är i minimum. Under eftersommaren och hösten är följaktligen betet inte speciellt växtrådrikt, vilket ofta anförts som förklaring till höstbetets låga kvalitet. Halten lignin, socker och torrs substans torde här vara mera sannolika orsaker, men dessa egenskaper har ej undersökts.

Kaliumkurvan påminner i stort sett om tillväxt- och råproteinkurvorna. Även kaliumhaltens variation synes således ha nära samband med betesvegetationens tillväxthastighet. Ett bladrikt, snabbt växande material har med andra ord högre kaliumhalt än ett strårikt, långsamt växande. Kaliumhalten i jorden får emellertid ej vara begränsande faktor. I så fall kan snabb tillväxt leda till en utspädning av koncentrationen kaliumjoner i växtmassan, d. v. s. halten kalium sjunker. Salpetergödsling orsakade i försöken ökad kaliumhalt. Halten växttillgängligt kalium i marken var uppenbarligen inte begränsande faktor.

Kalcium visar i försöken en något oklar bild, men en tendens till högre halt på eftersommaren och hösten än på våren och försommaren kan urskiljas. Därtill föreligger åtminstone i ett av försöken ett maximum för Ca-halten under eftersommaren. Resultaten tyder därför närmast på att kalcium förhåller sig som växttråd men motsatt till kalium och råprotein. I andra undersökningar har emellertid visats att kalciumhalten närmast förhåller sig som kalium, d. v. s. den minskar med utvecklingsstadiet under säsongen och med förskjutningen från bladskottrika mot stråskottrika bestånd.

Fosforhalten undergår de minsta variationerna under säsongens lopp av de undersökta kvalitetsegenskaperna. En tendens föreligger dock till högre halter vid snabb betestillväxt än vid långsam tillväxt. Fosforkurvan för kvävegödslat bete är följaktligen svagt tvåtoppig.

Kvävegödslingen orsakar i två av försöken signifikant lägre fosforhalt, vilket tolkas som en utspädningsseffekt, då mängden växttillgänglig fosfor i båda försöken är begränsad.

Summary

The chemical seasonal variation of pasture swards concerning crude protein, crude fibre, potassium, calcium and phosphorus was investigated in three long-term field trials in the county of Uppsala. Three pasture types were represented: natural pasture without nitrogen fertilization, nitrogen-fertilized natural pasture (125 lb N/acre) and nitrogen-fertilized grazing ley (125 lb N/acre). The seasonal variation of the pasture growth was determined during the whole experimental period. The chemical seasonal variation was investigated for seven selected years. The cuttings and the sampling for chemical analyses were carried out at an early grazing stage with a height of the sward of 4-6 inches. The number of cuts per year was consequently 5-7. Cages were used as a cover against grazing. Each treatment had three rows of cages with four cages in each row. The rows were harvested with an interval of some days at the first cut in the spring. Afterwards a rhythm of harvesting could be applied for the rest of the season with cuts every 10th day.

Crude protein. The content of crude protein shows a seasonal curve closely corresponding to the seasonal growth curve. Rapid pasture growth is thus corresponding to high content of crude protein, slow growth to low content of crude protein. The two peaks of the growth curve, characteristic of the nitrogen fertilized grazing ley, is reflected in a two-peaked crude protein curve. The one-peaked picture of the unfertilized natural pasture is also repeated for the crude protein. The rate of pasture growth, however, does not explain everything. A decline of the crude protein content also sets in, caused by the morphological change in the sward from a leafy to a stemmy type. This in its turn is genetically and physiologically conditioned and is a part of the normal rhythm of the pasture plants: leaf generation, ear emergence, flowering and seed formation. This rhythm is checked by the close grazings or cuts but can never be completely eliminated.

Crude fibre. The crude fibre behaves contrary to the crude protein.

The curve has thus generally a maximum in July when the crude protein mostly shows a minimum. During late summer and autumn consequently the grass is not particularly rich in crude fibre, which is often stated as an explanation of the low quality of autumn grass. The contents of lignin, sugar and dry matter are probably more important, but have not been investigated.

Potassium. The potassium curve is rather similar to the growth and crude protein curves. The variation of the potassium content is apparently closely connected with the growth rate of the grass. A leafy, rapidly growing stand has consequently a higher potassium content than a stemmy, slow-growing stand. The potassium in the soil, however, must not be a limiting factor. If this is the case rapid growth can lead to a dilution of the K-ion concentration. Fertilization with calcium nitrate in the field trials caused an increase of the potassium content. The content of plant-available potassium was in this case not a limiting factor.

Calcium. The seasonal picture of calcium is a little diffuse, but a tendency for a higher content during late summer and autumn, than during spring and early summer is discernible. The Ca-content has a maximum during late summer, however, this was only shown in one of the trials. The results therefore indicate that calcium behaves in the same way as crude fibre but reversely to potassium and crude protein. In earlier investigations it has, however, been shown that the calcium content decreases with the stage of development during the season and with the change from leafy to stemmy swards.

Phosphorus. The content of phosphorus undergoes only the smallest variations during the course of the season of the chemical qualities investigated. However, there is a tendency for higher contents at a rapid pasture growth than at a slow. The phosphorus curve for nitrogen-fertilized swards is consequently slightly two-peaked. In two of the trials the nitrogen dressing causes a significantly lower content of phosphorus, which is interpreted as a dilution effect.

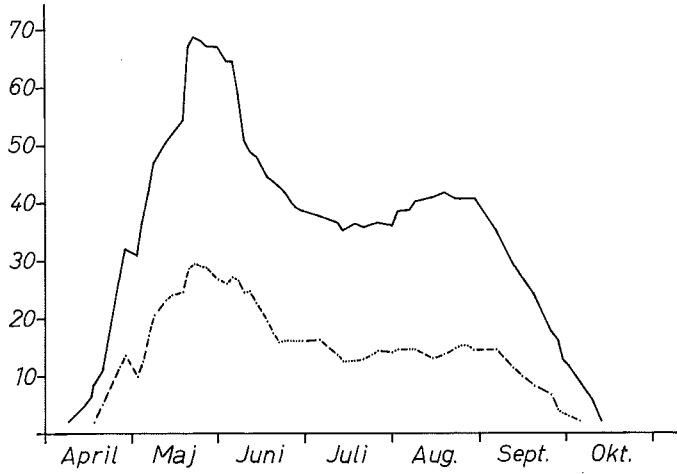
Litteratur

- Fagan, T.W., Milton, W.E.J. & Provan, A.L. 1928. The effect of nitrate of soda on the yield and chemical composition of simple seeds mixture in the first harvest year. Univ. Coll. of Wales. Ser. H, 9, 1-27.
- Featherstone, F., Rickaby, C.D. & Cavell, A.J. 1951. Variations in the progressive yield and chemical composition of grassland herbage during a period of three months' growth. Journ. Brit. Grassl. Soc. 6:3, 161-166.
- Fleming, G.A. & Coulter, B.S. 1963. Mineral elements in pasture plants. Seasonal variation in content with special reference to potassium. Intern. Potassium Inst. Regional Conference, 63-70. Wexford 1963.
- Giöbel, G. 1945. Betestillväxtens säsongvariation. Sv. Vall- och Mosskulturföreningens kvartalsskrift nr 4, 7, 3-31.
- Karns, L. 1955. Nährstoff- und Mineralstoffgehalt des Weidefutters im Ablauf der Vegetationsperiode. Zeitschr. f. Acker- und Pflanzenbau 100:3, 335-348.
- Kivimäe, A. 1956. De viktigaste betesväxternas sockerhalt under betessäsongen. Nordisk Jordbruksforskning. Årsbok 38, 1, 42-50.
- Kivimäe, A. 1959. Chemical composition and digestibility of some grassland crops. Acta Agr. Scand. Suppl. 5, 1-142.
- Olofsson, S. 1962. Tillväxt och kemisk sammansättning hos några vallgräs under våren och försommaren. Statens Jordbruksförsök. Meddel. 135, 1-123.
- Rappe, G. 1946. Grafisk framställning av betestillväxt och väderlek. Sv. Vall- och Mosskulturföreningens Meddel. 13, 559-580.
- Rappe, G. 1948. Några för betestillväxten karakteristiska grunddrag. Sv. Vall- och Mosskulturföreningens Meddel. 14, 585-788.
- Rappe, G. 1951. Seasonal variations in the rate of pasture regrowth after grazing. Plant and Soil III, 4, 309-338.
- Rappe, G. 1955. Yearly rhythm of grass growth and soil conditions. Rep. 5th Conf. Soc. Biol. Rhythm. Suppl. Stockholm, 1-6.
- Rappe, G. 1963. A yearly rhythm in production capacity of gramineous plants. Oikos 14:1, 44-84.

Figurbilaga

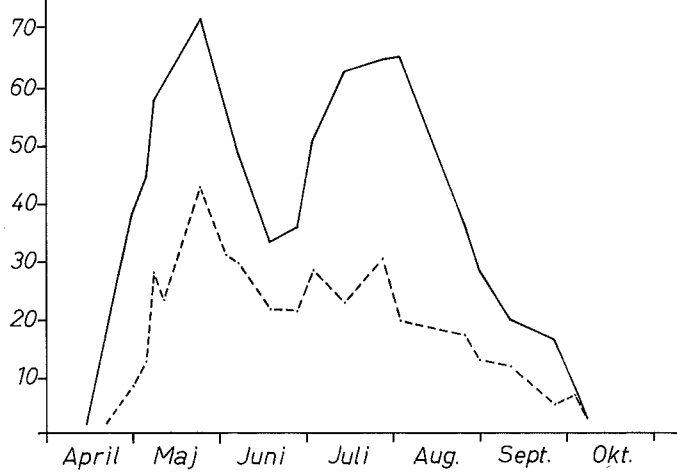
Kg per ha
o. dag

a. 1947-54



Kg per ha
o. dag

c. 1953



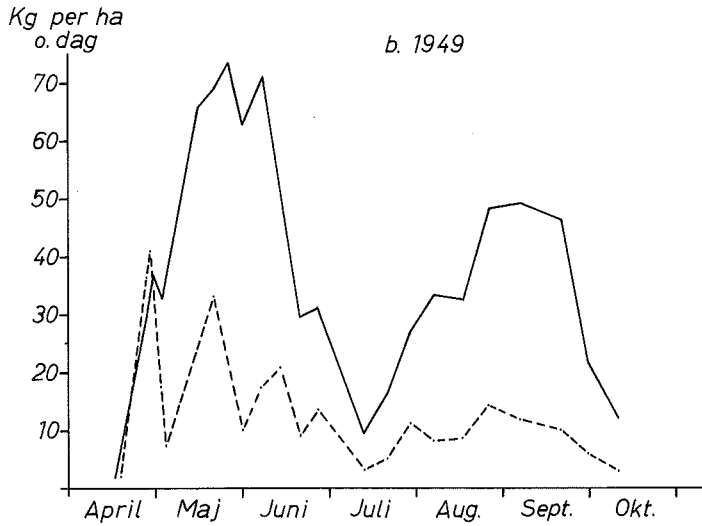
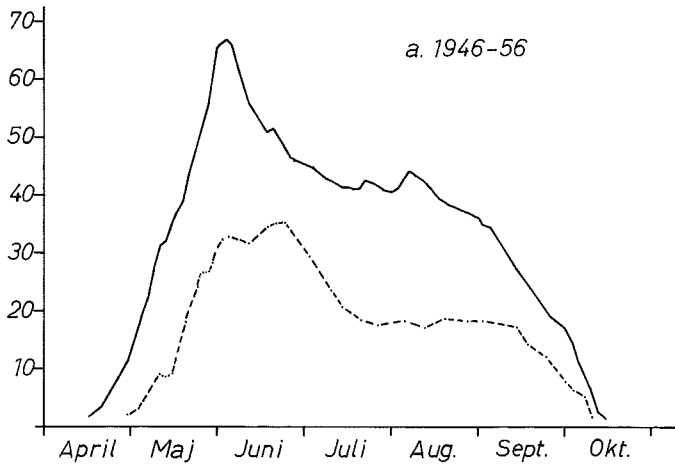


Fig. 1. Betets tillväxt i kg torrsbstans per hektar och dag under vegetationsperioden i försöket vid Ultuna.

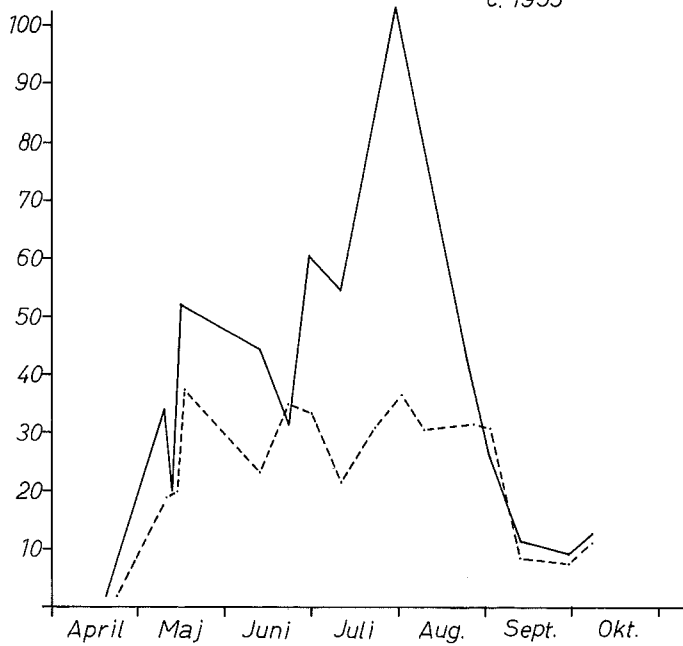
Fig. 1. Dry matter production in kilograms per hectare and day during the growth period in the trial at Ultuna.

— = gödsling PKN, - - - = gödsling PK
 = fertilization PKN, = fertilization PK

Kg per ha
o. dag



Kg per ha
o. dag



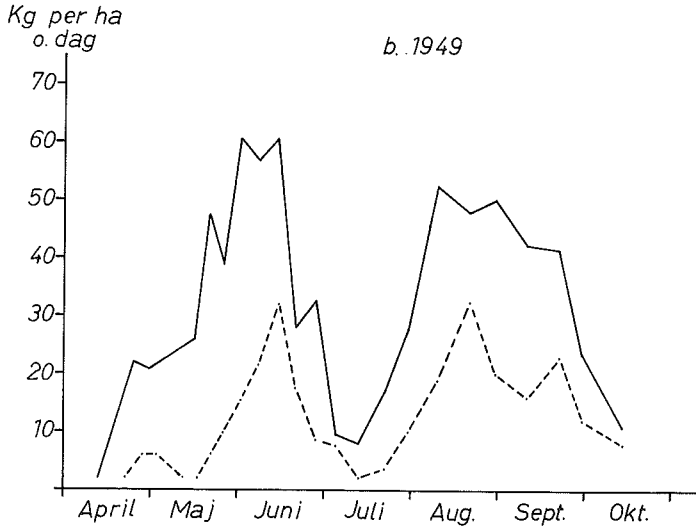


Fig. 2. Betets tillväxt i kg torrsubstans per hektar och dag under vegetationsperioden i försöket vid Lövsta.

Fig. 2. Dry matter production in kilograms per hectare and day during the growth period in the trial at Lövsta.

= gödsling PKN,
= fertilization PKN,

= gödsling PK
= fertilization PK

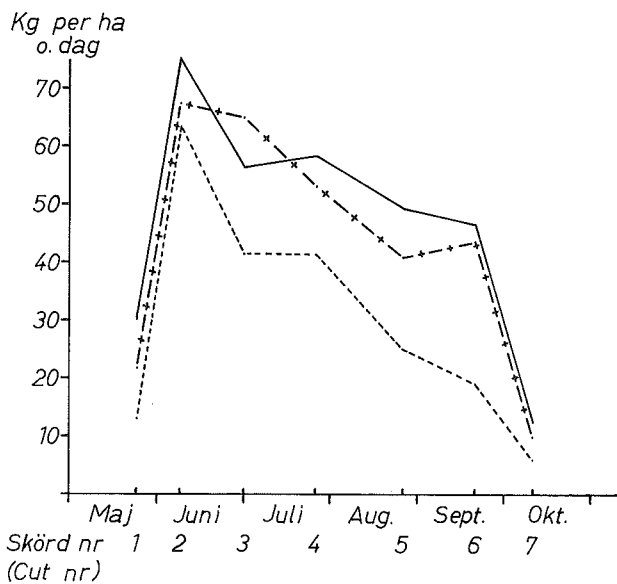
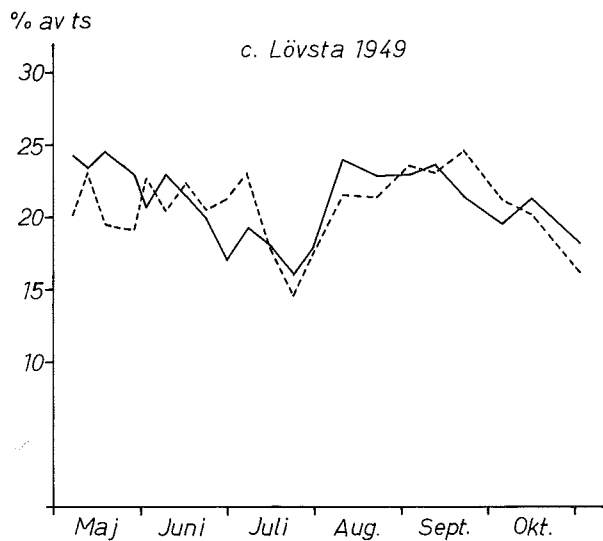
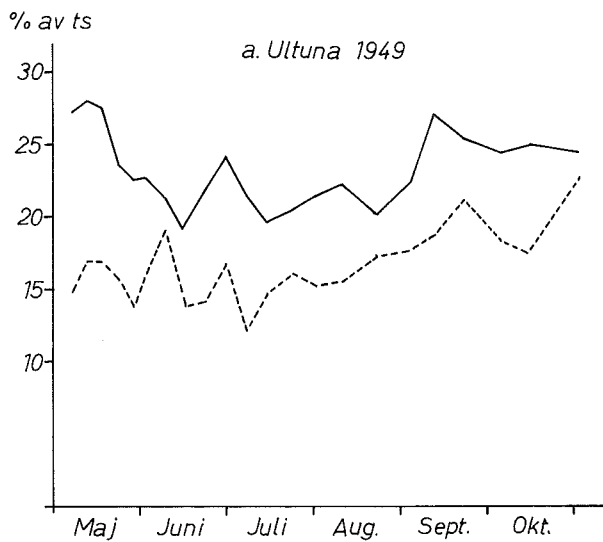


Fig. 3. Betets tillväxt i kg torrsbstans per hektar och dag under vegetationsperioden i försöket vid Gränby. Medeltal av åren 1954-1958.

Fig. 3. Dry matter production in kilograms per hectare and day during the growth period in the trial at Gränby. Averages of the years 1954-1958.

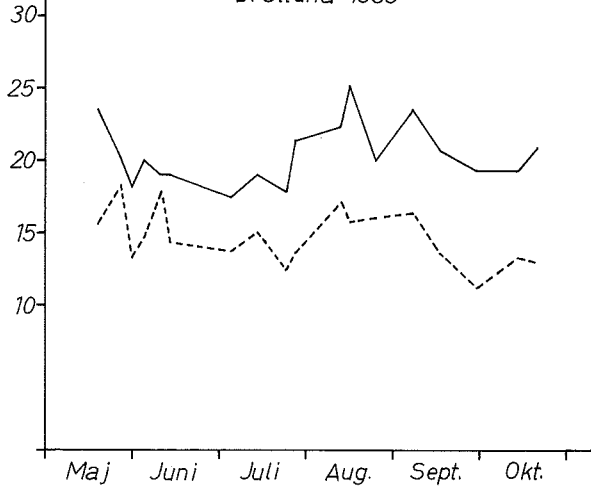
= betesvall, PKN
 = naturbete, PKN
 = naturbete, PK

grazing ley, PKN
 natural pasture, PKN
 natural pasture, PK



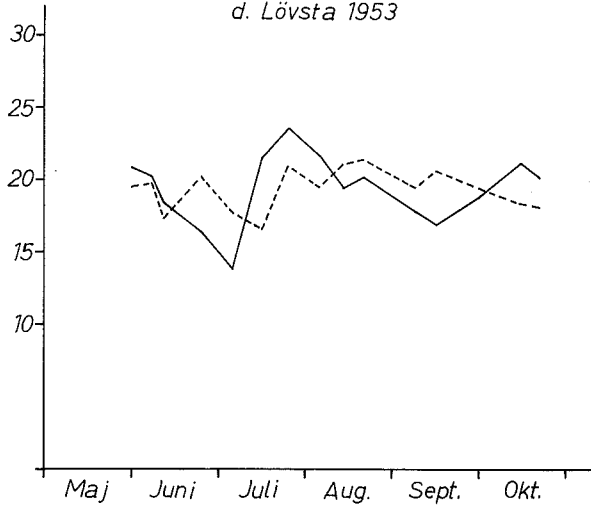
% av ts

b. Ultuna 1953



% av ts

d. Lövsta 1953



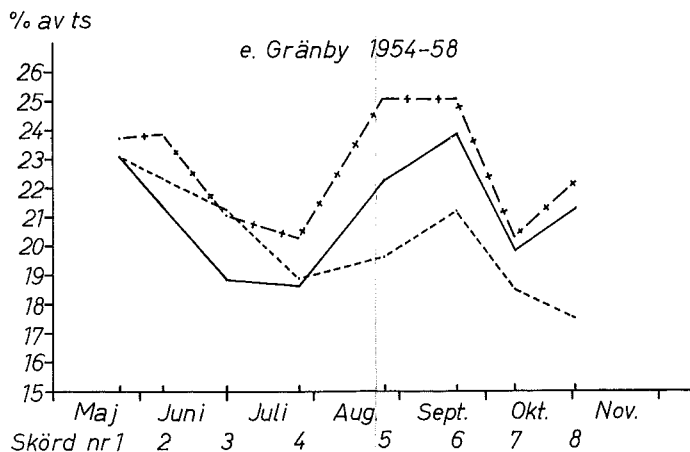
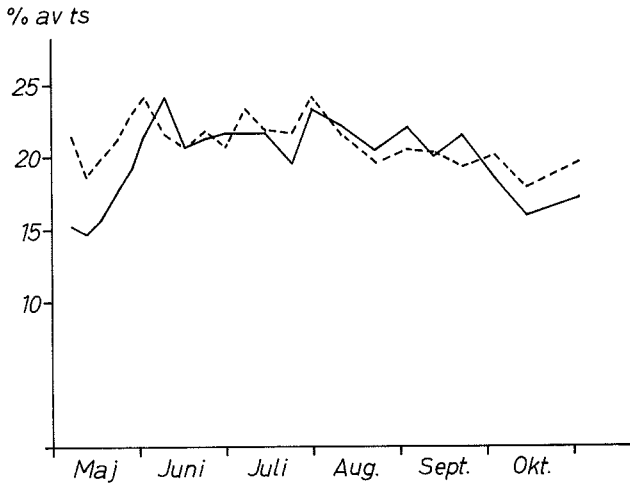


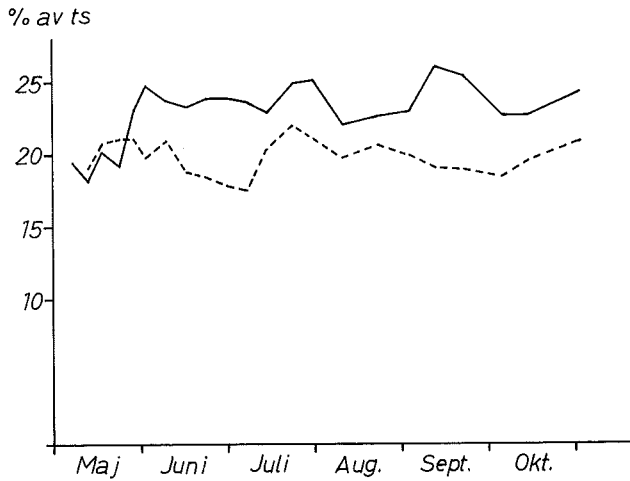
Fig. 4. Betets innehåll av råprotein i procent av torrsubstansen under vegetationsperioden i försöken vid Ultuna, Lövsta och Gränby.

Fig. 4. The content of crude protein in per cent of the dry matter during the growth period in the trials at Ultuna, Lövsta and Gränby.

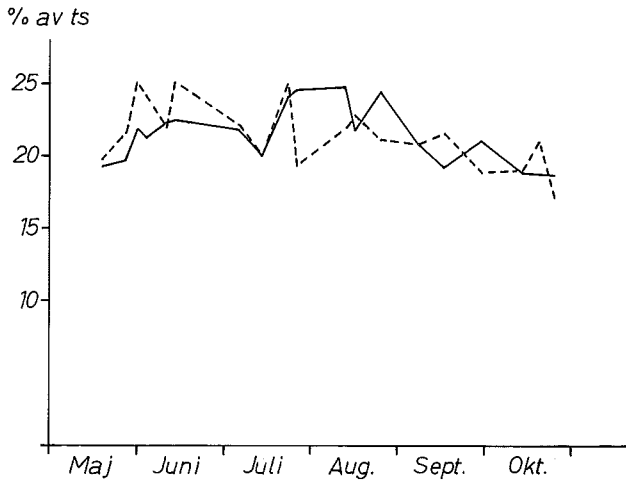
a. Ultuna 1949



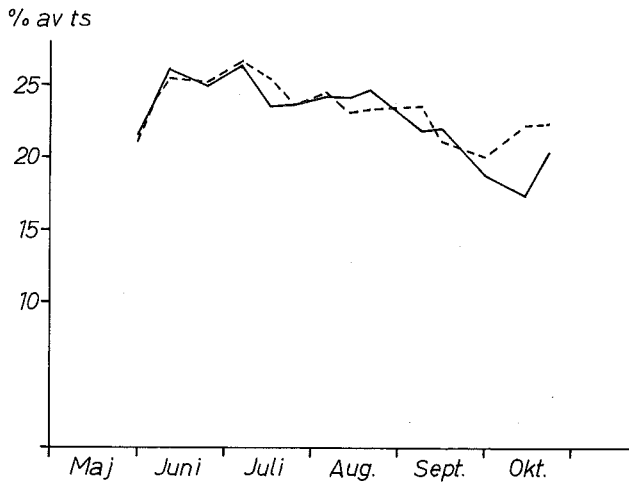
c. Lövsta 1949



b. Ultuna 1953



d. Lövsta 1953



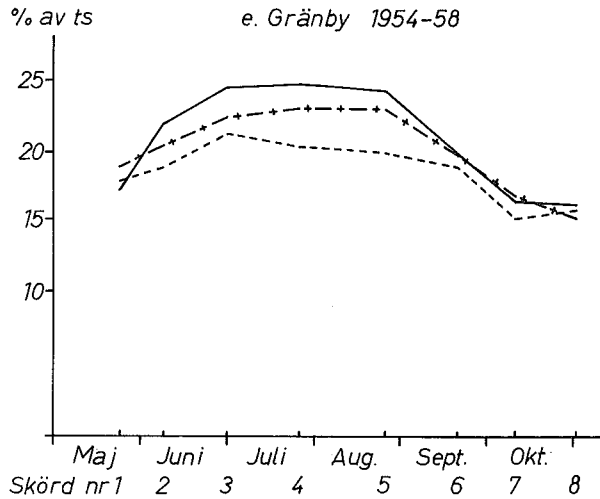
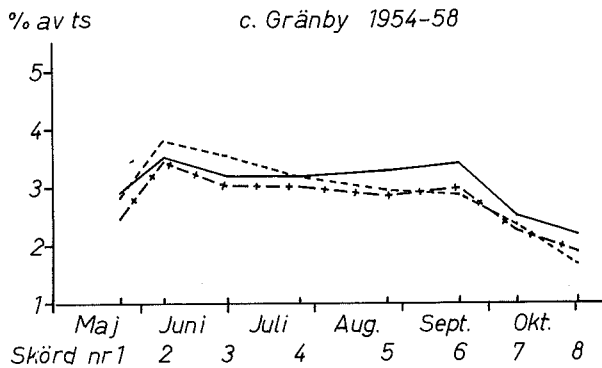
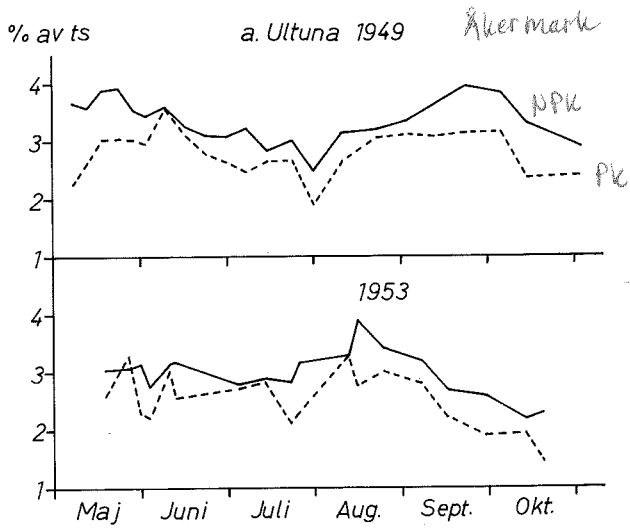


Fig. 5. Betets innehåll av växttråd i procent av torrsubstansen under vegetationsperioden i försöken vid Ultuna, Lövssta och Gränby.

Fig. 5. The content of crude fibre in per cent of the dry matter during the growth period in the trials at Ultuna, Lövssta and Gränby.



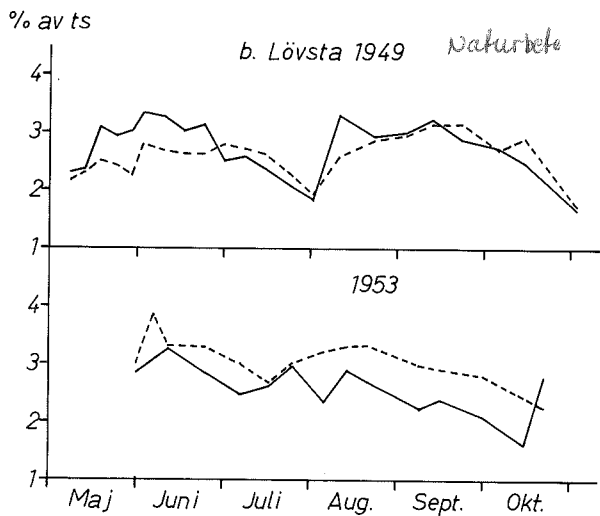
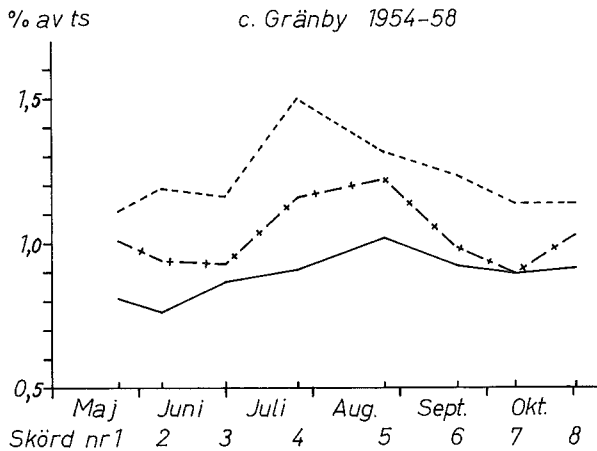
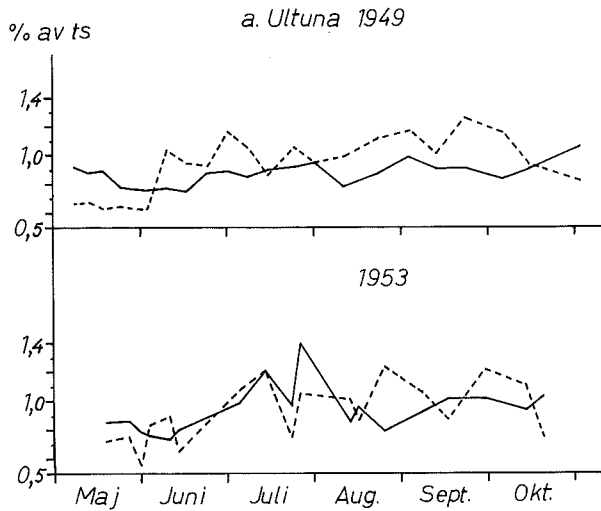


Fig. 6. Betets innehåll av kalium i procent av torrsubstansen under vegetationsperioden i försöken vid Ultuna, Lövsta och Gränby.

Fig. 6. The content of potassium in per cent of the dry matter during the growth period in the trials at Ultuna, Lövsta and Gränby.



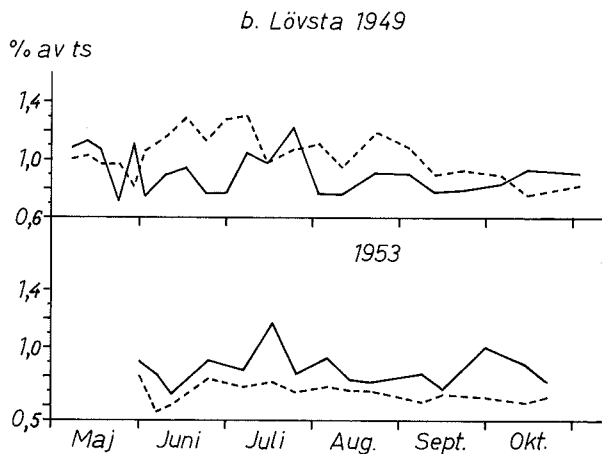
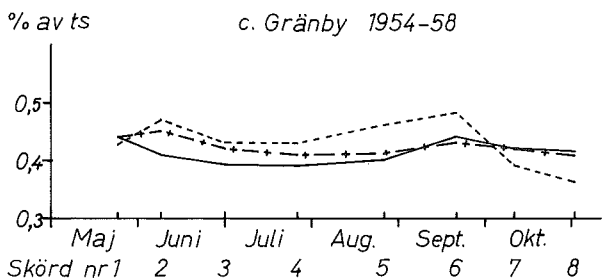
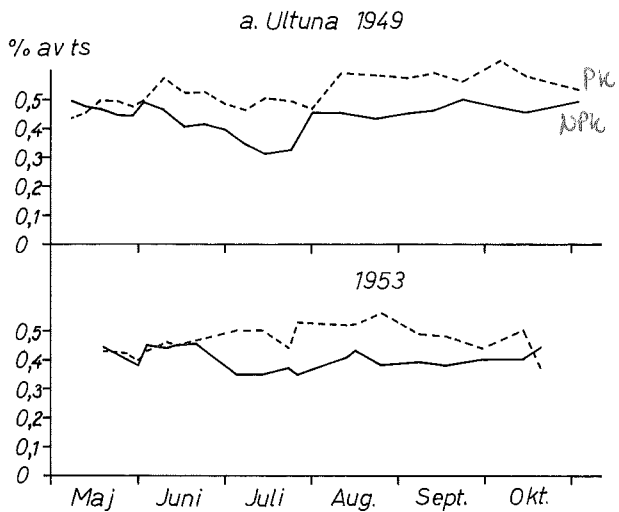


Fig. 7. Betets innehåll av kalcium i procent av torrsbstansen under vegetationsperioden i försöken vid Ultuna, Lövsta och Gränby.

Fig. 7. The content of calcium in per cent of the dry matter during the growth period in the trials at Ultuna, Lövsta and Gränby.



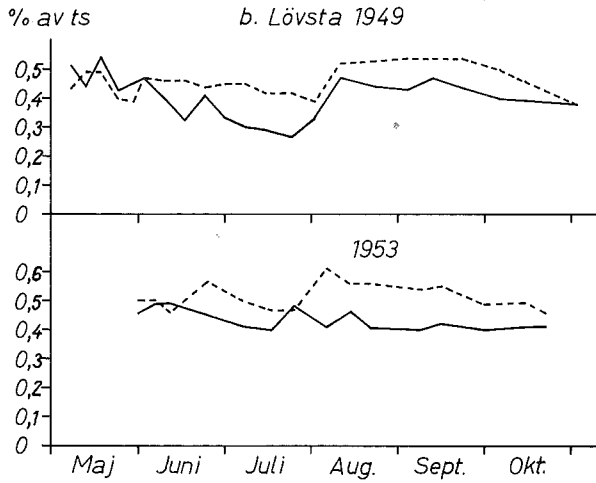


Fig. 8. Betets innehåll av fosfor i procent av torrsubstansen under vegetationsperioden i försöken vid Ultuna, Lövsta och Gränby.

Fig. 8. The content of phosphorous in per cent of the dry matter during the growth period in the trials at Ultuna, Lövsta and Gränby.

Distribution

LT:s förlag

Pris 5: —