

BIBLIOTEKET

SVENSKA LANTBRUKS HÖRSKOLEN  
Institutionen för Lantbrukets Hydraulik  
Avd för Hydroteknik  
750 07 UPPSALA 7

# **OM SAMBANDET MELLAN NEDERBÖRD OCH SKÖRDEAVKASTNING**

**GUNNAR HALLGREN**

**STENCILTRYCK NR 18**

**INSTITUTIONEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK  
UPPSALA 1943**

BIBLIOTEKET

OM SAMBANDET MELLAN NEDERBÖRD OCH

SKÖRDEAVKASTNING.

Av

Gunnar Hallgren.

1943.

I n n e h å l l .

	Sid.
Inledning . . . . .	1
I. Några tidigare undersökningar rörande olika kul- turväxters vattenbehov . . . . .	8
II. Samband mellan nederbörd och skördeavkastning enligt av olika författare utförda under- sökningar . . . . .	14
A. Undersökningar i utomnordiska länder . . . . .	15
1. Stråsäd . . . . .	15
2. Potatis . . . . .	27
3. Rotfrukter . . . . .	30
4. Vallväxter . . . . .	34
B. Tidigare undersökningar i de nordiska länderna . . . . .	35
III. Egna undersökningar . . . . .	46
A. Använt material . . . . .	46
B. Använd undersökningsmetodik . . . . .	50
C. Resultat från de undersökta egendomarna . . . . .	61
1. Alnarp . . . . .	62
2. Bollerup . . . . .	65
3. Bjärka-Säby . . . . .	67
4. Ulvhäll . . . . .	68
5. Ultuna och Kungsängen . . . . .	70
6. Klagstorp . . . . .	72
7. Varpnäs . . . . .	74
8. Vassbo . . . . .	76
D. Samband mellan nederbörd och de olika växtsla- gens avkastning enligt de erhållna resul- taten . . . . .	78
1. Stråsäd . . . . .	79
2. Potatis . . . . .	85

## I n l e d n i n g.

Det är en gammal erfarenhet, att kulturväxternas avkastning i hög grad är beroende av klimatfaktorerna och därvid framförallt av nederbörds- och temperaturförhållandena. Frågan om sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeutbytet har tidigare varit föremål för åtskilliga undersökningar, ehuru för svenska förhållanden hittills i relativt ringa omfattning. Vid Lantbrukshögskolans hydrotekniska institution har på initiativ av dess föreståndare, professor Herman Flodkvist, frågan om nederbördens inverkan på skördeutbytet upptagits till studium, och föreliggande arbete ingår som ett första led i dessa undersökningar.

---

Avkastningen av våra kulturväxter utgör resultatet av en samverkan mellan en mängd olika faktorer: klimatfaktorer, markfaktorer, växternas art och beskaffenhet samt icke minst människans eget arbete. Genom det intima samspelet mellan de olika faktorerna uppkomma skiftande betingelser för vegetationen, varav följer, att även skörderesultaten komma att förete avsevärda variationer. Att ur denna mångfald av livsvillkor och på varandra inverkanse faktorer ryc-ka ut och isolera en enskild växtfaktor och få fram ett renodlat samband mellan denna och skördeavkastningen är givetvis förenat med betydande svårigheter för att icke säga en ren omöjlighet. Liksom beträffande många andra fall, när det gäller behandling av biologiska problem, måste därför dylika undersökningar innebära mer eller mindre grova approximationer och förenklingar och de erhållna resultaten till följd därav i bästa fall blott kunna betraktas som tillnärmelsevis riktiga.

Frågan om lagbundenheterna mellan produktionsfaktorerna och

kulturväxternas avkastning har sedan gammalt sysselsatt den jordbruksvetenskapliga forskningen. Den förste, som formulerade ett uttryck för dessa lagbundenheter, var Justus von Liebig, då han på 1850-talet uppställde sin senare mycket diskuterade minimilag: "Det växtnäringsämne, som förefinnes i minimum, är bestämmande för skördens storlek" (Liebig 1876, S. 333). Relationen mellan näringstillgång och skördeavkastning uttryckte Liebig genom en enkel formel

$$E = N - W$$

där  $E$  är skördeutbytet,  $N$  näringsämnenas effekt och  $W$  de faktorer, som motverka denna. Liebig hade sig visserligen ej bekant värdet av storheterna  $N$  och  $W$ , ej heller att vid ökad näringstillförsel verkan per tillförd enhet avtog på grund av att även storheten  $W$  ökade. Som Roemer och Scheffer (1933) påpeka, har dock aldrig Liebig uttytt formeln så att lineärt samband mellan  $E$  och  $N$  skulle föreligga, utan en dylik felaktig tolkning har senare tillskrivits honom.

I Liebigs formulering inskränkte sig minimilagen till växtnäringsämnena i marken; senare utsträckte emellertid Mayer den till att gälla alla produktionsfaktorer: "Skörden är beroende av den produktionsfaktor, som förefinnes i minimum" (Mayer 1871, S. 297). Häri inneslöts alltså jämväl klimatfaktorerna och de i växten representerade faktorerna. Likaså framhåller Blackman (1905), att en stegring av en växtfaktor, som förekommer i otillräcklig mängd (limiting factor), ökar skörden, men blott upp till en viss gräns, då i stället någon annan faktor kommer i underskott och sålunda blir den begränsande.

En ytterligare utvidgning av minimilagen gjordes 1897 av Wollny, varvid han i denna även inrymde de kvalitativa egenskaperna: avkastningen var både i fråga om kvantitet och kvalitet i första hand beroende av den växtfaktor, som förelåg i minimum. Vid sidan om minimilagen uppställde Wollny lagen om optimet, som han definierade så att "jeder Vegetationsfaktor von einer unteren Grenze (Minimum) anfangend mit steigender Intensität das Produktionsvermögen der Gewächse bis zu einem gewissen Punkt (Optimum) fördert, dasselbe aber von hier ab mit fortschreitender Intensität seiner Wirkung stetig vermindert, bis schliesslich ein Stillstand eintritt und das Wachs-

tum vollständig sistirt wird" (Wollny 1897, S. 94).

Ett par år tidigare (1895) hade Liebscher uppställt den satsen, att växten kan utnyttja den i minimum föreliggande växtfaktorn desto bättre, ju närmare de övriga faktorerna befinna sig i optimum (Roemer och Scheffer 1933). I den ursprungliga formuleringen av minimilagen togs blott hänsyn till den faktor, som förekom i minimum, medan de andra faktorerna lämnades utan avseende. Enligt Liebscher utövade emellertid samtliga växtfaktorer inflytande på skördeutbytet, och således borde skörden kunna ökas genom stegring av vilken växtfaktor som helst.

Ett matematiskt uttryck för sambandet mellan växtfaktorerna och skördeutbytet formulerades för första gången av Mitscherlich (1909), då han på grundval av ett stort antal vegetationsförsök uppställde sin bekanta tillväxtlag: „Der Ertragszuwachs ist abhängig von einem jeden Wachstumsfaktor mit einer ihm eigenen Intensität, und zwar ist er proportional zu dem am Höchstertrag fehlenden Ertrag.“ Enligt Mitscherlich verka sålunda de enskilda växtfaktorerna med en för varje särskild faktor och oberoende av andra karakteristisk intensitet, vars numeriska värde Mitscherlich och hans medarbetare nedlagt ett omfattande arbete på att experimentellt bestämma, icke minst beträffande växtfaktorn vatten (Mitscherlich 1912, 1927 m.fl.).

Mitscherlichs tillväxtlag kan enklast uttryckas medelst funktionen

$$\frac{dy}{dx} = c (A - y),$$

som anger, att skördestegringen  $dy$  vid tillväxten av den variabla växtfaktorn  $x$  är proportionell mot den för maximalskörden felande mängden  $A - y$ .

Under förutsättning att  $y = 0$  för  $x = 0$  blir alltså sambandsfunktionen

$$y = A (1 - e^{-cx}),$$

d.v.s. vid ökad tillförsel av växtfaktorn skulle skörden asymptotiskt närma sig maximalvärdet.

Om Mitscherlichs tillväxtlag har rått en mycket livlig diskussion, och åtskilliga synpunkter för och emot densamma ha anförts.

En del forskare ha ställt sig mer eller mindre kritiska (Pfeiffer, Blanck och Flügel 1912, Rippel 1925, Gerlach 1926 m.fl.), medan andra åter framhålla Mitscherlichskurvans förtjänster och betrakta den som ett värdefullt medel för utforskandet av laghundenheterna i naturen (ex. Lange 1938).

Det angivna uttrycket för sambandet mellan en växtfaktor och skördeutbytet har sedermera av Mitscherlich och hans medarbetare modifierats. Sålunda framhåller Baule (1918), att ehuru den genom tillförseln av ett visst näringsämne erhållna procentuella skördeökningen är oberoende av den förefintliga mängden av övriga växtnäringsämnen, är den absoluta storleken av skörden och därmed den absoluta skördeökningen beroende av mängden samtliga näringsämnen. Under antagande att varje växtfaktor inverkar på skördeutbytet i enlighet med Mitscherlichkurvan anger Baule följande uttryck för sambandet ifråga

$$G = G_{\max} (1 - e^{-c_1 x_1}) (1 - e^{-c_2 x_2}) (1 - e^{-c_3 x_3}) \dots$$

där  $G$  är skördeutbytet,  $x_1, x_2, x_3 \dots$  den förefintliga mängden av de olika växtfaktorerna samt  $c_1, c_2, c_3 \dots$  motsvarande verkningsfaktorer.

Vare sig i Mitscherlichs tillväxtlag i den angivna formuleringen eller i Baule-Mitscherlichskurvan tages emellertid hänsyn till att en växtfaktor, då den förekommer i överskott, kan verka skadligt på vegetationen, utöva giftverkan, och därmed nedsätta skördeavkastningen. På grund av den matematiska byggnaden hos nämnda formuler finnes nämligen ingen bestämd toppunkt på motsvarande kurvor, ty för  $x \rightarrow \infty$  blir  $y = G$ , vilket tydligen är orimligt. Den av Wollny (1897) uppställda satsen om ett optimum torde därför i detta avseende komma sanningen närmare. På denna linje ställa sig ett flertal andra forskare, sålunda framhålla bl.a. Hellriegel (1883), Mayer (1898), Arrhenius (1926) och Lundegårdh (1930), att beträffande växtfaktorn vatten uppnås förr eller senare ett optimum, varefter ytterligare tillförsel utövar negativ inverkan på skördeutbytet.

Enligt Bondorff (1923) utövar varje växtfaktor dels en nyttig och dels en skadlig verkan på vegetationen, varför dess effekt beträffande skördeutbytet är lika med resultanten av dessa motsatta verkningar, vilket allmänt kan skrivas

$$y = cx^n - kx^p,$$

där den första faktorn i högra ledet anger den nyttiga och den andra den skadliga effekten;  $c$ ,  $k$ ,  $n$  och  $p$  äro konstanter. Detta uttryck motsvaras av en kurva med en allt efter det numeriska värdet på konstanterna mer eller mindre markerad optipunkt. I de flesta fall är  $n = 1$  men stundom  $> 1$ , varvid kurvan blir en sigmoid (Russel 1937).

Senare har Mitscherlich själv (1928) modifierat sin ursprungliga tillväxtlag med hänsyn till den skadliga effekten vid hög koncentration av växtfaktorn genom att införa en "Schädigungsfaktor"  $k$  på följande sätt

$$y = A(1 - 10^{-cx}) \cdot 10^{-kx^2},$$

varvid  $c$  som förut utgör verkningsfaktorn. Beroende på storleken av  $k$  i förhållande till  $c$  kommer kurvan vid visst värde på  $x$  att böja av nedåt. Mot Mitscherlichkurvan i denna form har dock riktats ganska stark kritik av bl.a. Rippel och Meyer (1929).

Oavsett hur den funktion med en matematiskt definierad optipunkt är uppbyggd, som bäst torde beskriva sambandet mellan förekomsten av en växtfaktor och skördeutbytet, ligger det dock i sakens natur, att optipunktens läge är mycket vanskligt att söka fastställa. Bl.a. framhålla Alsberg och Griffing (1930), att det kan ifrågasättas, om man för en given växtfaktor överhuvudtaget kan tala om ett visst bestämt optimum, enär detta med hänsyn till övriga växtfaktorer måste vara variabelt. De anse det därför oriktigt att säga, att optimum för exempelvis vete är så och så många millimeter nederbörd; detta gäller blott under de betingelser i övrigt, under vilka observationerna utförts.

Av klimatfaktorerna torde temperaturen vara av störst betydelse för växtodlingen såtillvida, som den bestämmer de stora huvudregionerna i den naturliga vegetationen och ävenledes är avgörande för de



viktigaste kulturväxtzonerna: tropiska, subtropiska, tempererade och kalla zonerna. Särskilt gör sig temperaturfaktorn gällande vid gränserna för de olika kulturväxternas odlingsområden. Att ett intimt samband här råder mellan temperatur och skördeutbyte har framträtt särskilt tydligt sedan man vid undersökningar härutinnan frångått medeltalen och i stället använt sig av extremiteternas varaktighet (Enquist 1924, 1929).

Om således temperaturen spelar den största rollen vid gränserna för de olika växtslagets odling, torde däremot nederbörden vara den viktigaste klimatfaktorn inom ifrågavarande odlingsområden och ett ganska intimt samband mellan denna och skördeutbytet därstädes ofta förefinnas. Det är emellertid vidare ett känt förhållande, att ehuru de av nederbörden förorsakade årliga variationerna i skördeavkastning inom ett och samma område ofta äro betydande, kunna de för olika platser inom området gå nära nog i motsatt riktning eller i varje fall förete stora olikheter. Detta sammanhänger med att nederbörden sedan den väl fallit egentligen icke är en klimatfaktor utan en markfaktor, varför dess inverkan på skördeavkastningen kommer att te sig olika på olika marktyper, allt efter jordarnas vattenhållande förmåga samt fysikaliska och kemiska egenskaper i övrigt.

Klimat typen inom ett visst område bestämmes som bekant av förhållandet mellan nederbördens storlek och avdunstningens intensitet. Denna senare är i sin tur i hög grad beroende av temperaturen, varför sålunda nederbörd och temperatur tillsammans utgöra de faktorer, som i huvudsak utforma ett områdes klimat. Om avdunstningen är stor i förhållande till nederbörden, betecknas klimattypen som arid, i motsatt fall humid. Man har på olika sätt sökt finna uttryck, som på ett koncist sätt karakterisera klimatet i en given trakt. Sålunda har Hesselman (1932) bl.a. på grundval av Martonnes år 1926 införda l'indice d'aridité upprättat humiditetskartor över Sverige. Den övervägande delen av östra Sverige karakteriseras av Hesselman som ett övergångsområde mellan kontinental och subhumid typ, medan det nederbördsrikare västra Sverige i stort sett har humid karaktär. En närmare diskussion av vårt lands klimatförhållanden förekommer längre fram i anslutning till de egna undersökningarna.

Det ligger i sakens natur, att nederbörden i arida områden måste utöva starkare inverkan på skördeutbytet än i humida, då den i

förra fallet befinner sig närmare minimum. Sålunda framhåller Russel (1937), att medan i humida områden vanligen ett tydligt optimum i skördeavkastning med avseende på nederbörden förefinnes, råder i arida och semiarida områden däremot nästan lineärt samband mellan dessa faktorer, beroende på att man därvid som regel befinner sig på den uppåtstigande och ganska raka delen av sambandskurvan.

I. Några tidigare undersökningar rörande olika kulturväxters vattenbehov.

Under fältmässiga förhållanden är vattnet den växtfaktor, som måhända oftast blir avgörande för skördeutbytet, detta främst av den anledningen, att den för en och samma plats vanligen varierar inom mycket vida gränser. Det är därför naturligt, att särskilt vattenfaktorn sedan gammalt ägnats speciell uppmärksamhet från jordbruksforskarnas sida.

Erforderlig tillgång på vatten i marken är ett grundvillkor för en rationell växtodling, då vattnet som vegetationsfaktor är av betydelse ur flera synpunkter. Sålunda är det ett viktigt lösnings- och transportmedel för näringsämnen, emedan dessa av växterna måste upptagas i vattenlösning. Likaledes är vattnet ett lösnings- och transportmedel för den färdigbildade organiska substansen samt har dessutom stor betydelse för åstadkommande av erforderlig saftspänning, turgor, hos växten. Slutligen bör ej bortses från det faktum, att vattnet självt utgör ett viktigt näringsämne, emedan växterna ur vattnet hämta nödvändiga beståndsdelar för uppbyggande av den organiska substansen.

Å andra sidan medför alltför riklig vattentillgång i marken, att övriga markfaktorer, och därvid främst markluften, förekomma i för ringa mängd. Vid bristande syretillgång för rötternas andning kommer givetvis växten att dö genom kvävning. Det är sålunda av vital betydelse, att ett lämpligt avvägt förhållande förefinnes mellan de olika markfaktorerna, vilket framgår av klassiska försök av bl.a. Hellriegel. Som ett exempel härpå återgives i nedanstående tabell ett försök med korn i sandkultur vid varierande vattenhalt i jorden (Hellriegel 1883, S. 567).

Vattenhalt i % av vattenkapaciteten		5	10	20	30	40	60	80
Skörd	Kärna	-	0.7	7.7	9.7	10.5	10.0	8.8
i gram	Halm	0.1	1.8	5.5	8.2	9.6	11.0	9.5

Av detta såväl som en stor mängd andra försök framgår, att avkastningen ökar upp till en viss vattenhalt i marken, m.a.o. man erhåller en optimipunkt, vilken för sädesodlingens vidkommande ligger vid högre vattenhalt beträffande halmskörden än kärnskörden.

Särskilt vid tiden omkring och strax efter sekelskiftet ägnades stort intresse åt frågan om växternas vattenbehov under olika delar av vegetationsperioden samt icke minst rörande den relativa vattenförbrukningen hos olika växtslag, d.v.s. vattenförbrukningen per kg bildad torrs substans. Bl.a. utfördes i Tyskland av von Seelhorst ingående undersökningar beträffande olika kulturväxters vattenförbrukning (v. Seelhorst 1905, 1906, 1908 och 1911). Därvid användes vägbara cisterner av järn, vilka vardera rymde 1.5 m<sup>3</sup> jord. Undersökningarna utfördes å olika jordar och omfattade flertalet åkerkulturväxter. En grafisk sammanställning av en del av v. Seelhorsts resultat återgives i fig. 1. Kurvorna äro visserligen icke direkt jämförbara, då de ej alla hänföra sig till samma år, men de ge dock en uppfattning om tidpunkten för de olika växternas starkaste vattenupptagning. v. Seelhorst framhåller, att vattenförbrukningen per kg bildad torrs substans ej endast beror på växtslag respektive varietet och till mängden disponibelt vatten utan även till mängden i vattnet lösta närsalter. Vidare påpekar han, att assimilationens intensitet och vattenförbrukningen ej gå parallellt: „Im Zeit der stärksten Zunahme zeigen die Pflanzen den relativ geringsten Wasserverbrauch, während der relativ stärkste Wasserverbrauch zeitig mit der geringsten Trockensubstanz-Zunahme zusammenfällt“ (v. Seelhorst 1911, S. 280), ett förhållande, som understrykes av bl.a. Luedecke (1914) och Gehrmann (1927). Den relativa vattenförbrukningen har vidare befunnits stiga med ökad vattenkapacitet hos jorden (Gehrmann 1930).

Vid undersökningar rörande olika gräsarters vattenförbrukning

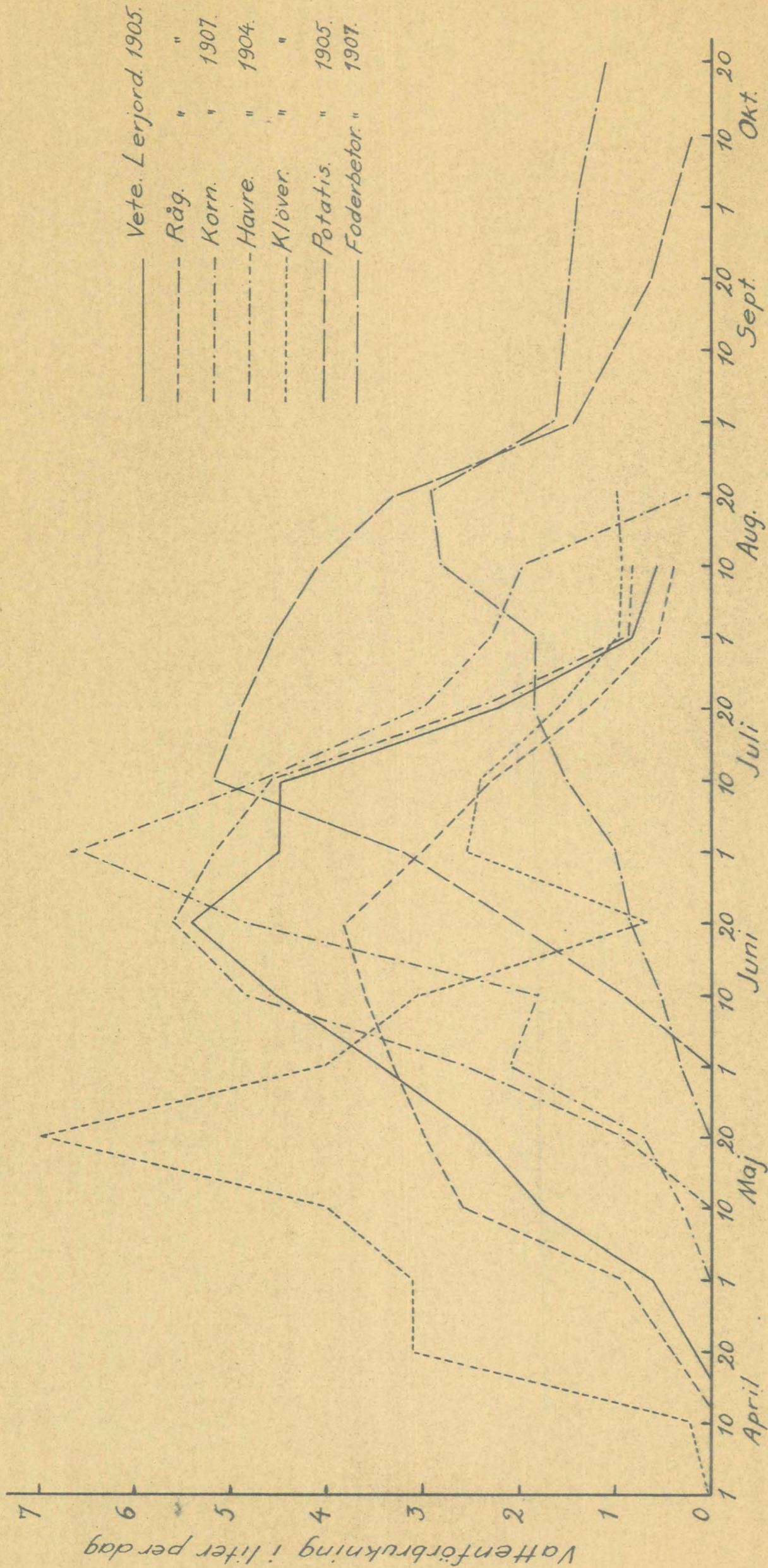


Fig. 1. Diagram över några olika åkerkulturväxters vattenförbrukning upprättat på grundval av undersökningar av von Seelhorst åren 1904-1907. Försöksyta = 1 m<sup>2</sup>.

fann Schwarz (1932), som använde i princip samma metodik som v. Seelhorst, att tidpunkten för skörden spelar en viktig roll med avseende på gräsens vattenhushållning, i det att tidig skörd verkade vattenbesparande. Med stigande skörd konstaterade vidare Schwarz en avtagande relativ vattenförbrukning.

Under de inom de centrala delarna av det s.k. majsbältet i U.S.A. rådande klimatiska förhållandena utförde Briggs och Shantz (1914) en serie försök angående växternas relativa vattenförbrukning. Härvid användes cisterner av järn, rymmande omkring 115 kg jord. Som genomsnitt för undersökningarna, som pågingo under tre år, erhöles bl.a. följande transpirationskoefficienter: luzern 831, klöver 797, potatis 636, havre 597, korn 534, vete 513, sockerbetor 397 och majs 368, vilket sålunda utvisar ett avsevärt större vattenbehov hos baljväxterna än hos stråsåden. Fortsatta undersökningar enligt samma metodik (Shantz och Piemeisel 1927) bekräftade i stort sett de erhållna värdena men visade därjämte, att väderleken under vegetationstiden hade stort inflytande på den relativa vattenförbrukningen. Då denna för samtliga försöksväxter uttrycktes i procent av medelförbrukningen under åren 1911-1917, erhöles följande resultat:

	Medeltemp. i F <sup>o</sup> april-sept.	Nederbörd i tum april-sept.	Rel. vatten- förbrukning i % av medelta- let
1911	63	10.30	107
1912	59	15.78	78
1913	63	10.05	104
1914	63	11.95	103
1915	59	19.44	77
1916	60	10.77	131
1917	61	14.80	101

Under nederbördsrika somrar var alltså relativa vattenförbrukningen betydligt lägre än normalt, vilket givetvis sammanhänger med att vid fuktig väderlek i samband med då oftast rådande lägre temperatur avdunstningen väsentligt nedsättes.

Ehuru vattenförbrukningen pr kg bildad torrsbstans, uttryckt genom transpirationskoefficienten, utgör ett mått på olika växternas vattenbehov, är denna faktor för ett visst växtslag dock ej någon konstant, utan tvärtom kunna högst varierande värden på densamma er-

hållas, allt efter de betingelser, under vilka försöken utförts. Sålunda hade Hellriegel för de olika åkerkulturväxterna erhållit värden på transpirationskoefficienten, som voro avsevärt lägre än de av Briggs och Shantz påvisade, under det å andra sidan dessa senare väsentligt understiga av Wollny bestämda värden på den relativa vattenförbrukningen (Roemer och Scheffer 1933).

För svenska förhållanden anger Arrhenius (1926) på grundval av vid Centralanstalten utförda kärlförsök följande värden på transpirationskoefficienten för några olika grödor och jordtyper:

	Sand	Lera	Torv
Havre	330	200	275
Korn	300	270	260
Vårvetete	320	280	280
Klöver	500	-	-
Betor	-	840	-

Av stor betydelse för det praktiska jordbruket är det förhållandet, som såväl v. Seelhorst som åtskilliga andra jordbruksforskare påvisat, nämligen att den relativa vattenförbrukningen avtar vid ökad näringstillgång i marken, vilket är i full överensstämmelse med de klassiska lagarna: den vegetationsfaktor, som föreligger i minimum, utnyttjas bäst, om övriga faktorer befinna sig i optimum. Nedanstående tabell, som återger ett kärlförsök med sockerbetor (Wilfarth 1905), visar den tydliga tendensen i detta avseende.

N-gödsling i gram	0.42	1.26	2.10	2.94	3.36	3.78
Skörd i gram torrsubstans	23.0	73.9	96.5	132.4	167.6	188.8
Vattenav- dunstning i liter	13.1	34.6	39.4	55.2	62.6	72.3
Transpira- tionskoef- ficient	569	468	409	417	374	383

Frågan om den för olika kulturväxter mest gynnsamma nederbörds-  
mängden under olika delar av vegetationsperioden har varit föremål  
för åtskilliga undersökningar. Vid tiden omkring sekelskiftet angav  
sålunda Wohltmann för tyska förhållanden följande nederbörds-  
mängder i mm som ideala (Wohltmann 1904), vilka därvid närmast avsågo att  
gälla medelstyv lera.

	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.-Mars
Höstsäd	40	70	60	70	40	40	60	220
Korn	30	60	50	60	30	50	60	120
Havre	40	70	70	80	40	50	60	220
Potatis och rotfrukter	40	50	50	80	65	35	40	240
Äng	60	75	60	75	60	40	60	240
Betesmark	60	70	70	90	90	70	70	250

Gentemot dessa av Wohltmann angivna nederbördsmängder hävdade emellertid Schneidewind (1907), att maximalskördar kunde erhållas vid betydligt lägre nederbörd, vilket han bl.a. ansåg bero på att jordarna utan större olägenhet kunde tåla kortare torkperioder.

I anslutning till Wohltmanns värden samt på grundval av egna undersökningar anger å andra sidan Freckmann (1930) för tyska förhållanden ideala nederbördsmängder, som ganska väl överensstämmer med Wohltmanns med undantag för äng och betesmark, där de gynnsammaste nederbördsmängderna angivas till c:a 90-120 mm för vardera av månaderna maj-juli. Freckmann framhåller emellertid, att de av honom anförda värdena i framtiden måhända behövde justeras något och betonade därjämte, att de främst uppställts såsom en hållpunkt rörande de lämpligaste vattengivorna vid konstbevattning.

Ehuru de här såsom mest gynnsamma anförda nederbördsmängderna givetvis icke äro tillämpliga på svenska förhållanden, såsom av det följande framgår, äro de av intresse såtillvida, som därav betonas vikten av att nederbörden i ett givet område är ur växtodlingssynpunkt lämpligt fördelad under vegetationsperioden, ett tema, som åtskilliga forskare i olika sammanhang ha varit inne på, t.ex. Lubanski (1896), Rimpau (1902), Prxiscikhovskii (1912), Krüger (1915), Zalenskii (1915), Howard (1916), Calzecchi-Onesti (1921), Leppan (1927) m.fl.

De olika kulturväxternas större eller mindre anspråk på vattentillgången tager sig i praktiken vanligen uttryck på så sätt, att växtodlingen får en efter nederbördsförhållandena anpassad inriktning, vilket bekräftas av utförda undersökningar i detta avseende (Wallis 1915, Schmieder 1928, Neuhaus 1929 m.fl.). Enligt Freckmann (1932) ökar sålunda arealen äng och betesmark i Tyskland starkt på bekostnad av åkern med ökad årlig nederbörd. I trakter med 500-600 mm



nederbörd utgjorde sålunda åkern 77.5 % och äng och betesmark 20.9 %, medan motsvarande siffror vid 900-1000 mm nederbörd voro resp. 54.2 och 42.4 %, alltså mer än fördubbling av de vattenkrävande gräsmarkernas areal.

Beträffande åkerjordens användning i vårt land är det känt, att i det förhållandevis nederbördsfattiga östra Sverige har brödsädesodlingen relativt större omfattning än i de nederbördsrikare områdena i västra Sverige, där den mera vattenkrävande havre- och vallodlingen har större utbredning. Dessa förhållanden komma att diskuteras närmare i det följande.

II. Samband mellan nederbörd och  
skördeavkastning enligt av  
olika författare utför-  
da undersökningar.

Litteraturen rörande sambandet mellan klimatfaktorerna och åkerkulturväxternas avkastning är mycket rik, i det att ett stort antal såväl äldre som yngre jordbruksforskare ägnat särskild uppmärksamhet åt denna för växtodlingen viktiga fråga. En genomgång av den omfattande litteraturen härutinnan är mycket intressant, då den ger en god bild av det allmänna förhållandet mellan klimatet och skördeavkastningen men samtidigt ger den också ett starkt intryck av de svårigheter, som förefinnas angående möjligheterna att på ett klart och koncist sätt kunna fastställa, hur ifrågavarande sambandsföreteelser i själva verket förlöpa. De av olika forskare erhållna resultaten beträffande klimatfaktorernas inverkan på skördeutbytet äro sålunda ej alltid samstämmiga, tvärtom äro de ofta ganska divergerande och stundom direkt motsägande.

Innan de egna undersökningarna närmare behandlas, skall här först en översikt lämnas rörande en del tidigare utförda undersökningar på området, då en dylik översikt torde vara ägnad att ställa de egna undersökningarna i en klarare belysning. Emedan dessa begränsats till att omfatta stråsäd, potatis, rotfrukter och vallväxter, har översikten ävenledes begränsats till dessa växtslag. Det skulle visserligen varit av intresse att beröra även en del andra kulturväxter, såsom bomull, tobak, sojaböna etc. rörande vilka bl.a. ett flertal amerikanska undersökningar föreligga, men det skulle å andra sidan föra för långt att gå in härpå. Även beträffande tidigare undersökningar av de växtslag, som föreliggande arbete behandlar, har det av utrymmesskäl blott varit möjligt att beröra de viktigare av dem, som i huvudsak behandlat nederbördens inverkan på skördeutbytet.

I det närmast följande avsnittet ges en summarisk översikt av en del undersökningar i utomnordiska länder, varefter följer en något

måra utförlig redogörelse för tidigare undersökningar i de nordiska länderna, då dessa med avseende på de klimatiska förhållanden, under vilka de utförts, i stort sett överensstämmer med de egna undersökningarna.

#### A. Undersökningar i utomnordiska länder.

##### 1. Stråsäd.

Frågan om nederbördens inverkan på skördeavkastningen har ägnats livlig uppmärksamhet särskilt i Tyskland, där ett betydande antal såväl äldre som nyare undersökningar på området utförts, i första hand beträffande stråsädesodlingen. Med avseende på denna framhöll Brückner (1895), att fuktigheten var den viktigaste faktorn, men att den dock måste hållas inom vissa gränser: „Kein Ackerbau ohne Wasser, aber auch kein Ackerbau bei zu viel Wasser"! D.v.s. vattenfaktorn borde förekomma i en viss optimal om än ej närmare preciserad mängd. Brückner var av den uppfattningen, att i länder med maritimt klimat utgjorde skadeverknningar genom den för höga nederbörden en av de allvarligaste faktorerna för sädesodlingen och framhöll, att jordbrukarna av denna anledning här delvis övergått till vallodling och beteskultur. Vidare konstaterade Brückner ett egendomligt kompensationsförhållande i sädesskörd beträffande länder med maritimt och kontinentalt klimat: hade de förra god skörd, blev den ofta dålig i de senare och omvänt. Samma tema behandlades av Schulz (1907), som ansåg, att skördevariationerna i mellersta Nordtyskland tillhörde den maritima typen: missväxt vid regnig sommar, god skörd vid relativt sparsam nederbörd.

Andra forskare ha dock kommit till något annorlunda resultat beträffande sädesodlingen i Nordtyskland. Sålunda visade Meinardus (1901) genom tidsdiagram över havreskörden i Preussen 1878-98, att denna företedde god samvariation med nederbörden under mars-juni, och Tornier (1912) framhåller, att höstsäden gynnades bäst av en måttligt fuktig och ej för varm vår samt beträffande höstvetete av

relativt stor nederbörd under maj och juni. Undersökningarna gällde ett försöksfält vid Göttingen åren 1900-1910. Med utgångspunkt från den officiella skördestatistiken i Preussen 1878-1920 påvisade Blaschke (1924), att nederbörden och temperaturen hade ett så avgörande inflytande på skördeavkastningen, att de helt dominerade över andra klimatfaktorer. För vårsåden fann han, att fram till tiden för axgången var ganska regnig men samtidigt varm väderlek gynnsammast. På basis av samma material beträffande åren 1899-1915 fann Less (1926), att de högsta skördarna oftast sammanföll med medeltemperatur och medelnederbörd under vegetationstiden, således att extremerna verkade negativt på avkastningen. Att så var fallet ansåg Less bero på att kulturväxterna ha viss förmåga att anpassa sig efter rådande klimatförhållanden.

Genom att använda den officiella skördestatistiken i Württemberg fann Welker (1928), att höstsåden nöjde sig med ganska låg nederbörd till fram i maj, men att höstvetet sedan fordrade tämligen hög nederbörd i juni. Likaså visade sig havren tacksam för hög juninederbörd. Welker begagnade vid sina undersökningar en tidigare av Less använd metod att indela materialet i årsgrupper med olika hög nederbörd. Medeltalet av skörderesultaten respektive nederbördsmängden i varje grupp användes därvid för att uttrycka sambandet ifråga. En något annorlunda metod tillämpades av Martiny (1927), i det att han tog procentuella avvikelserna från medeltalen för skörde- och nederbördsdata under en följd av år. Medelst denna metod påvisade han, att havreskördarna i Sachsen företedde ett ganska gott samband med årsnederbörden.

De tidigare undersökningarna, särskilt i Tyskland, rörande sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeavkastningen utfördes ofta genom att de erhållna data inlades i ett tidsdiagram, varefter sambandet erhöles genom direkt jämförelse av kurvorna. Senare ha olika statistiska metoder kommit till användning, och därvid bl.a. korrelationsmetoden samt den s.k. rangordningsmetoden. Den sistnämnda har utarbetats av prof. Holdefleiss vid universitetet i Halle och har använts vid åtskilliga undersökningar rörande dessa frågor. Enligt denna metod numreras talserierna efter stigande eller fallande värden. Exempelvis betecknas högsta skörden med siffran

1, näst högsta med 2 o.s.v. och på samma sätt nederbörden under t.ex. maj-juni. Serierna jämföras sedan, alltså motsvarande siffror för varje år, varefter respektive differenser uträknas. Vid fullständig rangordning blir summan av dessa s.k. rangordningsdifferenser lika med noll, vid omvänd rangordning däremot lika med  $n^2:2$ , om ingen hänsyn tages till tecknen. Om summan blir mindre än hälften härav, anses korrelation föreligga, och desto starkare, ju mindre nämnda summa blir. Holdefleiss (1925, 1929) ansåg, att ehuru rangordningsmetoden i olika avseenden var behäftad med vissa brister, voro dessa dock ej större än vid den äldre korrelationsmetoden, snarare torde man med rangordningsmetoden komma verkligheten närmare, och Scheinert (1928) framhåller, att vid korrelationsmetoden bli stora avvikelser för hårt bestraffade, då de där i motsats till vid Holdefleiss' metod gå in med kvadrat, varjämte denna senare är enklare i användning. Scheinert ansåg det dock lämpligast, att vid statistiska undersökningar stödja sig på två olika metoder genom att använda dessa parallellt.

Enligt Holdefleiss' statistiska metod har bl.a. Sachsen blivit ingående undersökt rörande sambandet mellan de klimatiska faktorerna och skördeutbytet. Provinsen uppdelades härvid i ett antal distrikt, och resultaten av undersökningarna ha framlagts i en rad gradualavhandlingar (Scheinert 1929, R. Schulze 1929, Neustädt 1929, Höhne 1929, Gerlach 1930, Wilhelm 1937). Som underlag för undersökningarna användes skörderesultat från ett antal egendomar inom respektive områden. Nämnda forskare kommo i vissa avseenden till något olika resultat, men i allmänhet visade sig vårsäden ställa högre krav än höstsäden på nederbörden under maj och juni, vilket även understrykes av Holdefleiss (1930). Enligt nämnda undersökningar är det för vårsäden fördelaktigt med en torr och varm vår samt tämligen riklig nederbörd vid tiden för stråskjutningen. Scheinert framhåller, att för korn är nederbörden under april - juni utslagsgivande men denna bör dock ej överstiga 180 mm, medan Höhne fann, att låg nederbörd under vintern är fördelaktigt. Beträffande höstvetete å lättare jordar var enligt Neustädt utom ringa vinternederbörd, särskilt i januari - mars, torrt väder under juni - juli av viss betydelse.

Bland andra forskare, som använt Holdefleiss' rangordningsmetod, kan nämnas Gösele (1929, 1930), Wiechmann (1931), Kerék (1934) m.fl. För vårvete, havre och korn ansåg Gösele (1929), på grundval av försöksresultat från Hohenheim, väderleksförhållandena under maj vara av underordnad betydelse för skördeutbytet. Beträffande Württemberg, där Gösele (1930) undersökt ett antal enskilda gårdar, erhöles ett tämligen starkt positivt samband mellan havreskörd och nederbörden i juni, alltså i analogi med Welkers resultat, medan hög nederbörd i juli och augusti befanns nedsätta skörden avsevärt. Wiechmanns undersökningar gällde Altmark tiden 1900-1929 och bekräftade försommarnederbördens betydelse för vårsäden, medan Kerék påvisade, att för ungerska förhållanden var riklig nederbörd i början på oktober av stor betydelse för en god höstveteskörd.

En annan metod vid undersökningar rörande sambandet mellan nederbörd och skördeutbyte användes av Baur (1924), som under framhållande av att direkt jämförelse med skördedata ej var så lämplig, enär en viss tidsvariation i dessa vanligen förefinnes, i stället tog differenserna mellan två på varandra följande år beträffande såväl nederbörd som skörd, ett förfaringssätt, som tidigare tillämpats av Meinardus och som bl.a. de Montessus de Ballore (1926) rekommenderar. Bauer påpekar i likhet med Less (1926), att våra kulturväxter äro anpassade efter normala förhållanden, varför avvikelser åt båda hållen beträffande klimatfaktorerna kunna nedsätta skörden. Hans undersökningar gällde Bayern för tiden 1884-1922, och av dessa framgick bl.a., att det förefanns ett påtagligt positivt samband mellan havreskörd och nederbörden i juni. I samma riktning gingo av Honecker (1931) utförda undersökningar i denna provins.

Genom korrelation av stråsådesskördarna med månadsnederbörden i Baden kom Beck (1926) till det resultatet, att nederbörden under april och maj hade positiv verkan på skördeutbytet, medan juni-julinederbörden snarare verkade i motsatt riktning.

För stråså i allmänhet konstaterar Baumann (1936, 1937), att junitorka erfarenhetsmässigt är till nackdel, och i ett senare arbete (Baumann 1938) upptager han metodiken vid undersökningar rörande sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeutbytet till diskussion. Han framhåller med all rätt, att man icke utan vidare kan

taga ett tidsavsnitt, exempelvis en viss månad, för undersökningar härutinnan, då även tiden före och efter denna period inverkar. I stället utgår Baumann från de bästa skördeåren såsom karakteristika på de gynnsammaste väderleksförhållandena, sålunda en rent jämförande undersökningsmetod. Av sina undersökningar, som gällde Kurmark 10-årsperioden 1926-1935, drager Baumann den slutsatsen, att för korn är nederbörden, för höstvete däremot temperaturen den viktigaste klimatfaktorn.

Beträffande såväl stråsåd som övriga växtslag är det ett känt förhållande, att de meteorologiska faktorerna ej under alla delar av vegetationsperioden äro av samma betydelse för skördeutbytet, utan grödan är under vissa perioder betydligt känsligare för variationer i väderleksförhållandena än eljest. Sådana perioder ha därför betecknats såsom "kritiska perioder". Förekomsten av dylika har påvisats av åtskilliga forskare, bl.a. Azzi (1915, 1921, 1922), Seely (1916), Beauverie (1923), Chaptal (1924), Pirotta (1925), Jones (1926), Rivier (1926) samt i flera arbeten av Brouwer (1926 a och b, 1930 a). För sädesslagen har bl.a. tiden närmast före axgången befunnits utgöra en dylik kritisk period. Sålunda framhåller Azzi (1915), att den kritiska perioden för vete med avseende på nederbörden är de närmaste 20 dagarna före axgången. Brouwer betonar starkt betydelsen av att taga hänsyn till dylika perioder och att man således vid undersökningar av ifrågavarande slag bör gå efter växternas utvecklingsstadium och ej efter almanackan. För att kunna fastställa dessa perioder torde det dock vara nödvändigt att undersökningarna hänföra sig till en någorlunda begränsad areal, så att sådden kunnat utföras liktidigt och sålunda grödan å hela området befinna sig på lika utvecklingsstadium.

Alsberg och Griffing (1929) framhålla, att det beträffande höstvete finns åtminstone två kritiska perioder, den ena vid tiden för uppkomsten och den andra vid blomningen, men att detta därför ej betyder, att väderleken <sup>under</sup> ~~vid~~ andra perioder är ovidkommande men väl att avvikelser från de för veteodling normala betingelserna vid andra tillfällen kunna vara ganska stora utan att avkastningen väsentligt påverkas. För havre fann Roberts (1928) en kritisk period dels under 20 dagar efter uppkomsten och dels vid tiden för vippgången.

I Ryssland ha åtskilliga undersökningar utförts rörande nederbördens inverkan på stråsädens avkastning. Sålunda fann Alexandrov (1905), att för havreskördarna vid Viatka försöksstation var nederbörden under maj av stor betydelse, och liknande synpunkter framhållas av Brounov (1908) beträffande tshernosemregionen. Likaledes betona Sagnier och Tisserand (1906) vårregnets betydelse för sädesodlingen i Ryssland, medan Lazarenko (1908) ansåg, att nederbörden under hela vegetationsperioden hade positiv verkan. Beträffande en del provinser i södra Ryssland fann Kharizomenov (1912), att med ökad nederbörd under vintern (nov.-mars) följde ökad skördeavkastning av alla cerealier, medan riklig nederbörd i april verkade i motsatt riktning.

De gynnsammaste nederbördsbetingelserna för veteodlingen i Frankrike framhåller Blin (1927) vara måttlig nederbörd på hösten, riklig mot slutet av våren samt tämligen sparsam under sommaren. Eredia (1923) undersökte sambandet mellan stråsädesskörd och nederbörd på Sicilien och konstaterade, att ehuru skörden blev dålig under år med ringa nederbörd, var ej alltid förhållandet det motsatta under nederbördsrika år, tydande på att optimum, som Eredia angav till omkring 840 mm per år, medan Figueiredo (1919 a och b) ger uttryck åt den uppfattningen, att i Portugal råder ett omvänt förhållande mellan nederbördens storlek och vetets avkastning.

Beträffande sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeavkastningen på de brittiska öarna föreligga flera undersökningar av såväl äldre som nyare datum. Sålunda påvisade Lawes och Gilbert (1880) genom att sammanställa veteskördarna med nederbörds- och temperaturmätningar i Greenwich från och med år 1832, att de bästa skördere-sultaten erhöles under år med mild vinter och med betydligt under medelnederbörd på våren. Under försommaren borde nederbörden vara tämligen riklig och sedan sparsam fram till tiden för skörden. Mawley (1898) fann genom att välja ut de sex bästa respektive sämsta skördeåren beträffande försöken vid Rothamsted, att de gynnsammaste väderleksbetingelserna för veteodlingen var högre temperatur och lägre nederbörd än medeltalen för vegetationsperioden, men påpekade vidare, att i intet land i Europa, där vete odlades, var sommartemperaturen så låg som i England. För kornets vidkommande framhöll Mawley, att relativt nederbördsrik sommar var gynn-



sammast, men skörden nedsattes dock både genom för riklig och för ringa nederbörd. Vid sammanställningar av försöksresultaten från Rothamsted erhöll Cochran (1935) tydligt samband mellan såväl gödsling och stråsådesskörd som mellan denna och nederbörden. Å andra sidan framhåller Fisher (1921) rörande försöken vid Rothamsted, att en följd av nederbördsrika år medförde en särskilt kraftig ogräsutveckling i parcellerna, vilket successivt nedsatte skörden, och nyare undersökningar därstädes ha visat, att nederbördsförhållandena under de närmast föregående två och t.o.m. tre åren inverkade på försöksresultaten (Keen 1940).

Hög nederbörd på hösten visade sig enligt Shaw (1905, 1907) vara ogynnsamt för veteodlingen i England. Samma förhållande påvisades av R.H. Hooker (1907), som vid korrelationsberäkningar mellan nederbörd, temperatur och höstveteskörd erhöll en nettokorrelation mellan skörden och nederbörden vid tiden för sådden på  $-0.62$ , medan bruttosambandet för jan.-febr. blev  $0.68$ . Beträffande korn fann Hooker de bästa odlingsbetingelserna vara en kall och torr sommar, en något ovanlig kombination, såsom han själv påpekade. För havre däremot erhöles en korrelation av ej mindre än  $0.70$  mellan avkastningen och vårnederbörden. Vid andra undersökningar påvisades, att kornet var mera beroende av klimatfaktorerna än vetet (Mackenzie 1924). Vid en undersökning av M.A. Hooker (1922) uppdelades såväl föregående år som skördeåret i 8-veckorsperioder på så sätt, att första perioden utgjorde 1:a - 8:e veckan, andra 5:e - 12:e o.s.v., sålunda att perioderna delvis täckte varandra. Genom att korrelera varje sådan period med skörden i östra England fick Hooker som resultat bl.a., att beträffande höstvete rådde i allmänhet negativt samband mellan skördeavkastningen och nederbörden under såväl föregående år som skördeåret med undantag av en svag antydning till positivt samband under maj - juli skördeåret.

Vid sammanställningar av den officiella skördestatistiken i östra Skottland erhöles Watt (1912) en ganska svag positiv korrelation mellan juninederbörden och havreskörderna och ansåg därför en måttlig nederbörd under maj och juni vara gynnsammast. För nordöstra Skottland kom Geddes (1922) genom att i likhet med Hooker (1922) använda 8-veckorsindelning till det resultatet, att beträffande såväl korn som havre spelade väderleksförhållandena under vintern och

förvåren ringa roll. Båda växtslagen fordrade emellertid enligt dessa undersökningar under sommaren mer än normal nederbörd.

Under det att korrelationsmetoden i relativt ringa omfattning använts vid undersökningar i Tyskland angående sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeutbytet, har den sedan gammalt kommit till användning vid engelska och amerikanska undersökningar inom detta gebit. En speciell korrelationsmetod, som fått ganska stor användning i såväl England som åtskilliga andra engelsktalande länder, har utarbetats av professor R.A. Fisher. Metoden går i huvudsak ut på att skördedata efter att ha utjämnats för eventuellt förefintlig tidsvariation medelst en femtegradskurva korreleras med nederbörden, dock ej med nederbörden per månad utan för 6-dagarsperioder, i det att året uppdelats i dylika. Sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning uttryckes genom en femtegradskurva, som anger hur detta varierat under varje del av året. Medelst denna metod fann Fisher (1925) på grundval av parcellförsöken med höstvet i Rothamsted för åren 1854-1918, under vilken tidrymd försöken pågått kontinuerligt, att i allmänhet var låg nederbörd fördelaktigt, särskilt i januari och juli. Enligt Fishers metod ha vidare Wishart och Mackenzie (1930) undersökt nederbördens inverkan på kornskördarna vid Rothamsted 1854-1921, vilket gav till resultat, att under höstmånaderna samt juni och juli rådde positivt men i övrigt negativt samband.

Bland andra undersökningar enligt Fishers metod kan nämnas undersökningar av Pallesen och Laude (1941), vilka gällde sambandet mellan nederbörd och höstvet i västra Kansas. Sambandets utseende under olika delar av året framgår av fig. 2, som anger skördeökningen i bushels per acre för varje tum nederbörd utöver den normala eller motsvarande minskning i skörd vid deficit. Genomsnittliga nederbörden per år uppgick till omkring 18 tum (= 450 mm), varav ca 45 % föll under den mest intensiva växtperioden mars-juni. Samma metodik har använts av Hopkins (1935, 1936 a) beträffande vårveteskörd och nederbörd i västra Canada, som därvid påvisade en signifikant korrelation mellan skörden och föregående års nederbörd samt framhöll, att i allmänhet medförde mer än normal nederbörd högre skörd men att härvid även jordartsförhållandena spelade en viss roll.

Frågan om klimatfaktorernas inverkan på skördeutbytet har äg-

Bush/acre

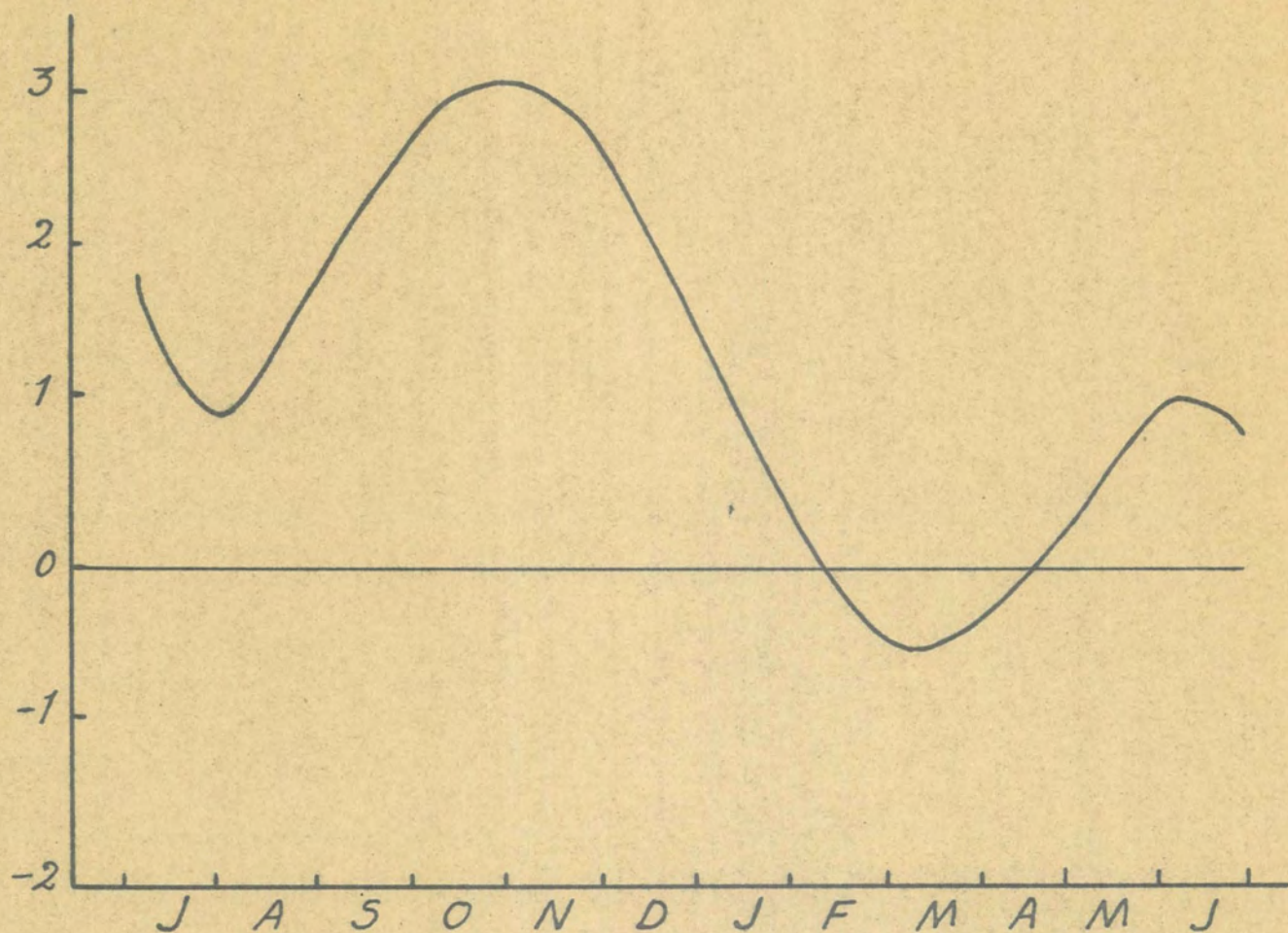


Fig. 2. Samband mellan nederbörd och höstveteskörd i västra Kansas enligt Pallesen och Laude (1941). Diagrammet anger den beräknade skördeökningen i bush/acre för varje tum nederbörd utöver den normala eller motsvarande minskning vid deficit.

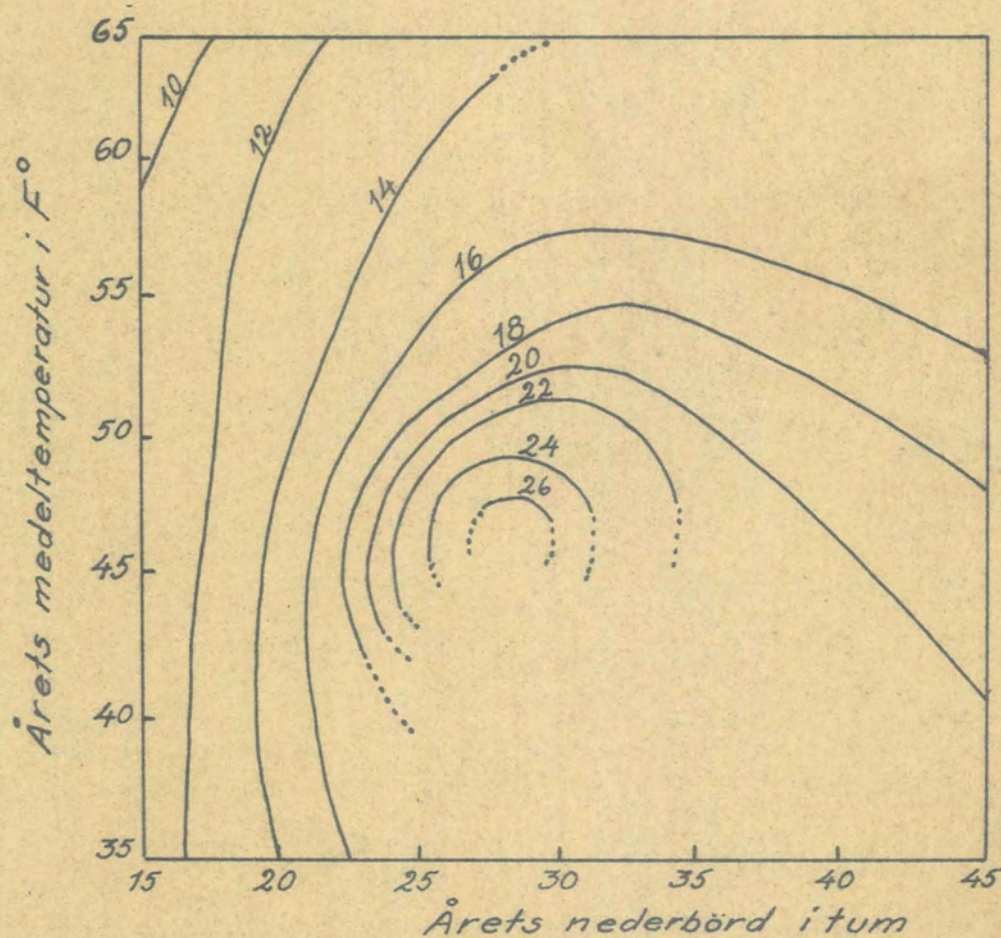


Fig. 3. Veteskörd i bush/acre under olika klimatiska betingelser enligt Bennet och Farnsworth (1936).

nats livlig uppmärksamhet i U.S.A. Sålunda visade Smith (1903) genom tidsdiagram, att det rådde ett mycket intimt samband mellan nederbörden under juni-juli och majsskörden i de viktigaste majsproducerande staterna, vilket han understryker i ett senare arbete (Smith 1914). Liknande synpunkter framhållas av Ward (1919), Hickman (1920), Musbach och King (1924), Wolfe (1925), Misner (1926) m.fl.

Vid undersökningar rörande nederbördens inverkan på vårveteskörden fann Blair (1913) en stark positiv korrelation mellan skördeavkastningen och nederbörden under maj och juni, särskilt beträffande North och South Dakota ( $r = 0.63$  resp.  $0.59$ ), men framhåller i annat sammanhang, att denna dock ej var den enda klimatfaktor, som inverkade på skörden (Blair 1918). Att sambandet mellan vårveteskörden i S. Dakota och nederbörden under april-juni är mycket utpräglat framhålls ävenledes av Kincer och Mattice (1928), och analoga förhållanden råda enligt Patton (1927) i det på ungefär samma breddgrad som N. Dakota belägna Montana. För höstveteskörden i Ohio har påvisats, att en varm mars och juni samt kall och torr maj var gynnsamt och vid sidan härav kunde alla övriga månaders temperatur och nederbörd negligeras (Blair 1919). Å andra sidan framhålla Welton och Morris (1924) att det rådde ett positivt samband mellan veteskörden i Ohio och nederbörden under våren, ehuru de påpeka, att skörden ofta nedsattes genom alltför riklig sådan.

Genom omfattande undersökningar kom Chilcott (1927) till den slutsatsen, att inom det egentliga sädesbältet i U.S.A. (cornbelt) spelade visserligen den årliga nederbörden en viss roll, men den utgjorde dock sällan eller aldrig den dominerande faktorn beträffande stråsädesodlingen. I visst motsatsförhållande till Chilcotts resultat stå emellertid undersökningar av Cole (1938), som omfattade samma område. Cole erhöll genom att sammanställa skörderesultat från 14 olika försöksstationer med sammanlagt 272 observationer följande sambandsfunktion mellan vårveteskörd i bush/acre ( $y$ ) och årsnederbörden i tum ( $x$ )

$$y = 2.19 (x - 8.02)$$

således ett påtagligt samband mellan de undersökta faktorerna. Cole

framhåller vidare, att häftig nederbörd kunde medföra en betydande avrinning på ytan och sålunda minska den effekt den annars kunnat ha.

Såsom inledningsvis framhållits är det naturligt att de resultat, som erhållas vid korrelationsräkningar rörande sambandet mellan nederbörden och avkastningen av en viss kulturväxt, äro beroende av de rådande klimatiska förhållandena. I trakter med i allmänhet ringa nederbörd måste sålunda en starkare korrelation erhållas än där medelnederbörden är hög. Ett belysande exempel härpå utgöra undersökningar av Mattice (1926) å ena sidan och Sando (1922) å den andra. De förra gällde stråsådesskördarna i Akron, Colorado, för en tid av 16 år, varvid bl.a. korrelationen mellan juninederbörden och skörden av såväl höst- och vårvete som havre och korn visade sig vara omkring 0.70 och mellan majsskörden och nederbörden under maj-juni 0.77, således för samtliga sädesslag statistiskt säkra korrelationer. Som bakgrund härtill framhåller Mattice, att nederbörden vid Akron i medeltal för dessa år var 13.69 tum (= 342 mm), medan mininederbörden vid på vanligt sätt bedrivet jordbruk (d.v.s. utan irrigation eller dryfarming) torde böra uppgå till åtminstone 15 à 20 tum (Spafford 1916, Kincer 1923). Sando framlade sina resultat, vilka gällde veteskördarna vid försöksstationen i Maryland, för American Meteorological Society vid en kongress i april 1920. Undersökningarna visade en signifikant negativ korrelation mellan skördeavkastningen och nederbörden under mars och maj. I den efterföljande diskussionen framhölls emellertid, att de bästa veteskördarna i U.S.A. i allmänhet erhöles vid omkring 30 tums årlig nederbörd, medan nederbörd såväl under 10 till 15 som över 50 tum verkade ungefär lika ogynnsamt. Enär medelnederbörden vid ifrågavarande försöksstation var omkring 50 tum, måste det anses ganska naturligt, att sambandet blev negativt.

Då den genomsnittliga nederbörden i de olika staterna i U.S.A. företer ganska stora skillnader, kan under ett år med högre nederbörd än normalt denna givetvis verka i motsatt riktning beträffande skördeutbytet i de olika staterna och därmed en utjämning av totalskörden för hela landet åstadkommas. Sålunda framhöll Abbe (1905), att ehuru skördarna i en viss stat på grund av väderleksförhållandena kunde variera c:a 50 % uppåt eller nedåt, medförde detta dock ej några större avvikelser med avseende på medelskörden i hela U.S.A.

Beträffande Canada har Hopkins utom de tidigare nämnda undersökningarna (1935, 1936 a) sammanställt resultaten från den officiella skördestatistiken för västra Canada med nederbörden dels under maj-juli och dels aug.-april (Hopkins 1936 b) och funnit signifikant samband mellan maj-julinederbörden och vårveteskörden, men även nederbörden under den övriga delen av året hade tydlig positiv verkan. Likaså fann Bogue (1930) tydligt samband mellan vårveteavkastningen och såväl höstens som sommarens nederbörd.

Samtliga i det föregående anförda undersökningar hänföra sig till norra halvklotet. Även på södra halvklotet har frågan om klimatfaktorernas inverkan på skördeutbytet på flera håll varit föremål för undersökningar, av vilka några här må i korthet nämnas.

I vissa delar av Australien är nederbörden så sparsam, att den är den utslagsgivande faktorn för veteodlingen, ehuru med förbättrade odlings- och kultiveringsmetoder avkastningen blivit något mindre beroende av nederbörden än förr (Pascoe 1912) och en ökad odling av vete därför kommit till stånd utanför den nederbördsgräns av 14-16 tum per år, som tidigare ansågs vara minimum för en lönande veteodling (Hunt 1918, Taylor 1920). Det starka sambandet mellan nederbörden i Australien och veteavkastningen framhålles av flera författare, exempelvis Richardson (1916, 1925), Barkley (1927), Clayton (1930), och särskilt poängteras, att nederbörden under aug.-sept. spelar en avgörande roll.

Beträffande Nya Zeeland fann Kidson (1929), att klimatvariationerna under vintern hade relativt ringa inflytande på veteskörden, medan varm och fuktig väderlek under sommaren var gynnsamt. Riklig nederbörd i februari kunde dock nedsätta skörden.

Undersökningar av Hessling (1922) ha visat, att nederbörden under juni-nov. är den avgörande faktorn för veteodlingen i Argentina, och en nederbördsmängd av 150-200 mm under denna tid befanns här vara mest gynnsam. Hoxmark (1925) framhöll, att det på basis av de meteorologiska förhållandena under april-aug. med viss säkerhet gick att förutsäga veteskörden i Argentina. För åren 1913-1926 beräknade Hoxmark (1927) vidare korrelationen mellan nederbörden respektive temperaturen under nov. och dec. och majsskörden för olika provinser i Argentina och erhöll i genomsnitt för nederbörden

omkring  $r = 0.40$  och för temperaturen en ungefär motsvarande negativ korrelation.

En intressant undersökning har utförts av Bennet och Farnsworth (1936) beträffande världsproduktionen av vete, i det de sammanställde densamma med bl.a. nederbördsförhållandena. Genom en dylik gruppering av vetearealen erhöles följande översikt:

Årlig nederbörd i tum	Veteareal milj. acres	Doi %
< 10	9	2
10-15	32	8
15-20	119	31
20-25	83	22
25-30	45	12
30-35	38	10
35-40	29	8
40-45	11	3
45-50	11	3
> 50	6	1

Enligt dessa undersökningar förekommer sålunda mer än halva totala vetearealen å områden med mellan 15 och 25 tums årlig nederbörd. Genom samtidigt hänsynstagande till temperaturförhållandena ha nämnda författare upprättat diagram över sambandet mellan de tre faktorerna. Ett dylikt diagram återgives i fig. 3, av vilket framgår, att de gynnsammaste betingelserna för veteodlingen skulle vara en årlig nederbörd av 25-35 tum och en medeltemperatur under året av omkring 45-55° F.

Ehuru som av i det föregående anförda undersökningar framgår stråsådens avkastning synes mer eller mindre starkt sammanhänga med nederbördsförhållandena, gå dock ej alltid variationerna i kvantitativt och kvalitativt hänseende parallellt. Sålunda har bl.a. konstaterats, att vetets proteinhalt företer en avtagande tendens vid ökad nederbörd under vegetationsperioden (Thatcher 1911, Gassner 1925).

De anförda undersökningarna rörande nederbördens inverkan på stråsådens avkastning, vilka gällt olika delar av jordklotet, ha som synes givit högst varierande resultat. Att så blivit fallet är ganska naturligt, då de utförts under vitt skilda klimatiska betingelser. Det är givetvis svårt att beträffande varje särskild

undersökning kunna bilda sig en säker uppfattning om orsakerna till de erhållna resultaten, och dessutom skulle det här föra för långt att upptaga de enskilda undersökningarna till diskussion. Ett försök att ur en enhetlig synpunkt tolka de varandra delvis motsägande eller i varje fall långt ifrån enhetliga resultaten har dock gjorts längre fram i anslutning till de egna undersökningarna.

## 2. Potatis.

Det övervägande antalet utförda undersökningar rörande sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeavkastningen ha gällt stråsåden men ha dock i många fall även omfattat en del andra åkerkulturväxter. Sålunda föreligga åtskilliga undersökningar rörande nederbördens inverkan på avkastningen av potatis. I likhet med stråsådesundersökningarna gälla flertalet av dessa undersökningar tyska förhållanden.

Vid gödslingsförsök med potatis konstaterade redan Grouven (1872), att väderleken utövade en ej oväsentlig inverkan på skördeutbytet. Utan att närmare gå in på hur avkastningen varierat med väderleksförhållandena framhöll Grouven nödvändigheten av att vid dylika försök taga hänsyn till de meteorologiska faktorernas andel i försöksresultaten: „Die Agrikulturchemie ist bis heute unfähig gewesen, Feldungsversuche zu erklären, weil sie einseitiger Weise bloss die Düngung im Auge hatte; sie muss offenbar in dieser Unfähigkeit verharren, so lange sie nicht endlich anfängt mittelst vergleichender Felddüngungs-Versuche und gleichzeitiger meteorologischer Beobachtungen die anderen wesentlichen Faktoren der Produktion in Rechnung zu ziehen.“

På grundval av resultat dels från tyska försöksstationer och dels från skördestatistiken kom Hecker (1911) till den slutsatsen, att torra under juli-aug. var ogynnsamt för såväl avkastning som kvalitet beträffande medelsena och sena potatissorter, men å andra sidan verkade mycket regnig väderlek, särskilt vid tiden efter blomningen, alltid skadligt. Berkner (1922) framhåller, att tiden för knölbildningens början, vilken sammanfaller med blomningens början, är en kritisk period, som oftast blir bestämmande för skörden. Torra under denna tid kan nedsätta skörden starkt, ehuru Berkner vidare på-



länder, om än ej resultaten alltid peka i samma riktning. Genom undersökningar vid den ryska försöksstationen Viatka fann Alexandrov (1905), att ju större nederbörden var under maj-juni, desto lägre blev såväl skördeutbytet som stärkelsehalten, medan Hooker (1907) kom till den uppfattningen, att för potatisodlingen i England torde relativt torrt väder under juni-aug. vara gynnsammast.

I motsats till dessa undersökningar kom Sanson (1932) genom att sammanställa potatisskördarna och meteorologiska data för åren 1900-1929 i det franska departementet Loife-Inférieure till det resultatet, att nederbörden under maj-juli spelade en ganska stor roll. Optimum för denna tid angav Sanson vara 180-200 mm; om nederbörden därvid var lägre än 180 mm ansåg Sanson en nederbördsmängd under aug.-sept. överstigande 70 mm vara erforderlig för att kompensera detta. Vidare sammanställde de Montessus de Ballore (1932) potatisskördarna i tre franska departement med nederbörden för åren 1882-1913, ehuru han därvid använde en minst sagt diskutabel metod, i det att han indelade materialet efter skördeavkastningen i tre grupper: dålig, medelgod och god skörd, varefter mittgruppen utelämnades. Trots denna våldföring på materialet blevo resultaten ganska varierande, även om en viss parallellitet mellan nederbörd och skörd kunde spåras. Prytz har senare underkastat nämnda undersökning en kritisk granskning, i det att han statistiskt behandlat hela materialet, alltså även de av de Montessus de Ballore uteslutna data, men fann detta dock mindre lämpligt för en dylik bearbetning: "En orienterande Korrelationsberegning viser, at det ikke er Umagen vaerd att arbejde med detta Materiale" (Prytz 1938).

För 55-årsperioden 1860-1914 utförde Smith (1915) korrelationsberäkningar mellan bl.a. nederbörden under olika månader samt potatisskördarna i Ohio. För juli erhöles  $r = 0.33$ , för aug.  $r = 0.22$  och för juli-aug.  $r = 0.37$ , således ganska tydliga om än ej signifikanta korrelationer. Vid räkning med kortare perioder än en månad erhöles högsta korrelationen 0.48 för tiden 1-10 juli. I motsats till dessa resultat erhöles Watt (1912) beträffande potatisskördarna i Skottland 1886-1911 en negativ korrelation mellan skörden och nederbörden under juni och juli av resp.  $-0.55$  och  $-0.45$ . Detta bör dock ses mot bakgrunden av rådande temperaturförhållanden i respekti-

pekar, att potatis har viss förmåga att anpassa sig efter rådande väderleksförhållanden, vilket understrykes av bl.a. Knitter (1929).

Beträffande tidiga potatissorter fann Claussen (1922), att nederbörden under maj och juni var av stor betydelse för skördeavkastningen, även om en hel del andra faktorer spelade in. Ehuru undersökningarna, / utfördes i Holstein, blott omfattade en tid av 7 år, erhöll Claussen ett mycket intimt samband mellan maj-juninederbörden och skördeavkastningen.

Undersökningar ha givit vid handen, att ehuru nederbörden under maj-juni är viktig för knölbildningen, sammanhänger knölstorleken med nederbörden under juli-sept. (Peiper 1925), detta givetvis med avseende på medelsena och sena sorter. Vissa år med riklig nederbörd under maj-juni med därpå följande relativt torrt väder visade sig potatisskörden bli ringa trots stort knölantal per stånd, medan vid omvända förhållandet skörden blev avsevärt högre med minst dubbla genomsnittliga knölvikten. Welker (1928) kom genom att använda sin i det föregående angivna undersökningsmetodik till liknande resultat, i det att högsta potatisskörden erhöles vid låg nederbörd och hög temperatur i juni samt riklig nederbörd i augusti. Den ogynnsamma inverkan av hög juninederbörd framhålles ävenledes av Gösele (1930). Såväl Schultze (1929) som Höhne (1929) funno, att nederbörden under juli-sept. var avgöfande för potatisskördens storlek, medan Wiechmann (1931) anser, att bästa skörderesultatet bör erhållas vid riklig nederbörd från maj till september. För sena och medelsena sorter finner Baumann (1937, 1938), att nederbörden under juli och augusti är mest betydelsefull, alltså i analogi med Heckers resultat.

De här anförda undersökningarna, som hänföra sig till olika delar av Tyskland, visa tämligen samstämmigt, att nederbörden under försommaren ej har samma betydelse för potatis- som för stråsädesskörden, vilket givetvis beror på att tiden för potatisens största vattenbehov inträffar senare. Detta framgår även av de efter v. Seelhorst i fig. 1 återgivna kurvorna. För potatisens vidkommande förelåg enligt v. Seelhorst det största vattenbehovet i juli och augusti, vilket som synes bekräftas av flertalet här relaterade undersökningar.

Liknande undersökningar ha utförts i en del andra utomnordiska

ve områden. I Ohio var sålunda medeltemperaturen  $71.4^{\circ}$  F mot  $58.1^{\circ}$  F i Dundee (Skottland), vilket givetvis måste medföra, att även potatisgrödans vattenbehov måste ställa sig väsentligt olika, enär såsom bl.a. framgår av tidigare refererade undersökningar av Shantz och Piemeisel (1927) transpirationskoefficienten i hög grad är beroende av temperaturförhållandena.

Vid undersökningar i Wyoming slutligen konstaterade Pitman (1926), att temperaturen under maj och juni hade störst inverkan på potatisskördens storlek, men då juli var kall och regnig, erhöles dock i 89 % av fallen normal eller mer än normal skörd.

I samband med de egna undersökningarna skola här anförda resultat angående nederbördens inverkan på potatisskördarna närmare diskuteras, ehuru vad som tidigare anförts rörande möjligheterna att kunna tolka de olika resultaten i minst lika hög grad torde gälla även här.

### 3. Rotfrukter.

Även beträffande rotfrukterna ha de flesta undersökningar rörande nederbördens inverkan på skördeutbytet avsett tyska förhållanden. Åtskilliga av dessa ha därvid gällt sockerbetsodlingen.

En av de första, som kom att ägna frågan om nederbördens inverkan på rotfrukternas avkastning speciell uppmärksamhet, torde ha varit den tyske kemisten Achard (1753-1821), grundläggaren av betsockerfabrikationen i Tyskland, i det att han praktiskt utnyttjade Marggrafs år 1747 gjorda upptäckt av sockerhalten i *Beta vulgaris*. Achard utförde från omkring 1786 på sitt gods i Schlesien kulturförsök med sockerbeter och konstaterade därvid bl.a.: „Anhaltend nasse Witterung hat, sowie auch anhaltende Dürre, ohnstreitig auf die quantitative und qualitative Erzeugung der Runkelrüben zugleich Einfluss..... Es hat nämlich die Erfahrung gezeigt, dass nasse Witterung das Wachstum der Runkelrüben, sowie fast allen Grünzeugs, insofern befördert, dass deren quantitativer Ertrag ansehnlicher ausfällt, sie aber einen überwiegenden Anteil an wässerigen Teilen bekommen, dagegen bei dürrer Witterung der quantitative Ertrag geringer, der qualitative aber vorzüglicher ausfällt, weil die Rüben nicht so viel Wasser haben" (Hecker 1911, S. 418).

Att nederbörden och temperaturen i viss mån utöva olika inverkan på sockerbets-skördarna har konstaterats genom talrika senare undersökningar. Sålunda fann Petermann (1890), att nederbörden verkade betydligt starkare höjande än temperaturen på sockerbets-skördarnas storlek, varvid han utgick från årsnederbörden, respektive värmesumman under vegetationsperioden, men fann däremot, att sockerbildningen främst påverkades av ljusintensiteten, vilken uppfattning delades av bl.a. Grohmann (1904).

Omkring sekelskiftet rådde en livlig diskussion rörande den för sockerbetsodlingen lämpligaste nederbördsmängden under vegetationsperioden. Hanamann (1901) sammanställde sockerbets-skördarna med nederbörden i Lobositz i norra Böhmen för åren 1866-1898, varvid han genom indelning av materialet efter fallande skörd i grupper om fem år erhöll följande resultat (skörden här omräknad i relativtal):

Grupp n:r	Skörd i % av medeltalet	Nederbörd i mm under april-okt.
I	125	357
II	115	331
III	103	370
IV	102	285
V	98	269
VI	88	257
VII	69	228

På grundval av dessa undersökningar drog Hanamann den slutsatsen, att för maximal skörd fordrades en nederbördsmängd under vegetationsperioden av något över 300 mm. Av samma åsikt var bl.a. Briem (1903). Däremot var professor Hollrung av den uppfattningen, att i mellersta Tyskland krävde en medelgod sockerbets-skörd omkring 400 mm nederbörd under vegetationsperioden (Kassner 1901). Mot denna uppfattning polemiserade Kassner under framhållande av att om Hollrungs åsikt vore riktig, skulle nästan hela årsnederbörden behöva tagas i anspråk. Kassner påpekade, att för ifrågavarande område var den genomsnittliga nederbörden under vegetationsperioden blott omkring 300 mm, varför således enligt Hollrung ett betydande deficit skulle föreligga.

Förutsättningarna för en kvalitativt god sockerbets-skörd ansåg Hecker (1911) vara måttlig nederbörd i maj och juni, sedan ganska

riklig sådan i juli, något mindre i aug. och slutligen ringa nederbörd under aug.-sept., medan Berkner (1922) var av den uppfattningen, att nederbörden och temperaturen borde stå i en viss bestämd relation till varandra, i det att hög temperatur och riklig nederbörd borde följas åt. I själva verket stå ju dock dessa båda faktorer snarare i mer eller mindre utpräglat motsatsförhållande till varandra. van Cleef (1915) preciserade sina synpunkter så, att han för nordtyska förhållanden ansåg en nederbördsmängd av 114 mm under juni-juli och 100 mm under aug.-sept. vara lämpligast för sockerbetsodlingen.

Vid sina i det föregående relaterade undersökningar i Sachsen kommo Scheinert (1929), Neustädt (1929), Höhne (1929) och Gerlach (1930) samtliga till det resultatet, att nederbörden under juni-sept. var den avgörande faktorn för sockerbetsskördens storlek, varjämte Schulze (1929) tillskriver julinederbörden, som bör överstiga 75 mm, särskild betydelse. Likaså betona Gösele (1930) och Wiechmann (1931) juli-septembersederbördens betydelse för sockerbetsskörden. Beträffande <sup>den</sup>för odling av foderrotfrukter lämpligaste fördelningen av nederbörden framhåller Gösele (1929), att nederbörden under maj spelar föga roll, emedan jordens fuktighet då vanligen räcker till. Under juni anser han rikligt solsken och hög temperatur vara viktigast, under det att ett måttligt nederbördsbehov gör sig märkbart i juli, då en nederbördsmängd understigande 70 mm torde medföra skördeminskning. Under augusti är det viktigt med tillräcklig nederbörd, medan väderleken sedan ej har nämnvärd inverkan på skördeutbytet.

Berce och Wilboux (1935) funno vid undersökningar i Belgien en korrelation mellan sockerbetsskörden och nederbörden i september på 0.806, medan korrelation mellan skörden och junitemperaturen var 0.416, alltså resultat som peka i samma riktning som de ovan anförda.

Vid sina undersökningar i östra England rörande sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeavkastningen fann Hooker (1907) för rotfrukternas vidkommande den högsta korrelationen för nederbörden under juni och juli månader, medan sambandet under höstmånaderna var sämre, ett förhållande som Hooker själv ansåg vara märkligt men framhåller, att detta kunde bero på att riklig nederbörd på hösten kanske var gynnsam endast om torra tidigare förekommit. Kalamkar (1933) undersökte skördarna av mangold, bladbeta, vid gödslingsförsök vid Rothamsted åren 1876-1930 i förhållande till nederbörden en-

ligt Fishers tidigare anförda metod och kom därvid till det resultatet, att skördevariationerna voro beroende av åtskilliga andra faktorer än nederbörden, varför det ej gick att draga några säkra slutsatser endast med hänsyn till denna, men att det dock förefanns ett positivt samband mellan nederbörd och skördeutbyte företrädesvis under juni och juli, alltså i överensstämmelse med Hookers resultat.

Vid sammanställning av skörderesultat av sockerbeter från försöksstationer i olika stater i U.S.A. konstaterade Wiley (1903), att sockerhalten ändrades med nordläget, i det att denna ökade från 9 % till nära 16 %, då breddgraden varierade från 38° till 43°, medan nederbörden visade sig ha relativt ringa inverkan. Han framhöll emellertid, att stark nederbörd under september och oktober verkade ogynnsamt på sockerhalten. Liknande resultat erhöll Mc Dougall (1920) vid undersökningar rörande klimatfaktorernas inverkan på sockerbetsskördarna i Canada. Skörden visade här en ganska låg korrelation med nederbörden, medan däremot bättre samband förefanns mellan temperaturen och skördeutbytet. — Vidare kan nämnas, att det visat sig finnas ett positivt samband mellan nederbörden och sockerproduktionen på Java (Tengwall och van der Zyl 1924).

Analogt med utförda undersökningar rörande potatisskördarna framgår att i allmänhet är sambandet mellan rotfrukternas avkastning och nederbörden under försommaren betydligt svagare än beträffande stråsäden. Även här kan det vara lämpligt att jämföra med de efter v. Seelhorst upprättade kurvorna. Enligt dessa skulle den största vattenupptagningen äga rum i augusti, och detta överensstämmer ganska väl med flertalet genom statistiska undersökningar erhållna resultat.

Å andra sidan är det ett känt förhållande, att utpräglad torra vid tiden efter gallringen är avgjort ogynnsam för rotfruktsodling, icke minst med hänsyn till insektsangrepp. Däremot är vattenbehovet relativt ringa denna tid, då grödan befinner sig på detta tidiga utvecklingsstadium. På grund härav är det naturligt, att någon starkare korrelation mellan nederbörd och avkastning härvid ej kan föreligga och att denna i många fall t.o.m. kan bli negativ.

#### 4. Vallväxter.

Tidigare undersökningar i de utomnordiska länderna rörande sambandet mellan nederbörden och vallväxternas avkastning äro relativt sparsamt förekommande. Mot bakgrunden av i det föregående anförda uppgifter rörande vallväxternas vattenbehov ligger det i sakens natur, att det i de flesta fall bör förefinnas starkt samband mellan nederbörd och avkastning. Utförda undersökningar härutinnan gå också i allmänhet i denna riktning. Sålunda fann Hooker (1907), att framförallt vårens nederbörd var betydelsefull för vallarnas avkastning, i det att han erhöll en korrelation mellan vårnederbörden och klövervallarnas avkastning i östra England på icke mindre än 0.76 och ansåg i följd därav tiden från mitten av april till mitten av juni som en kritisk period för vallodlingen. Beträffande östra Skottland erhöll Geddes (1922) en korrelation av 0.71 mellan vallskördarna och nederbörden maj - juni, alltså fullt analogt resultat.

I samma riktning peka i Tyskland utförda undersökningar, bl.a. av Naumann (1923), Staerk (1926), Welker (1928), Brouwer (1930 b) m.fl. Staerk betonar särskilt betydelsen av nederbördens lämpliga fördelning och framhåller, att vårmusten blott en relativt kort tid står till växternas förfogande: "Die Nachwirkung der Winterfeuchtigkeit erstreckt sich stets nur auf verhältnissmäßig kurze Dauer." Som underlag för Brouwers undersökningar användes fleråriga gödslings- och bevattningsförsök på olika platser i Tyskland. Brouwer anser dock, att beträffande ängsmarkernas avkastning spelar temperaturen större roll än nederbörden under den första delen av vegetationsperioden, men sedan blir nederbörden den dominerande faktorn. Något annorlunda och i och för sig ganska märkliga resultat erhöll Höhne (1932), som vid sammanställning av parcellförsök med nederbörden för en tid av c:a 20 år kom till den uppfattningen, att hög nederbörd under september och oktober föregående höst var gynnsam för såväl höskörden som höets äggvitehalt, medan ringa nederbörd från mars och ända fram till sista veckan före slåttern skulle vara till fördel för vallarnas avkastning.

Ward (1919) framhåller, att i U.S.A. äro vallarna den dominerande grödan beträffande väststaterna, men att hektarskördarna ej alltid

blevo så stora på grund av att nederbörden ofta utgjorde den begränsande faktorn. Ward framhåller vidare, att i större delen av väststaterna förekom bevattning av vallarna, men i de fall, då denna ställde sig för dyrbar, tillgrepos andra åtgärder, såsom odling av luzern, vilken med sina djupa rötter var mera motståndskraftig mot torra.

Genom sammanställning av nederbörden med vallskördarna från olika försöksstationer i Ohio funno Welton och Morris (1925), att skörden ökade med nederbörden under april-juni, medan den däremot minskade med ökad temperatur under denna tid. Samma förhållande visar Mattice (1926) gälla för staten New York, vilket understrykes av Misner (1926), som framhåller, att nederbörden under april-juni till väsentlig grad här var bestämmande för såväl vallskördarnas storlek som höpriset.

#### B. Tidigare undersökningar i de nordiska länderna.

Frågan om nederbördens inverkan på kulturväxternas avkastning har som synes varit föremål för talrika undersökningar i åtskilliga utomnordiska länder. Som inledningsvis framhållits, har detta spörsmål icke uppmärksamrats i samma utsträckning i de nordiska länderna, ehuru dock även här vissa undersökningar på föreliggande område genomförts. Då dessa undersökningar i flera fall hänföra sig till samma områden som de egna undersökningarna och även i övrigt till ur klimathänseende liknande områden, äro de av stort intresse i detta sammanhang och skola därför här något närmare behandlas innan redogörelse för förf. egna undersökningar i ett följande avsnitt lämnas.

För 30-årsperioden 1881-1910 utförde Wallén (1917) en omfattande undersökning rörande nederbördens och temperaturens inverkan på stråsädesskördarna i hela Sverige. Som underlag för undersökningen tjänade den officiella skördestatistiken, ehuru ej hektarskördarna utan korntalen användes, d.v.s. förhållandet mellan skörd och utsäde, detta på grund av att i skördestatistiken arealuppgifterna före 1913 äro angivna i totalsummor för höstsäd och vårsäd och ej specificerade för de olika sädesslagen. Nederbörden och medeltemperaturen för varje månad korrelerades med skörden, varvid länen sammanfördes i vissa grupper, valda med hänsyn till länens geografiska



läge och klimatiska beskaffenhet. En grafisk sammanställning av Walléns resultat återgives i fig. 4.

Beträffande höstsäden visar diagrammet bl.a. en genomgående positiv korrelation mellan temperaturen och skörden under jan.-mars, under det att sambandet är negativt under maj för de båda sydligaste grupperna. Wallén framhåller, att för höstsäden äro nederbörds-sambanden icke av något större intresse, de vittna om att för denna är nederbörden av mindre betydelse än temperaturen. Det karakteristiska i Walléns undersökningar är emellertid, hur under våren och försommaren temperaturens gynnsamma inflytande på skördeavkastningen ökar ju längre norrut man kommer, medan nederbörden synes spela en allt mindre roll och tvärtom, ett förhållande, som är i full överensstämmelse med vad inledningsvis framhållits rörande temperaturens ökade inflytande, då man närmar sig odlingsgränsen.

Vad vårsäden beträffar, framgår av diagrammen, att nederbörden under maj-juli visar den starkaste korrelationen, och först i de nordligaste länen företer temperaturen ett avgjort positivt samband med skördeavkastningen under denna period. Wallén påpekade det så gott som motsatta inflytande, som temperatur och nederbörd syntes utöva på höstsäden å ena och vårsäden å andra sidan och framkastade i anslutning därtill den tanken, att det skulle vara fördelaktigt, om vårsäd kunde odlas under kalla och fuktiga somrar, höstsäd under varma och torra.

Wallén var av den uppfattningen, att ehuru de funna sambanden oftast var för sig voro tämligen små, beroende på att undersökningarna hänförde sig till hela län, bevisade de dock genom sin lagbundenhet, att de verkligen rådande sambanden säkerligen voro större. Han framhöll, att det skulle vara fördelaktigare att vid dylika undersökningar använda skörderesultat från enskilda egendomar eller försöksytor samt vidare att vid korrelationsberäkningarna ej rätta sig efter kalendermånad utan efter grödans utveckling. I detta avseende var således Wallén av samma uppfattning som Brouwer (1926 m.fl.) senare gjort sig till talesman för.

I ett följande arbete sammanställde Wallén avkastningen av olika höstvetesorter från Sveriges Utsädesförenings försök vid Svalöv och Ultuna med nederbörds- och temperaturförhållandena under åren

County  
Län

Temperature

Precipitation  
Nederbörd

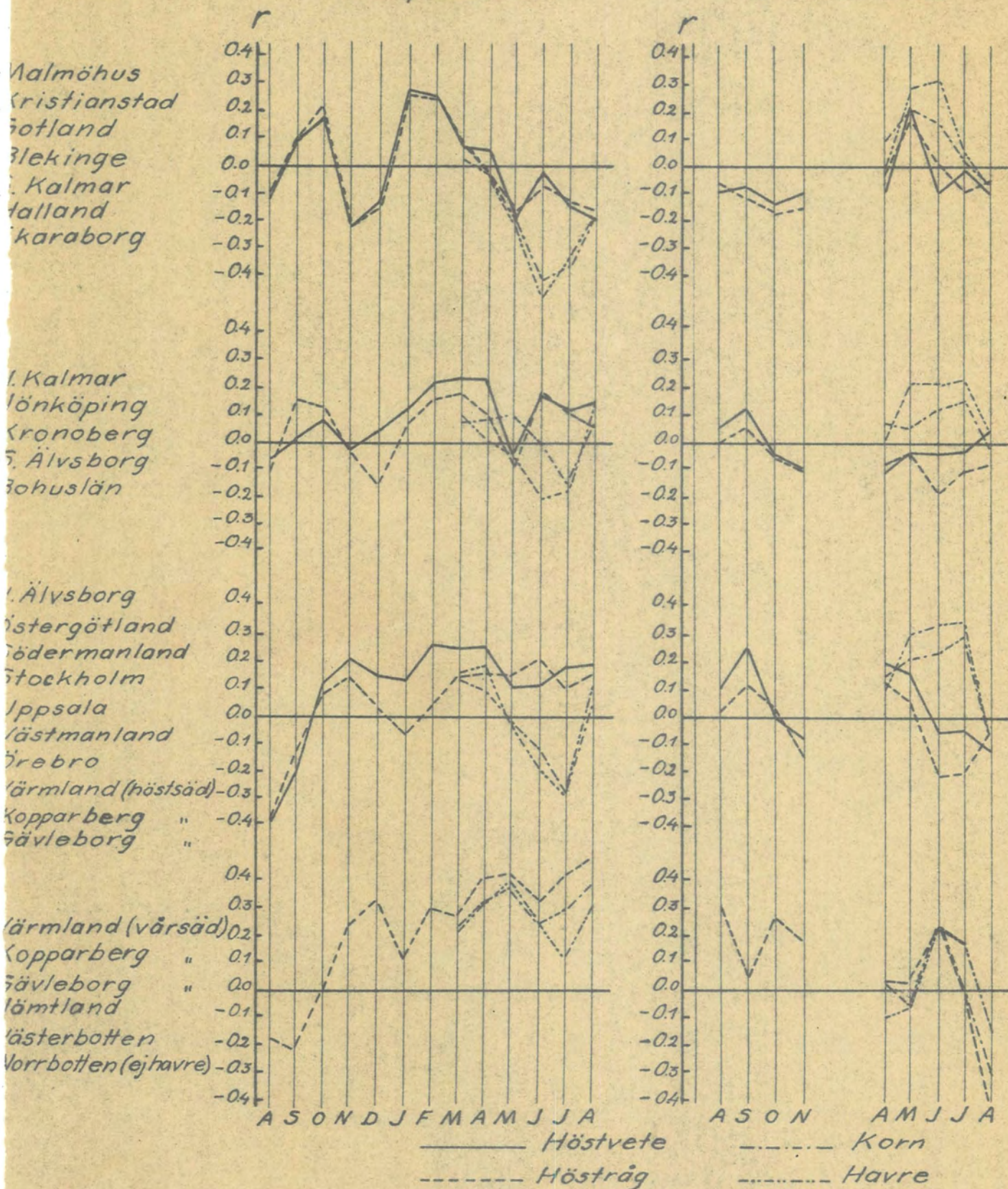


Fig. 4. Korrelation mellan temperaturen resp. nederbörden samt stråsädesskördarna i Sverige under åren 1881-1910. (Efter Wallén 1917.)

1890-1917 (Wallén 1920). Som Wallén förutsett, erhöles därvid avsevärt starkare samband mellan klimatfaktorerna och skördeutbyttet än vid de tidigare undersökningarna rörande hela riket. I nedanstående tabell återges några av de från Svalöv och Ultuna erhållna resultaten.

Lokal och gröda	Klimatfaktor	Period	r
Svalöv, sammetsvete	temp.	aug. - nov.	-0.47
" , "	"	febr.- maj	+0.68
" , "	nederb.	april- maj	-0.37
" , Borevete	temp.	aug. - nov.	-0.41
" , "	"	febr.- juni	+0.67
" , "	nederb.	dec. - jan.	+0.26
" , Grenadiervete	temp.	april- maj	+0.63
Ultuna, sammetsvete	"	sept.- okt.	+0.40
" , Borevete	"	jan. - mars	+0.46
" , "	nederb.	nov. - dec.	-0.59

På grundval av dessa undersökningar drog Wallén bl.a. den slutsatsen, att låg temperatur under aug.-nov. var gynnsamt för höstvetets avkastning, ehuru beträffande Ultuna högre temperatur under sept.-okt. verkade i positiv riktning, varemot hög temperatur under vintern och våren å båda platserna var fördelaktigt. Nederbörden under nov.-dec. skulle enligt dessa undersökningar spela mindre roll vid Svalöv, medan riklig nederbörd under denna tid verkade avgjort ogynnsamt vid Ultuna. Vidare skulle riklig nederbörd under våren och sommaren snarast vara skadlig beträffande veteodlingen vid Svalöv men relativt gynnsam för Ultunas vidkommande.

Vid av Enquist (1929) utförda undersökningar rörande klimatvariationernas inverkan på stråsådesskördarna för rikets samtliga län beträffande perioden 1865-1927, varvid han i likhet med Wallén använde korntalen, konstaterades, att i t.ex. Västerbottens län gav varma somrar goda havreskördar, kalla och korta somrar dålig, medan förhållandet visade sig vara rakt motsatt i sydligaste Sverige. Re-

sultaten peka sålunda i samma riktning som Walléns. Beträffande Östergötland sammanställde Wälstedt (1920) bl.a. nederbörden under maj-aug. med avkastningen av olika vårvete- och havresorter under Sveriges Utsädesförenings filials då 6-åriga verksamhet, och senare har Kerstin Mundt-Petersen (1937) på basis av försöksresultat från Sveriges Utsädesförening samt dess filialer i Linköping och Ultuna undersökt havreskördarnas beroende av klimatfaktorerna. Bl.a. påvisades en korrelation av  $-0.50$  mellan avkastningen vid Svalöv och antalet dagar med en maximitemperatur överstigande  $25^{\circ}$  C, och i anslutning till Enquists undersökningar drager hon den slutsatsen, att i norra Sverige råder en ungefär lika stark positiv korrelation mellan temperatur och skördeavkastning som negativ i södra Sverige. Genom sammanställning av havreskördarna med nederbörden framgick vidare ett påtagligt positivt samband beträffande perioden mellan sådden och vippgången.

I ett arbete av Meyer (1914), som behandlade förhållandet mellan vårsädesskördarnas storlek och klimatet i ett flertal stater i Nordeuropa framhålles bl.a., att nederbörden under maj-juni, mätt i respektive Jönköping, Stockholm och Uppsala, i 31 fall av 47 visade positivt samband med kornskörden i Svealand. Meyer grundade sina undersökningar på den officiella statistiken och använde metoden att för de undersökta faktorerna taga avvikelserna från resp. medeltal som uttryck för sambandet ifråga.

För åren 1910-1921 utfördes av Witte undersökningar rörande de viktigare vallgräsens avkastning vid försök vid Svalöv, bl.a. med hänsyn till nederbördsförhållandena (Witte 1922 a). Undersökningarna omfattade timotej, hundäxing, ängssvingel och knylhavre. I samtliga försök förekom tvååriga vallar. Beträffande nederbördens inverkan framhöll Witte, att det av olika anledningar ej var möjligt att få några fullt jämlöpande kurvor för nederbörd och skörd bl.a. därför att försöken under olika år varit utlagda på något olika jordar och vidare emedan nederbördens fördelning de olika åren spelade en stor roll. Witte ansåg det självklart, att nederbördens starkaste inverkan på skördeutbytet borde vara vid tiden för den livligaste tillväxten, ehuru även nederbörden före denna period kunde vara av betydelse. Det bästa sambandet mellan nederbörd och 1:a skörd erhöles för

tiden 16 april - tidpunkten för skörden, och Witte påpekar i detta sammanhang, att nederbörden under endast en månad före skörden visade otillfredsställande överensstämmelse med skördeutbytet.

Genom sammanställning av nederbörden och försöksresultat av dels svensk senklöver och dels tidig, s.k. schlesisk klöver vid Svalöv under åren 1908-1921, erhöll Witte (1923) likaledes för tiden 16 april till 1:a skörd beträffande båda sorterna mycket tydliga samband. Undersökningarna begränsades dock till 1:a årets vall, då den tidiga klövern till stor del gick ut på vintern. Ävenledes visade en sammanställning av 2:a skörd med nederbörden under tiden från 10 dagar före första skörd till 10 dagar före andra ett tydligt samband, medan Witte framhåller, att den nederbörd, som faller omedelbart före 2:a skörd, torde vara av ganska ringa betydelse för denna.

Vid undersökningar beträffande slåttervallarnas avkastning å vitmossjord åren 1907-1921 vid Svenska Mosskulturföreningens försöksgård Flahult i Jönköpings län konstaterade Witte, att under år med normala väderleksförhållanden under april och maj utövade juninederbörden det påtagligen största inflytandet på höskördens storlek (Witte 1922 b) men framhåller samtidigt, att om den föregående delen av vegetationsperioden varit synnerligen nederbördsfattig, kunde ej en medelmåttig juninederbörd förhindra, att skördeutbytet blir dåligt.

Vid sammanställning av potatisskördarna vid Flahult å dels sandjord och dels vitmossjord med bl.a. nederbörden och medeltemperaturen under juli och augusti, då potatisens utveckling är kraftigast och knölbildningen huvudsakligen äger rum, fann Witte vidare, att på vitmossjorden syntes potatisen vara tämligen oberoende av nederbörden under denna tid, under det att hög temperatur hade gynnsamt inflytande. På sandjorden gjorde sig däremot nederbördens inverkan mera gällande, även om ej sambandet var särskilt påtagligt. Witte påpekar emellertid, att många andra faktorer, icke minst nattfroster och växtsjukdomar, kunde nedsätta potatisskörden, oaktat nederbörden ej var särskilt låg.

Beträffande betesvallarnas avkastning vid Flahult fann Witte (1924) mycket starka korrelationer mellan densamma och nederbörden under vegetationstiden. Wittes undersökningar omfattade åren 1911-1922, vilka av Osvald (1931) fullföljdes för tiden 1911-1930. Av nedanstående sammanställning av de erhållna korrelationerna framgår

resultaten av undersökningarna ifråga.

	1911-1922	1911-1930
$r_{\text{april-juni}}$	$0.95 \pm 0.02$	$0.76 \pm 0.07$
$r_{\text{maj-juni}}$	$0.80 \pm 0.08$	$0.53 \pm 0.17$
$r_{\text{maj-juli}}$	$0.79 \pm 0.08$	$0.68 \pm 0.09$
$r_{\text{maj-augusti}}$	$0.76 \pm 0.09$	$0.61 \pm 0.09$

Som synes utövade vårens nederbörd ett påfallande starkt inflytande på avkastningen, ehuru samtliga anförda korrelationer äro högt signifikanta. De stora korrelationskoefficienterna för perioden 1911-1922 bero dock delvis på att tvenne år, som visat relativt stor avvikelse från medeltalet, icke medtagits vid beräkningen. Då emellertid värdena för dessa år icke voro några extremer, ha de av Osvald medtagits, varemot år 1927 uteslutits, emedan nederbörden detta år var så extremt hög, att vattnet gjorde mera skada än nytta, varför Osvald ej ansåg det vara rätt att medtaga ett dylikt år vid undersökningar rörande nederbördens inflytande på betesvallarnas avkastning under något så när normala förhållanden.

För tvenne egendomar i Örebro län utfördes av Flodkvist (1927, 1941) undersökningar rörande nederbördens inverkan på avkastningen av vall, rotfrukter och havre under åren 1902-1923. Flodkvist framhåller, att ehuru en mängd andra faktorer inverkat, erhöles relativt god överensstämmelse mellan nederbörden och skördeavkastningen, framförallt mellan vallskördarna och nederbörden under maj-juni.

Beträffande rotfruktsodlingen fann Sundelin (1923) genom att sammanställa resultat från rotfruktsförsök vid Sveriges Utsädesförening åren 1907-1920 med nederbörden, att de högsta rotfruktsskördarna som regel erhöles under medelmåttigt varma samt nederbördsrika år med en nederbörd under vegetationsperioden (april-oktober) av omkring 400 mm. De lägsta skördarna erhöles antingen under torra år med en nederbörd under nämnda tid understigande 250 mm eller också under utpräglat kalla år.

Högberg (1926) undersökte sambandet mellan klimatfaktorerna och sockerbetskördarna för ett antal socknar företrädesvis i Skåne och på Gotland. Vid undersökningen användes 60-dygnsperioder med 20 dygns förskjutning mellan varje: 1 april - 30 maj, 20 april - 9 juni ..... 30 juli - 27 sept., sålunda tillsammans 7 perioder. Härvid uträkna-

des nettokorrelationen mellan skördeavkastningen samt temperaturen resp. nederbörden för varje period, varjämte motsvarande multipla regression beräknades. Av resultaten framgick, att en för ringa vårnederbörd med avseende på sockerbetsodlingen för Skånes vidkommande hörde till undantagen, i det att för flertalet platser erhöles negativ korrelation mellan skörden samt vårens och sommarens nederbörd. Däremot erhöles Högberg mera allmänt en positiv korrelation mellan skörden och nederbörden under aug. - sept. Beträffande Gotland (Roma) blevo samtliga korrelationer mellan nederbörd och skörd positiva men övervägande negativa mellan temperatur och skörd, vilket är ett belegg för det kända faktum, att nederbörden på Gotland i allmänhet är i underkant ur växtodlingssynpunkt. Detta understrykes f.ö. ytterligare av förf. egna i det följande anförda undersökningar.

En något annorlunda ståndpunkt intager Cederborg (1935), som är av den uppfattningen, att beträffande sockerbetsodlingen i trakten av Lund är nederbörden under maj och juni av avgörande betydelse för skördeutbytet. Cederborg framhåller, att för förebyggande av skada genom torcka under maj-juni bör man så betfröet så tidigt som möjligt samt använda sådana jordbearbetningsmetoder, att vårmusten bevaras i största möjliga utsträckning samt tänkte sig även möjligheten att genom konstbevattning ge betorna den för övrigt ganska ringa nederbörd de behöva under sin första utveckling. Om betorna blott blivit väl rotade på våren, ansåg Cederborg dem kunna tåla ganska kraftig torcka utan att taga någon större skada. I denna trakt hade det överhuvudtaget ej förekommit något år, då torcka efter juni månad orsakat någon påvisbar skördeminskning. Däremot fann Cederborg ett mycket gott samband mellan sockerbetsskördarna och medeltemperaturen under maj-juli samt oktober. Särskilt beträffande oktober månad var sambandet mycket påtagligt, enär skördekurvan och temperaturkurvan för denna månad ganska väl sammanföll.

Rörande försök med rotfrukter vid Norges lantbrukshögskola framhåller Vik (1914 a), att foderbëtor och sockerbëtor givit full skörd först vid en nederbörd under juni-juli av omkring 125 mm samt att nederbördsbehovet under aug.-sept. var betydande. En ökning av skördeavkastningen med nederbörden under aug.-sept. upp till 200 à 250 mm kun-

de konstateras, medan större nederbördsmängder däremot ej ytterligare ökat utan snarare minskat utbytet. Likaså syntes nederbördsmängder överstigande 200 mm under juni-juli verka nedsättande på skördeavkastningen. Beträffande försök med potatis därstädes framhåller Vik (1914 b), att dennas vattenbehov var relativt litet. Tydlig inverkan av för ringa nederbörd hade som regel gjort sig gällande först vid en nederbörd  $< 50$  mm under maj-juni,  $< 100-125$  mm i juli-aug. eller  $< 180$  mm för hela vegetationsperioden.

I Danmark ha åtskilliga undersökningar utförts rörande sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeutbytet. Sålunda fann Nielsen (1908), att skörden från klöver- och gräsvallar till övervägande del betingades av nederbörden jan.-juni och att den under den sista delen av denna period fallna nederbörden därvid sannolikt utövade största inflyttandet. Nielsen och Lindhard framhålla vidare, att klöver och gräs komplettera varandra i en vall och att blandat bestånd därför ger säkrare utbyte än renbestånd genom att grässkörden främst sammanhänger med nederbörden under vegetationsperioden, medan baljväxterna äro mera beroende av temperaturen (Nielsen och Lindhard 1909, Lindhard 1917).

Vid undersökningar angående klimatfaktorernas inverkan på avkastningen av korn fann Mortensen (1909) genom att sammanställa resultaten från 21 års danska sortförsök, att kärnskörden mest berodde på nederbörden under maj månad, medan utslaget var mindre för juni- och ej påvisbart för julinederbörden. Vidare fann han, att kärnskörden blev störst, då medeltemperaturen under maj-juli var låg.

Genom likartade undersökningar rörande rotfrukter konstaterade Helweg (1912, 1917) att svala somrar med riklig nederbörd i allmänhet var gynnsammare för avkastningen än varma somrar med ringa nederbörd. Såväl Mortensen som Helweg genomförde sina undersökningar genom att uppdelat materialet i grupper efter stigande nederbörd, respektive temperatur.

På senare tid har Prytz i ett flertal arbeten avhandlat sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeutbytet och därvid speciellt gått in på frågan om de lämpligaste metoderna för att komma åt detta samband (Prytz 1930, 1938 a och b). Prytz framhåller korrelationsmetoden som ett värdefullt medel vid den statistiska behandlingen av dylikt material men föreslår även som räknemetod Frischs konfluensanalys, då två eller flera klimatfaktorers inverkan på skördeutbytet



skola undersökas. Medelst konfluensanalysen (Frisch 1934) erhålles en avskiljning för varje särskild klimatfaktor beträffande systematiska och tillfälliga variationer. Metoden förutsätter dock lineärt samband mellan de olika faktorerna.

Genom statistisk bearbetning av material från danska försök har Prytz (1935) erhållit matematiskt definierade uttryck för sambandet mellan nederbörd, temperatur och skördeutbyte. Sålunda erhöles för åren 1910-1917 beträffande avkastningen från vissa vallförsök en regressionsekvation

$$y = 78 + 10.0 (x - 3.7) + 5.13 (z - 11.1)$$

där  $y$  anger höskörd i dt/ha,  $x$  nederbörden i cm i april och  $z$  temperaturen i  $C^{\circ}$  under maj. I detta fall erhöles sålunda positivt samband mellan båda klimatfaktorerna och avkastningen. För korn däremot fick Prytz ett resultat i annan riktning:

$$y = 39.9 - 2.30 (x - 3.1) - 2.54 (z - 16.6)$$

där  $y$  och  $x$  ha samma betydelse som ovan, medan  $z$  anger temperaturen i juli-aug.

Beträffande potatisskördarna har Prytz (1936) undersökt klimatfaktorernas inverkan på avkastningen vid Askovs försöksstation 1907-1922 och fann för såväl stallgödslade som konstgödslade försöksmoment ett negativt samband mellan skördeutbytet och juninederbörden. Prytz framhåller, att detta syntes strida mot vid Blangsted utförda bevattningsförsök med potatis, vilka givit positivt utslag, men påpekar samtidigt, att medelnederbörden vid Blangsted under juni var 3.8 cm (plus bevattning 6.4 cm) medan den vid Askov var i genomsnitt 6.6 cm.

Vid Nordisk Jordbruksforsknings kongress i Köpenhamn 1935 tillsatte styrelsen för sektionen för kulturteknik i och för utredning av aktuella lantbruksmeteorologiska frågor ett utskott, bestående av representanter för de fyra nordiska länderna med ingenjörkaptajn Prytz, Danmark, som ordförande. Utskottet utsände i början av 1936 en cirkulärskrivelse dels till de fyra nordiska ländernas meteorologiska centralanstalter och dels till en del andra på området verk samma institutioner med anhållan om bidrag för främjande av undersökningar rörande sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeav-

kastningen (Prytz 1938 c). Mycket välvilligt hållna svarsskrivelser inkommo på denna rundskrivelse, bl.a. från Norge, varvid framhölls, att en del undersökningar utförts rörande sädeslagens värmebehov samt de faktorer, som verkade modifierande på detta (Foss 1938), men att sammanställningar av meteorologiska data med skördarna dock ej så mycket förekommit, bl.a. beroende på att de meteorologiska stationerna i Norge voro för fåtaliga.

Ifrågavarande utskott har vid olika tillfällen samarbetat med den inom sektionen för kulturteknik tillsatta kommittén för dräneringsförsök i de nordiska länderna. Sålunda ha vid möten i Stockholm 1937 och 1938 frågor av gemensamt intresse diskuterats, bl.a. frågan om utarbetande av nordiska lantbruksmeteorologiska litteraturöversikter. En dylik översikt har i anslutning därtill utarbetats av Prytz (1939).

Som ett led i de av lantbruksmeteorologiska utskottet planerade arbetena har Kristensen (1937, 1941) publicerat en del undersökningar vid Askovs försöksstation rörande sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeutbytet. Undersökningarna omfattade försöksresultat från såväl lerjord som sandjord för en tid av c:a 30 år. Kristensens metodik avvek från i det föregående anförda undersökningar genom att han först korrelerade klimatfaktorerna med skörden för varje månad, för vallskördarna med tiden april-juni, för havre april-juli, för råg sept.-nov. och april-juli, för foderbetor april-sept. samt för potatis april-aug., varefter de olika månaderna gavs olika vikt, vald med hänsyn till de erhållna korrelationskoefficienternas storlek. Beträffande vallskördarna gavs exempelvis maj dubbel vikt mot juni; nederbörden under maj-juni sattes således enligt dessa beräkningsgrunder till  $(\text{maj} \times 2 + \text{juni}) : 3$ , för råg användes reduktionsformeln  $(\text{maj} \times 2 + \text{juni} + \text{juli}) : 4$  o.s.v.

Med användning av dessa beräknade nederbördsmängder kom Kristensen till det resultatet, att genomsnittsklimatet i Danmark var för torrt för vallodlingen, ehuru baljväxterna visade sig mera motståndskraftiga mot torra än gräsen. Även havren visade sig tacksam för större nederbördsmängder än de normala, medan rågen syntes förhålla sig ganska indifferent med avseende på sommarens nederbörd. För foderbetor ansåg Kristensen att klimatet genomgående varit för

fuktigt, särskilt beträffande lerjorden, där skörden visade en avtagande tendens med ökad nederbörd. Likaså hade de största nederbördsmängderna visat sig verka nedsättande på potatisskördarnas storlek.

De av Kristensen utförda undersökningarna omfattade tre olika gödslingsmoment: ogödslat, stallgödslat och konstgödslat. Av de erhållna resultaten framgick särskilt beträffande vallskördarna en viss samspelseffekt mellan gödsling och nederbörd, vilket Kristensen anser bero på att stora grödor ställa det största kravet på vattentillgången och därför bättre kunna utnyttja rikligare nederbörd än ogödslade eller svagt gödslade och därför mindre givande grödor. Detta i och för sig ganska naturliga förhållande är givetvis att taga fasta på icke minst vid bevattning av åkerjord, då det gäller att tillse, att de olika växtfaktorerna så långt möjligt förekomma i optimal eller i varje fall för bästa möjliga ekonomiska utnyttjande av desamma lämplig mängd.

### III. E g n a u n d e r s ö k n i n g a r.

#### A. Använt material.

Vid de i det föregående refererade undersökningarna har det använda materialet varit av ganska olikartad beskaffenhet, varför det är naturligt, att de erhållna resultaten ävenledes blivit mer eller mindre olika. För det praktiska värdet av dylika undersökningar är det givetvis av avgörande betydelse att det material de grundas på är så tillförlitligt och representativt som möjligt.

Såsom underlag för de egna undersökningarna angående sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning övervägdes flera olika möjligheter. Det första alternativet var att använda skörderesultat från den lokala gödslingsförsöksverksamheten. Genom att begränsa undersökningen till fullgödsbat moment skulle säkerhet erhållas för att näringsfaktorn vore tillgodosedd och sålunda förefintliga skördevariationer bero på andra orsaker. Vidare skulle kontrollerade skördesiffror därigenom kunna läggas till grund för undersökningarna, vilka med fördel skulle kunna utsträckas till att omfatta större delen av landet. Å andra sidan visade det sig emellertid, att alltför många osäkerhetsmoment skulle införas i undersökningarna genom att basera dessa på de lokala gödslingsförsöken. Genom att dessa försök ej äro fasta utan förläggas än till den ena och än till den andra egendomen, ligger det i sakens natur, att såväl jordart och bonitet som försöksplatsens topografiska beskaffenhet etc. kan växla avsevärt från år till år. Även om medeltalet tages för ett relativt stort antal försök inom exempelvis ett län, måste bortsett från klimatfaktorernas inverkan skördevariationerna bli betydande. Därtill kommer, att tillgängliga nederbördsobservationer ej alltid voro representativa för respektive försöksplatser. En förberedande undersökning med ifrågavarande material visade också, att de båda faktorerna ne-

derbörd och skördeavkastning varierade fullkomligt regellöst, varför några tillförlitliga resultat härvid ej kunde förväntas.

Ett andra alternativ var att såsom tidigare varit fallet vid såväl i vårt land (Wallén bl.a.) som ett flertal i utlandet verkställda undersökningar använda den officiella skördestatistiken. Även detta har både fördelar och nackdelar. En fördel är att man får ett stort material att grunda undersökningarna på, vilket medför, att hektarskördarna för exempelvis ett härad äro i viss mån utjämnade för tillfälliga och rent lokala variationer, som kunna bero på helt andra orsaker än väderleksförhållandena. Men i gengäld är materialet som underlag för ett studium av ifrågavarande art även behäftat med vissa brister. Som bekant utgöres primärmaterialet för skördestatistiken av uppskattade värden, varför dessas tillförlitlighet i hög grad beror på vederbörande uppgiftslämnares omdöme. Vid jämförelse av skördeuppgifter för några olika socknar framgår också ganska snart, att förefintliga variationer delvis måste tillskrivas själva undersökningsmetodiken.

En tredje möjlighet var att använda försöksresultat från fasta försöksstationer. Tidigare undersökningar rörande sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeutbytet ha i stor utsträckning grundats på dylika försöksresultat, vilka helt naturligt äro mycket väl användbara för ändamålet ifråga. Det visade sig dock vara förenat med svårigheter att från olika platser och för olika växtslag kunna åvägbringa erforderligt primärmaterial härutinnan, varför förf. i föreliggande arbete måste avstå från att grunda undersökningarna på dylikt material.

En ytterligare möjlighet var att basera undersökningarna på skörderesultat från enskilda egendomar, där noggranna avkastningsuppgifter föreligga sedan en längre tid tillbaka. Denna metod har som i det föregående nämnts ofta använts särskilt i Tyskland, och bl.a. framhåller Gösele (1930), att det ur vetenskaplig synpunkt är en stor fördel att kunna bygga undersökningar av ifrågavarande slag på kontrollerade skördeuppgifter från enskilda brukningsdelar. Däremot anser t.ex. Brouwer (1926 a), att sambandet mellan klimatfaktorerna och skördeutbytet helst bör undersökas på basis av ett mindre, begränsat område, alltså ett försöksfält e.d.

Ehuru det givetvis ej medelst användning av skörderesultat från en enskild brukningsdel går att få fram ett renodlat samband mellan nederbörd och skördeavkastning, torde dock ett dylikt material vara mycket lämpligt i berörda avseende. Undersökningarna komma då å ena sidan att begränsas till ett så pass litet område, att vid gården eller i dennas närhet verkställda nederbördsmätningar utan vidare äro representativa för området i dess helhet, medan å andra sidan arealen av olika växtslag är så stor, att en viss utjämning för rent tillfälliga variationer föreligger, exempelvis på grund av åverkan eller mekanisk skadegörelse av ett eller annat slag. Däremot tillåter icke ett dylikt material någon närmare undersökning angående s.k. kritiska perioder, emedan därför kräves bestämda uppgifter rörande tidpunkten för sådd, uppkomst, blomning etc., vilka icke alltid äro för handen. Vid en större egendom tager det vidare viss tid, innan sådden av det ena eller andra växtslaget är avslutad, och i så fall blir givetvis ej heller grödans utveckling fullt enhetlig utan kan å ett skifte hunnit längre än å ett annat senare besått skifte. Därjämte kan man ej bortse från det faktum, att då jordart och bonitet förete mera avsevärda växlingar mellan de olika skiftena å en egendom och emedan cirkulationsbruk numera så gott som undantagslöst bedrivs, skörderesultatet för olika år härigenom komma att mer eller mindre starkt påverkas. I den mån antalet skiften å egendomen är så stort, att flera av dessa bära samma gröda eller om jordartsförhållandena äro tämligen enhetliga, kommer dock därmed viss utjämning för ifrågavarande skördevariationer att erhållas.

På grund av vad här anförts, ha föreliggande undersökningar grundats på skörderesultat från enskilda brukningsdelar. Då en undersökning beträffande hela landet med nödvändighet måste bli mycket omfattande, har i detta arbete blott ett mindre antal egendomar beläggna i södra och mellersta Sverige blivit föremål för undersökning. Det ansågs därvid fördelaktigt att använda skördedata från skoljordbruken vid lantbruksskolorna, dels emedan uppgifter härutinnan i ett flertal fall föreligga sedan ganska lång tid tillbaka och dels emedan nederbördsmätningar vanligen verkställts vid skolorna. Skördeuppgifter ha inhämtats från skoljordbruken vid följande lantbruksskolor: 1) Alnarp i Malmöhus län, 2) Bollerup i Kristianstads län, 3) Bjär-

ka-Säby i Östergötlands län, 4) Ulvhäll i Södermanlands län, 5) Ulltuna i Uppsala län, 6) Klagstorp i Skaraborgs län, 7) Varnäs i Värmlands län samt 8) Vassbo i Kopparbergs län. Uppgifterna ha för en del skoljordbruk erhållits ur vederbörande skolors publicerade årsredogörelser men i flertalet fall vid genomgång av i Kungl. Lantbruksstyrelsens arkiv befintliga verksamhetsberättelser. Undersökningarna ha för varje egendom så vitt möjligt omfattat stråsåd, potatis, rotfrukter och vall.

För att beträffande de olika egendomarna få i möjligaste mån jämförbara värden rörande sambandet mellan de båda undersökta faktorerna ha undersökningarna å de olika platserna omfattat en och samma tidsperiod. Härvid har valts 40-årsperioden 1901-1940, varvid ett för en statistisk bearbetning av ifrågavarande slag tillräckligt stort material ansågs böra erhållas. Det har dock icke varit möjligt att för samtliga undersökta grödor och egendomar erhålla data för hela 40-årsperioden, beroende dels på att vissa år skörden av det ena eller andra växtslaget i verksamhetsberättelserna icke angivits och dels på att vederbörande lantbruksskola trätt i verksamhet först vid en något senare tidpunkt. Förhållandena härutinnan framgå närmare av den följande framställningen.

De angivna egendomarna äro belägna på skilda platser i södra och mellersta Sverige och därigenom i viss mån även representerande olika klimattyper. Den anmärkningen kan omedelbart göras, att antalet egendomar är för fåtaligt för att några mera bestämda slutsatser skola kunna dragas av de erhållna resultaten. Föreliggande undersökningar göra emellertid ej anspråk på att vara någon fullständig utredning av frågan om sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning utan äro närmast av preliminär art och må som sådana blott betraktas som ett bidrag till att belysa denna för växtodlingen i vårt land betydelsefulla fråga.

Uppgifter om nederbörden vid de undersökta platserna har erhållits ur Hydrografiska Byråns, Meteorologiska Centralanstaltens resp. Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalts årsböcker samt direkt ur tillgängligt primärmaterial. Därjämte ha vissa icke publicerade nederbördsuppgifter inhämtats genom arkivstudier vid Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt. Så långt detta varit möjligt, ha vid respektive egendomar verkställda nederbördsmätningar

lagts till grund för undersökningarna, i övrigt ha dessa baserats på nederbördsuppgifter från närmast belägna nederbördsstation.

### B. Använd undersökningsmetodik.

Föreliggande undersökningar ha begränsats till att behandla nederbördens inverkan på skördeutbytet, alltså den ur agronomisk-hydroteknisk synpunkt viktigaste klimatfaktorn. Däremot har här icke inverkan av sådana meteorologiska faktorer som temperatur, insolation, frost o.s.v. varit föremål för undersökning.

Å ena sidan är det visserligen klart, att beträffande dessa senare faktorer jordbrukaren åtminstone då det gäller odling i fältmässig skala sällan har någon möjlighet att göra något åt desamma, medan med avseende på vattenfaktorn förhållandena ligga något annorlunda till. Genom rationell avdikning och dränering av åkerjorden kan han sålunda befria denna från skadligt överskott av vatten, och genom på senare tid konstruerade maskindrivna apparater för fältmässig bevattning av åkerjord har han möjlighet att, låt vara i begränsad omfattning, under perioder av för ringa nederbörd tillföra jorden vatten, m.a.o. möjlighet föreligger att åstadkomma en verklig reglering av markfuktigheten till växtodlingens gagn.

Å andra sidan ligger det emellertid i sakens natur, att det samband, som erhålles genom undersökningar rörande enbart nederbördsfaktorns inflytande på skördeutbytet, blott är ett bruttosamband, i det att häri även ingår inverkan av en del andra klimatfaktorer. Då man exempelvis korrelerar nederbörden med skördeavkastningen, får man givetvis med alla övriga faktorer, som äro korrelerade med nederbörden. Att därvid kunna tolka de erhållna resultaten och avgöra, hur stor andel den undersökta faktorn verkligen har i desamma är givetvis ganska vanskligt. "You can prove anything by statistics, is a common gibe. Its contrary is more nearly true — you can never prove anything by statistics. The statistician is dealing with most complex cases of multiple causation. He may show that the facts are in accordance with this hypothesis or that. But is is



quite another thing to show that all other possible hypothesis are excluded, and that the facts do not admit other interpretation than the particular one he may have in mind" (Youle 1911, p. 4).

Då klimatfaktorerna dessutom ofta variera starkt från år till år, uppkomma på grund härav olika kombinerade effekter (Vaughan 1920), vilket ytterligare komplicerar det hela. Vid undersökningar av ifrågavarande slag har därför föreslagits att i stället för en enskild klimatfaktor räkna med högtrycken såsom varande en lämpligare storhet, då dessa i sig inrymma ett flertal dylika faktorer (H. Schulze 1929).

Ur agronomisk-hydroteknisk synpunkt vore det givetvis värdefullt, om en undersökning rörande det renodlade sambandet, nettosambandet, mellan nederbörden och skördeavkastningen kunde genomföras, d.v.s. med eliminering av övriga meteorologiska faktorerers inverkan, då en sådan undersökning skulle vara bäst ägnad att ge upplysning om hurvida åtgärder från jordbrukarens sida att öka nederbördsfaktorn komma att verka i någon högre grad produktionsfrämjande eller ej. Ett dylikt samband erhålles visserligen genom beräkning av den multipla regressionen mellan samtliga klimatfaktorer som oberoende variabler och skördeavkastningen som den beroende, alltså enligt den metod, som bl.a. Hooker (1907), Högberg (1926), och Prytz (1938) använt. Av orsaker, som närmare diskuteras här nedan, har emellertid förf. i föreliggande arbete avstått från att söka genomföra en undersökning efter dylika linjer utan har begränsat detta till att omfatta bruttosambandet mellan nederbörden och skördeutbytet. Därigenom kan visserligen det ändamål, som undersökningarna med hänsyn till det praktiska jordbruket ytterst avsett att tjäna, nämligen att genom fastställande av de för olika grödor under vissa tider lämpligaste nederbördsmängderna och med dessa ställda i relation till nederbördsförhållandena å de olika platserna utreda frågan om bevattning av åkerjord som produktionsfrämjande faktor, endast delvis sägas ha nåtts. Förf. hoppas dock att undersökningarna inom sin begränsade ram torde vara ägnade att belysa denna betydelsefulla fråga, ävensom att i ett följande arbete få tillfälle att återkomma härtill.

De i det föregående anförda undersökningarna rörande klimatfaktorernas inverkan på skördeavkastningen förete som synes en provkarta på en mängd olika metoder, från de enklaste jämförande metoder till

statistiska undersökningar av ganska komplicerad art. Vilken av dessa metoder, som bör anses äga företräde, är knappast möjligt att avgöra och dessutom ej heller nödvändigt att taga ställning till; det väsentliga vid undersökningar av ifrågavarande slag är icke i första hand att en fulländad statistisk bearbetningsmetod användes utan fastmer att den använda metoden så väl som möjligt anpassats efter det föreliggande materialets beskaffenhet. Om detta icke tillräckligt beaktas, är det givetvis ej heller ägnat att förvåna, att de erhållna resultaten kunna bli mer eller mindre verklighetsfrämmande.

Ehuru rent jämförande metoder vanligen ej möjliggöra någon god överblick av sambandet mellan de undersökta faktorerna och statistiska bearbetningsmetoder av denna anledning torde vara att föredraga, bör det dock framhållas, att risken för att felaktiga slutsatser skola dragas ur de erhållna resultaten icke bör underskattas, då det gäller ett så komplicerat problem som sambandet mellan en klimatkfaktor och skördeutbytet, detta icke minst beroende på att som ovan framhållits multipla kausalitetssamband härvid vanligen föreligga. Genom att utan vidare sammanställa givna nederbörds- och skördedata i en korrelationstabell kan man sålunda icke alltid påräkna att erhålla det mest representativa uttrycket för sambandet ifråga.

Beträffande den i föreliggande arbete använda metoden för undersökning av sambandet mellan nederbörden och skördeutbytet skiljer den sig principiellt från metodiken vid tidigare utförda undersökningar på området. Det torde därför vara motiverat att först något diskutera densamma i anslutning till tidigare använda undersökningsmetoder.

Vid en del av dessa tidigare undersökningar upprättades blott tidsdiagram, och ur de erhållna kurvorna för klimatkfaktorernas och skördeavkastningens variation avlästes eventuellt samband direkt ur diagrammen. Ehuru enkel kan denna metod mycket väl försvaras, då den i varje fall icke kan ge anledning till mera väsentliga felslut. Vid ett stort antal undersökningar ha mellertid statistiska metoder av olika slag använts: korrelationsräkning, rangordningsmetoden, konfluensanalys m.fl. Därvid har, som av föregående avsnitt framgår, stundom ett positivt samband mellan nederbörden under en

viss period och skördeutbytet erhållits, ofta har det blivit mycket svagt och osäkert och ibland klart negativt. I stort sett torde man visserligen kunna säga, att resultaten vid de olika undersökningarna varit riktiga men att samtidigt de därav dragna slutsatserna i många fall varit felaktiga. De nämnda metoderna förutsätta nämligen lineärt samband mellan de undersökta faktorerna, ehuru det är ett känt faktum, att några rätliniga samband sällan förekomma mellan en växtfaktor och skördeutbytet; bl.a. Mitscherlichkurvan ger ju uttryck åt en motsatt uppfattning.

Det torde ej råda något tvivel om, att den klassiska uppfattningen om kurvlineärt samband mellan vattenfaktorn och skördeavkastningen med en mer eller mindre markerad optimipunkt väsentligt bättre överensstämmer med verkliga förhållandet. Förf. har därför vid föreliggande undersökningar frångått den vid de talrika tidigare undersökningarna på området praktiskt taget undantagslöst tillämpade principen att förutsätta, att sambandet mellan de ifrågavarande faktorerna måste vara lineärt. I stället har förf. med utgångspunkt från att sambandet åtminstone i många fall kan vara av kurvlineär form förutsättningslöst utfört undersökningarna i anslutning härtill.

Under förutsättning att sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning är en kurva av det utseende, som schematiskt angivits i fig. 5, äro de vid tidigare undersökningar erhållna högst varierande resultaten ganska lätta att förstå. Då sålunda vid en undersökning nederbörden hållit sig mellan gränserna a och b, alltså på den uppåtstigande delen av kurvan, har ett positivt rätlinigt samband erhållits, medan detta inom den fallande delen på kurvan b - c blivit negativt. När nederbörden varierat inom t.ex. området  $b_1 - b_2$ , har blott konstaterats, att något samband icke förefunnits eller i varje fall att nederbördens inverkan på skördeavkastningen varit mycket vag.

Det torde vara överflödigt att påpeka, att om ett samband icke förlöper rätlinigt, är det givetvis icke heller berättigat att medelst användning av metoder som förutsätta lineärt samband draga några bestämda slutsatser. Inom vissa och för övrigt ganska snäva gränser torde visserligen sambandet mellan nederbörd och skördeav-

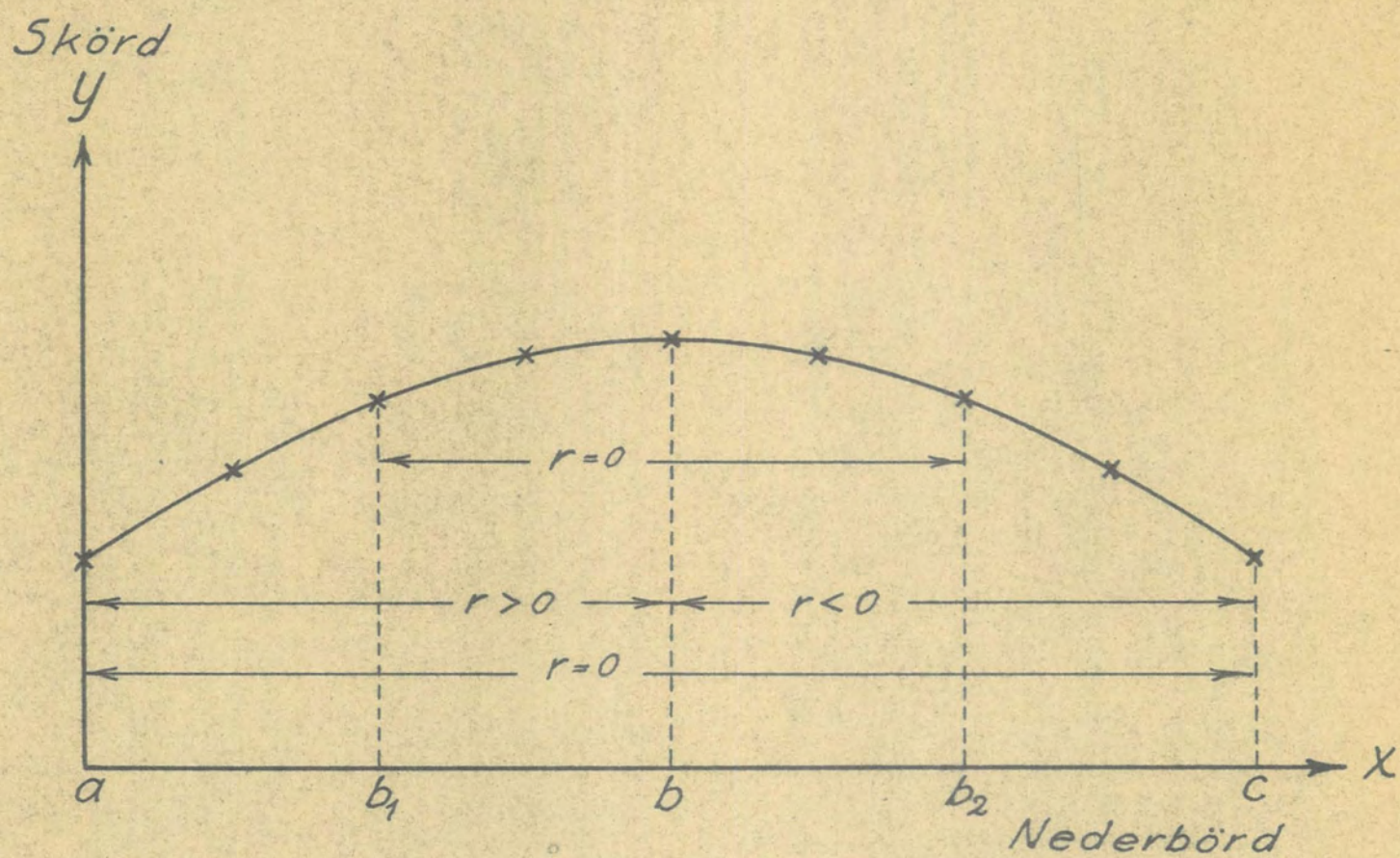


Fig. 5. Schematisk bild av sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning. Jfr texten!

kastning kunna betraktas som rätlinigt, men så snart nederbörden företer större variationer, vilket ju vanligen också är fallet, håller detta som regel ej längre streck. Såsom ett exempel på vilka svårigheter det stundom kunnat vålla att medelst rätlinigt samband tolka nederbördens inverkan på skördeutbytet kan anföras, att Geddes (1922) vid undersökningar i Skottland beträffande åren 1885-1919 visserligen erhöll positiv korrelation mellan vallskörden och nederbörden under sommarmånaderna, men då sommaren 1916 var mycket nederbördsrik men det oaktat skörden i allmänhet blev relativt dålig, såg han sig föranlåten att utesluta detta år såsom varande onormalt. Likaså ansåg Osvald (1931) vid undersökningar härutinnan av samma anledning viss beskärning av materialet påkallad, såsom tidigare nämnts.

I föreliggande undersökningar har sambandet mellan nederbörd och skördeutbyte beräknats genom utjämning av de givna data enligt minsta kvadratmetoden medelst kurvan

$$y = a + bx + cx^2,$$

sålades medelst en parabel. Det må dock här uttryckligen framhållas, att därmed ingalunda har påståtts, att förloppet i verkligheten följer denna kurva. Det har blott visat sig, att om sambandet beräknas enligt densamma, har överensstämmelsen mellan givna och beräknade skördedata i allmänhet blivit god, varför sålunda kurvan måste betraktas som relativt väl anpassad efter materialets beskaffenhet. Det är mycket troligt, att kurvor av högre grad skulle kunna uttrycka sambandet bättre, men samtidigt komme givetvis också undersökningarna att bli avsevärt mera arbetskrävande.

Den använda metoden har emellertid i jämförelse med de tidigare använda metoderna såväl fördelar som nackdelar. Å ena sidan får man visserligen en uppfattning om huruvida sambandet varit lineärt eller ej och i senare fallet ett mått på avvikelser från den räta linjen och samtidigt även ett matematiskt definierat uttryck för optipunktens läge. Men å andra sidan ha föreliggande preliminära undersökningar ur arbetssynpunkt måst begränsas till att omfatta blott en oberoende variabel, nämligen nederbörden under en viss begränsad del av vegetationsperioden. Såsom Baumann

(1938) mycket riktigt framhåller, kan man icke utan vidare taga ut en viss tid för undersökning angående sambandet mellan en klimatfaktor och skördeutbytet, då även tiden före och efter denna spelar in. Vid beräkning av sambandet medelst en ekvation av typen

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \dots$$

där  $x_1, x_2, x_3$  etc. äro oberoende faktorer, t.ex. nederbörden under olika delar av vegetationsperioden, erhålles visserligen ett samlat uttryck för skördens beroende av dessa olika faktorer. En dylik regressionsekvation har tidigare i vissa fall kommit till användning vid undersökningar på ifrågavarande område. Sambandet blir emellertid i detta fall för samtliga faktorer lineärt. Under förutsättning, att sambandet kan uttryckas medelst en andragradsfunktion, får ekvationen formen

$$y = a + b_1 x_1 + c_1 x_1^2 + b_2 x_2 + c_2 x_2^2 + b_3 x_3 + c_3 x_3^2 + \dots$$

Beträffande en dylik kurva framhåller dock Ezekiel (1930), att den blir ganska stel, varför han i stället rekommenderar användning av en motsvarande kubisk funktion

$$y = a + b_1 x_1 + c_1 x_1^2 + d_1 x_1^3 + b_2 x_2 + c_2 x_2^2 + d_2 x_2^3 + \dots$$

vilken emellertid såsom utan vidare inses skulle bli oerhört arbetskrävande att handskas med och därför i föreliggande arbete lämnats helt därhän.

Även om som Ezekiel framhåller den multipla regressionen uttryckt medelst en andragradsfunktion icke är helt idealisk, torde dock medelst ett dylikt uttryck det invecklade samspillet mellan de olika klimatfaktorerna och deras ömsesidiga inverkan på skördeutbytet ganska väl kunna tolkas. Ju flera faktorer, d.v.s. oberoende variabler, som medtagas i regressionsekvationen, exempelvis temperaturen, resp. nederbörden under olika delar av året, desto bättre bör man givetvis få nettosambandet mellan den enskilda klimatfaktorn under en viss given tid och skördeutbytet definierat, men desto mera omfattande och arbetskrävande måste därvid undersökningarna med nödvändighet bli. Att blott medtaga en oberoende variabel — nederbörden under en viss begränsad del av vegetations-

perioden — och därmed få fram ett bruttosamband mellan denna och den beroende variabeln — skördeavkastningen — innebär givetvis en ganska grov approximation. Såsom en första orientering på den här inslagna vägen torde den emellertid vara motiverad, då en dylik undersökning dock, såsom av det följande framgår, torde få betraktas som mera ändamålsenlig än de hittills använda undersökningsmetoderna på området. I ett följande arbete hoppas emellertid förf. få tillfälle att utvidga undersökningarna i ovan antydd riktning och därvid kunna genomföra en mera allsidig utredning rörande de i vårt land med hänsyn till växtodlingen rådande klimatiska förhållandena och i sista hand i vad mån bevattning inom jordbruket kan förväntas medföra någon mera väsentlig höjning av de olika åkerkulturväxternas avkastning.

Eftersom den använda metoden i föreliggande fall måst inskränkas till att omfatta en viss begränsad del av vegetationsperioden, är det givetvis ur praktisk synpunkt av så mycket större vikt, att det tidsavsnitt blivit undersökt, som ur nederbördssynpunkt har störst betydelse för skördeavkastningen. I vissa tidigare undersökningar har detta bestämts genom korrelationsräkning, varvid den **period**, som visat starkast korrelation, även ansetts vara mest betydelsefull (ex. Kristensen 1937, 1941). Men det är icke säkert, att man därigenom alltid kommer sanningen närmast. Antag att sambandet mellan exempelvis nederbörden under maj och havreskörden är av det starkt idealiserade utseende fig. 5 visar, vilken kurva utgöres av en parabel. Om nederbörden då varierat mellan gränserna  $a$  och  $b$  ger korrelationsräkning till resultat, att  $r = 0$ , således att skördeavkastningen under denna tid varierat helt oberoende av nederbörden. Men om man i stället beräknat korrelationen  $\eta$  med avseende på kurvan

$$y = a + bx + cx^2,$$

erhålles resultatet  $\eta = 1$ , d.v.s. fullständig korrelation och sålunda att nederbörden varit utslagsgivande.

I föreliggande undersökningar har förloppet av sambandet mellan nederbörd och skördeutbyte under olika delar av vegetationsperioden helt enkelt avlästs å upprättade diagram, där nederbörden

avsatts å x-axeln och skördeavkastningen å y-axeln, d.v.s. genom att de givna data inlagts i ett rätvinkligt koordinatsystem.

Dessa förberedande undersökningar gåvo vid handen, att för stråsådens vidkommande utövade nederbörden under maj-juni den starkaste inverkan. För vallarna har dock tagits tidsavsnittet maj-15 juni, enär dessa i allmänhet slagits under senare hälften av juni. Beträffande potatis har på enahanda sätt konstaterats, att nederbörden under juli-aug., var mest betydelsefull, medan av samma anledning för rotfrukterna valts perioden juli-sept. De valda perioderna äro som synes i ganska god överensstämmelse med såväl flertalet tidigare statistiska undersökningar på området som med undersökningar rörande de olika växtslagens vattenförbrukning under olika delar av vegetationsperioden.

Som nämnts har sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning i föreliggande undersökningar beräknats genom utjämning av de givna data enligt minsta kvadratmetoden medelst parabeln

$$y = a + bx + cx^2,$$

där koefficienterna  $a$ ,  $b$  och  $c$  erhållas genom lösning av normalekvationerna

$$\left. \begin{aligned} \Sigma y &= an + b \Sigma x + c \Sigma x^2 \\ \Sigma xy &= a \Sigma x + b \Sigma x^2 + c \Sigma x^3 \\ \Sigma x^2 y &= a \Sigma x^2 + b \Sigma x^3 + c \Sigma x^4 \end{aligned} \right\}$$

varvid  $n$  betecknar antalet år som ingå i undersökningsperioden.

I den mån kurvlineärt samband mellan nederbörden ( $x$ ) och skördeutbytet ( $y$ ) föreligger, måste givetvis  $b$  vara positivt och  $c$  negativt. Maximipunkten på kurvan erhålles på vanligt sätt genom derivering av funktionen.

I kurvan

$$y = a + bx + cx^2$$

är koefficienten  $b$  ett mått på sambandet mellan de undersökta faktorerna, medan  $c$  anger avvikelser från den räta linjen. Skulle lineärt samband föreligga, blir givetvis  $c$  lika med noll. Koefficienten  $a$  anger visserligen det teoretiskt beräknade skördeutbytet, då nederbörden är lika med noll, men då det ligger i sakens natur, att kurvan blott gäller mellan de givna



nederbördsgränserna, måste tydligen extrapolering på densamma bli fullständigt missvisande, varför  $a$  i huvudsak har teoretiskt intresse.

För att man skall kunna bedöma, om de samband, som erhållas genom utjämning av de givna data medelst en dylik kurva, ur statistisk synpunkt äro säkra eller ej, bör man även ha ett mått på denna säkerhet. Ett dylikt mått har man i medelfelet för de i ekvationen ingående koefficienterna. I föreliggande undersökningar ha medelfelen  $\varepsilon(b)$  och  $\varepsilon(c)$  beräknats enligt formlerna

$$\varepsilon(b) = \frac{Z}{\sqrt{p_b}} ; \quad \varepsilon(c) = \frac{Z}{\sqrt{p_c}}$$

där symbolen  $Z$  är ett uttryck för primärvärdenas spridning kring den teoretiskt beräknade kurvan och utgör en funktion av medelkvadratavvikelsen  $S_y^2$  från parabeln enligt formeln

$$Z = \sqrt{\frac{n S_y^2}{n-3}}$$

varjämte spridningen  $S_y^2$  enligt Ezekiel (1930) erhålles ur sambandet

$$S_y^2 = \frac{\sum y^2 - a \sum x - b \sum xy - c \sum x^2 y}{n}$$

I de ovannämnda uttrycken för medelfelen erhålles vidare  $p_b$  och  $p_c$  enligt

$$p_b = n \sigma_x^2 - \frac{v^2}{u}$$

och

$$p_c = u - \frac{v^2}{n \sigma_x^2}$$

där  $\sigma_x^2$  är den vanliga standardavvikelsen samt  $u$  och  $v$  funktioner av  $x$ ,

$$u = \sum x^4 - \frac{(\sum x^2)^2}{n}$$

$$v = \sum x^3 - \frac{\sum x \sum x^2}{n}$$

Ett ytterligare mått på sambandet mellan de undersökta faktorerna har man i korrelationsförhållandet (correlation ratio)  $\eta$  med avseende på parabeln

$$y = a + bt + ct^2$$

vilket utgör en parallell till korrelationskoefficienten  $r$  vid lineärt samband. Koefficienten  $\eta$  erhålles ur formeln

$$\eta = \sqrt{1 - \frac{S_y^2}{S_y^2}}$$

och enligt Mills (1924) gäller för beräkning av medelfelet samma formel som för  $\varepsilon(r)$ , alltså

$$\varepsilon(\eta) = \frac{1 - \eta^2}{\sqrt{n}}$$

Ehuru det som nämnts varit nödvändigt att begränsa ifrågasvarande undersökningar till att omfatta nederbördsfaktorns inverkan på skördeutbytet av olika åkerkulturväxter under vissa begränsade ovan angivna tidsperioder, ligger det dock i sakens natur, att det teoretiskt beräknade sambandet bör vara desto säkrare, ju mer inverkan av andra faktorer kunnat elimineras. Det bör dock omedelbart framhållas, att möjligheterna härutinnan äro ganska begränsade utan att använda multipel regression av i det föregående antydd art, enär de olika växtfaktorerna i många fall äro korrelerade inbördes. Även om så icke är fallet och man i följd härav s.a.s. kan renodla skördedata från vissa inflytanden från annat håll, innan sambandet mellan de undersökta faktorerna bestämmes, stöter detta som regel på svårigheter. Sålunda har det blott i ett fall varit möjligt att anbringa någon korrektion av skörderesultaten med hänsyn till skiftenas olika avkastningsförmåga — bonitet — såsom av den följande framställningen framgår.

En faktor, vars inverkan vanligen är betydande och för vilken korrektion på något sätt måste anbringas, är emellertid tidsvariationen, d.v.s. förefintlig trend i skördeavkastning med avseende på tiden. Genom förbättrade bearbetningsmetoder, intensivare drift, bättré sorter, effektivare bekämpning av växtsjukdomar o.s.v. ha skördarna i vårt land med åren i allmänhet visat en mer eller mind-

re tydlig tendens till ökning. Sålunda framhöll Nilsson-Ehle (1927) att hektarskördarna av våra sädeslag under 40-årsperioden 1881-1920 i genomsnitt ökats med omkring 21 %, varav med säkerhet 11 % ansågs bero på förbättrade sorter. För korrigerings av skördedata beträffande tidsvariationen kunna olika metoder ifrågakomma. En möjlighet är att som i flera fall skett använda differenserna mellan successiva värden i stället för primärvärdena (Meinardus 1899, Baur 1924 m.fl.). En annan utväg är att uttrycka skörden i procent av medeltalet för exempelvis de tre närmast föregående åren och använda dessa procenttal vid korrelationsräkningen (Alsberg och Griffing 1929).

I föreliggande undersökningar har korrektion för tidsvariationen verkställt under antagande av att denna varit lineär. Härvid har tiden avsatts på x-axeln och motsvarande hektarskördar på y-axeln. Genom utjämning medelst minsta kvadratmetoden erhålles en regressionslinje

$$y = a + bx$$

där koefficienten  $b$  anger den genomsnittliga skördestegringen i dt pr år. Denna linje har sedan vridits kring sin mittpunkt, så att den blivit parallell med  $x$ -axeln, varefter skördesiffrorna erhållit en mot vridningen svarande korrektion. Summan av dessa korrektioner måste givetvis bli lika med noll, såsom framgår av fig. 6, där metoden schematiskt åskådliggjorts. Samma förfaringssätt har tidigare använts av Wallén (1917) vid hans undersökningar rörande klimatets inverkan på stråssädeskördarna i vårt land.

Medelst en dylik utjämningsmetod elimineras visserligen inverkan av sådana faktorer, som förorsaka tidsvariationen, men vissa erinringar torde dock kunna göras mot metoden ifråga. Undersökningar ha nämligen visat, att även klimatfaktorerna förete vissa tidsvariationer, vilket i sin tur måste inverka på skördeutbytet. Sålunda påvisade Engquist (1932) att medeltemperaturen i Lund under vintermånaderna åren 1890-1931 företedde en kurvlineär långtidsvariation samt genom sammanställning för denna tid av skördresultat av en som standard använd höstvetesort vid Sveriges Utsädesförening, vilken alla åren odlats under möjligast likartade be-

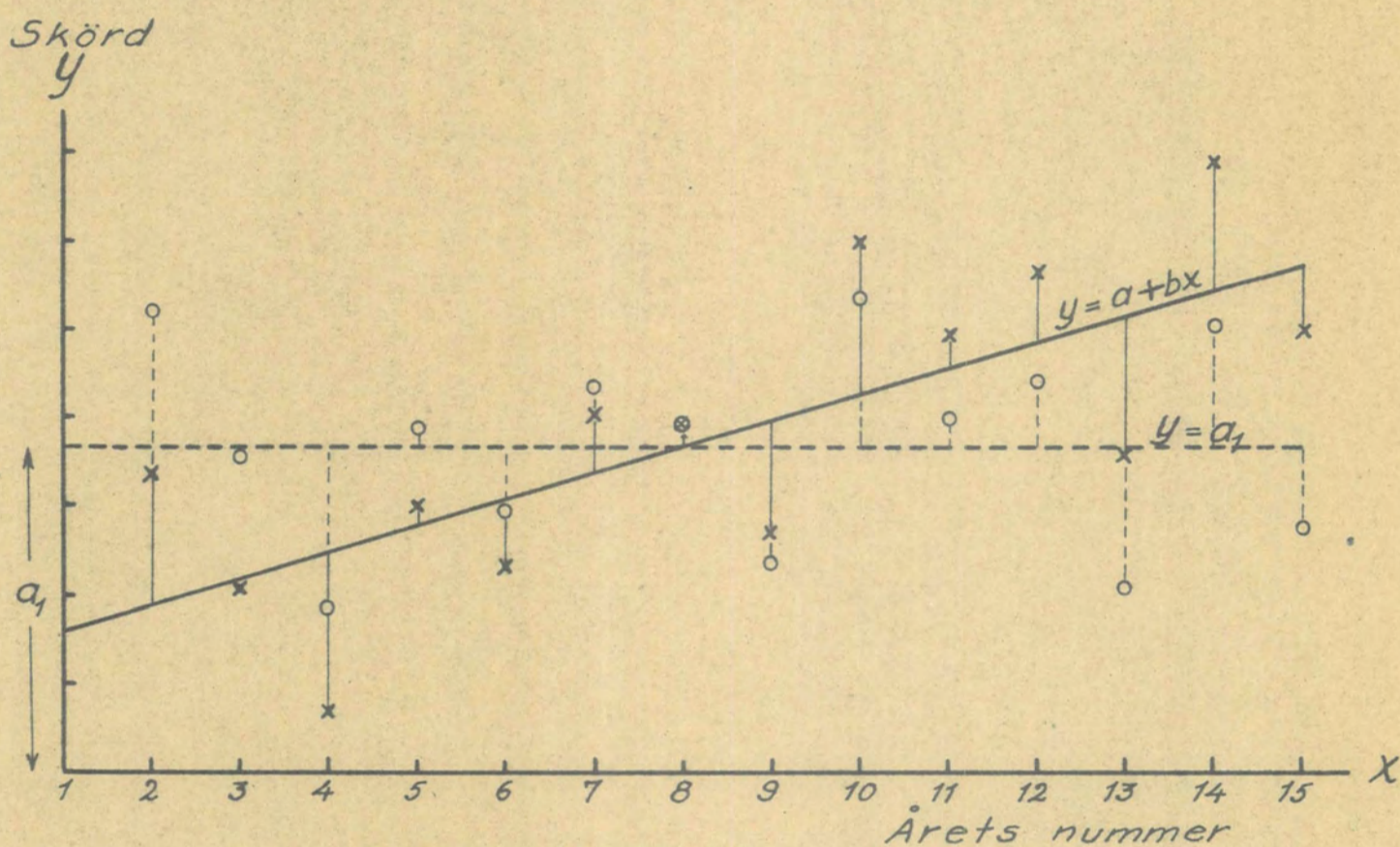


Fig. 6. Schematisk bild av den använda metoden för korrektion av skördedata för tidsvariationens inverkan.  
 x = primära skördevärden; o = utjämnade skördevärden.

tingelser, att avkastningen visade en däremot svarande variation, såsom framgår av fig. 7. Utjämning för tillfälliga variationer utfördes vid denna undersökning genom att taga successiva 10-årsmedeltal. Vidare konstaterade Pedersen /1940/, att årsnederbörden i Danmark för de sista hundra åren efter utjämning medelst successiva 30-årsmedeltal företer viss långtidsvariation (fig. 8).

Då sålunda även de meteorologiska faktorerna i viss mån visa funktionssamband med tiden är tydligen den använda utjämningsmetoden något oegentlig. I förhållande till andra faktorer, som förorsaka tidsvariation i kulturväxternas avkastning, torde dock klimatfaktorernas andel i denna vara relativt obetydlig. Metoden bör alltså i varje fall medföra en viss "renodling" av skördematerialet och därigenom fylla sin uppgift. Innan de i det följande anförda undersökningarna genomförts, har alltså dylik korrigerings av materialet först verkställts, utan att detta i övrigt närmare angivits.

### C. Resultat från de undersökta egendomarna.

I det närmaat följande avsnittet följer en redogörelse för resultaten från de undersökta egendomarna rörande sambandet mellan nederbörden och skördeavkastningen, beräknat enligt ovan anförda metod. För de olika egendomarna har därjämte vissa uppgifter rörande åkerarealens storlek, jordartsförhållanden, använd växtföljd m.m. anförts, då detta kan vara av intresse vid diskussion av de erhållna resultaten och icke minst vid en kritisk granskning av desamma.

Primäruppgifterna rörande de olika växtslagens avkastning — dock konsekvent omräknad i dt/ha, där detta icke redan i de använda källskrifterna varit fallet — samt motsvarande uppgifter angående nederbörden i mm för varje månad under maj-sept. ha för de olika egendomarna angivits i slutet av föreliggande arbete i form av bilagda tabeller. I omedelbar anslutning till primäruppgifterna för resp. egendom har därjämte de beräknade sambandsfunktionerna mellan nederbörden och de undersökta växtslagens avkastning återgivits, ävenledes uppställda i tabellform.

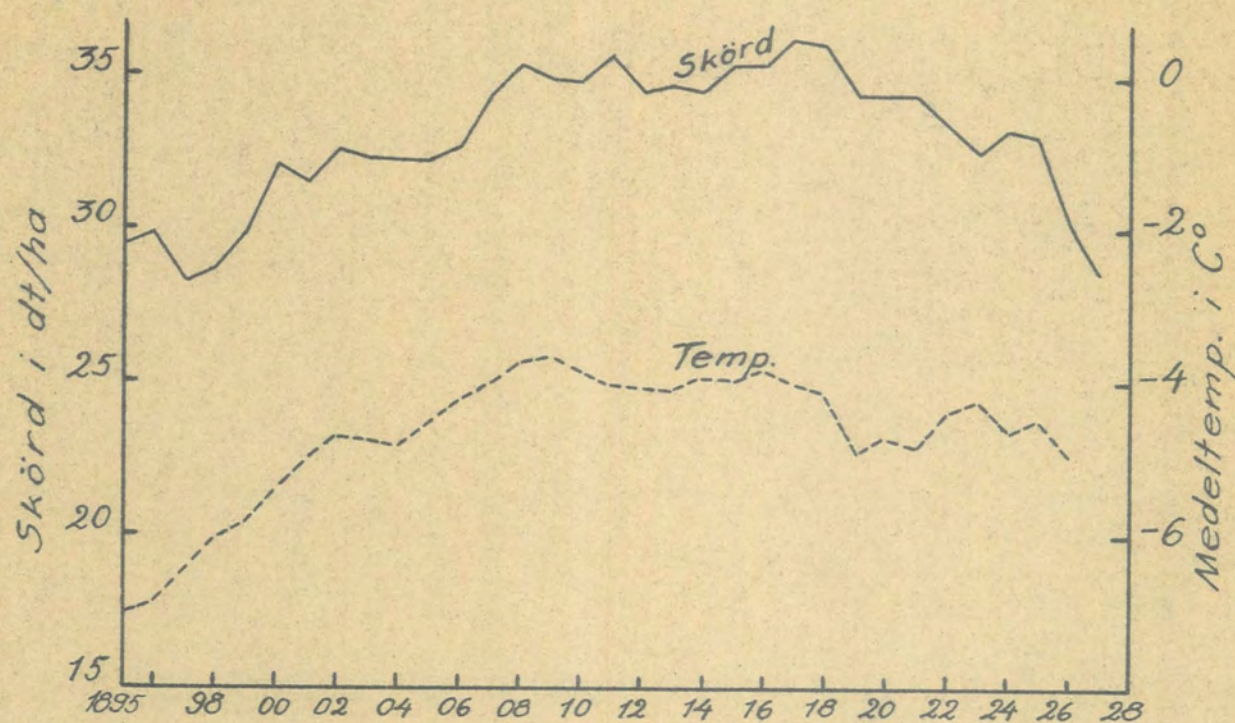


Fig. 7. Variation av genomsnittliga vintertemperaturen i Lund samt av skörderesultat i parcellförsök vid Sveriges Utsädesförening åren 1895-1928 av som standard använd höstvetesort. Utjämning för variationer under de enskilda åren har verkstälts medelst successiva 10-årsmedeltal. (Efter Enquist 1932.)

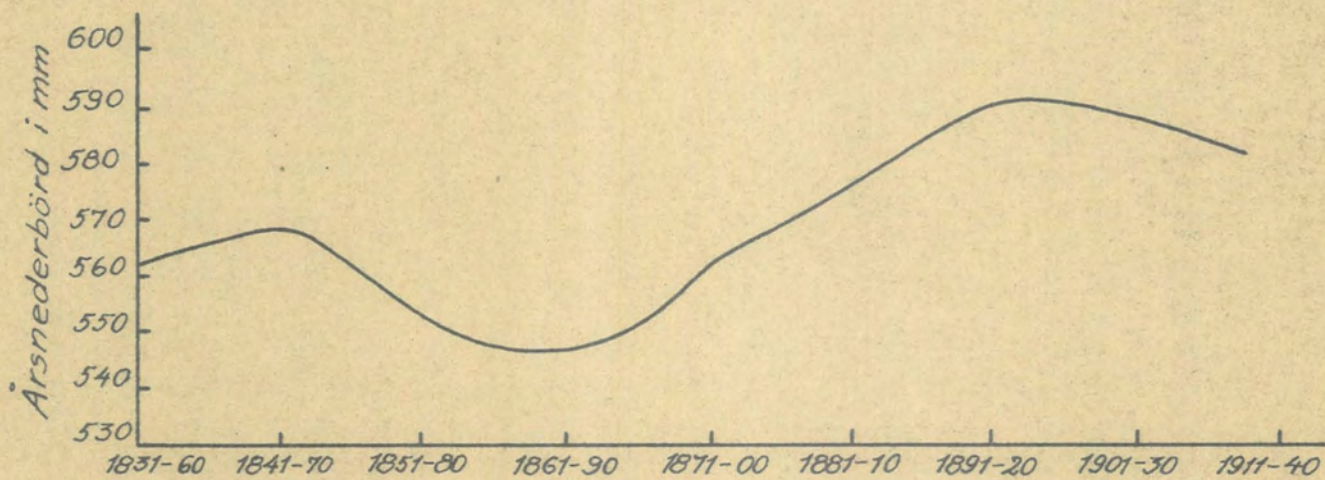


Fig. 8. Årsnederbördens förändringar i Danmark under de senaste 100 åren. Utjämning av de enskilda årens nederbörd har verkstälts medelst successiva 30-årsmedeltal. (Efter Pedersen 1940.)

De mot nämnda sambandsfunktioner svarande kurvorna återfinnas inuti texten i samband med redogörelsen för de erhållna resultaten. För att få diagrammen så överskådliga som möjligt har endast själva kurvorna återgivits, varemot primärvärdena icke inprickats. Beträffande sambandets styrka i det ena eller andra fallet hänvisas därför till de i resp. tabellbilagor anförda statistiska data. I dessa tabeller betecknar  $t_b$ ,  $t_c$  och  $t_\eta$  kvoten mellan resp. koefficienter och tillhörande medelfel. Värdet på dessa kvoter utgör sålunda ett mått på sambandets intimitet.

### 1. Alnarp.

Den under Alnarps egendom hörande icke utarrenderade åkerarealen utgör något mer än 300 ha. Jordarten består i huvudsak av mullrik sandjord eller lättare lera, delvis på märgelbotten. För större delen av egendomen, c:a 260 ha, ändrades växtföljden 1894 från ett blandat 8-årigt växelbruk till ett rent 4-årigt växelbruk utan träda, s.k. Norfolk-cirkulation. Denna cirkulation, som alltsedan dess bibehållits, utgöres till övervägande del av 1) höstsäd, 2) rotfrukter, 3) vårsäd samt 4) ettårig vall.

Åkerarealen å vilken det 4-åriga cirkulationsbruket bedrivits, är indelad i fyra större skiften. I verksamhetsberättelserna för de olika åren har jämväl angivits, å vilket skifte de olika grödorna odlats, vilket varit värdefullt för här föreliggande undersökningar, då detta möjliggjort viss korrektion för skiftenas olika bonitet.

I tab. 1 ges en översikt av skörderesultaten av undersökta grödor i dt/ha vid Alnarp under 40-årsperioden 1901-1940. Dessa uppgifter hänföra sig samtliga till ifrågavarande fyra skiften utom beträffande foderbetorna, vilka i stor utsträckning odlats även på andra skiften. Som av tabellen framgår, ha höstvetete, korn, sockerbeter och vall varit de dominerande växtslagen, och nämnda grödor ha därför vart fjärde år återkommit på samma skifte. En korrektion av skördedata för skiftenas olika bonitet skulle alltså kunna anbringas genom att jämföra medelavkastningen av ett visst växtslag, exempelvis höstvetete, å de olika skiftena under 40-årsperioden. För

varje skifte skulle därvid erhållas ett medeltal för 10 skördeår. Men då det ej är säkert, att odlingsbetingelserna i genomsnitt varit lika åren 1901, 1905, 1909 .... som åren 1902, 1906, 1910 o.s.v., kan givetvis också en dylik korrektionsmetod bli mer eller mindre missvisande. För att i möjligaste mån eliminera inverkan härav, har därför genomsnittliga skörden å vardera av de fyra skiftena för såväl höstvetete som korn, sockerbetor och vall uträknats och för varje skifte uttryckts i procent av medelskörden för växtslaget ifråga under samtliga år.

Genom angivna förfaringssätt erhöles för de olika skiftena följande relativa skörd:

Skifte	I	II	III	IV	Medeltal
Höstvetete	99.4	96.4	104.1	100.1	100.0
Korn	100.9	95.5	106.1	97.5	100.0
Sockerbetor	99.5	96.1	103.6	108.8	100.0
Vall	88.7	101.0	103.0	107.3	100.0
Medeltal	96.1	97.3	104.2	102.4	100.0
Korrektionsfaktor	1.036	1.028	0.960	0.978	1.000

De i undre raden angivna faktorerna, som erhållits genom invertering av respektive medeltal, ha vid undersökningarna använts för korrektion av skördedata för bonitetsvariationerna. Det är givet, att den använda metoden för beräkning av dessa faktorer kan diskuteras, då bl.a. olika grödor reagera olika för rådande väderleksförhållanden, men den torde dock i varje fall verka i avsedd riktning.

Av tab. 2 framgår nederbördsförhållandena vid Alnarp under majsept. åren 1901-1940. Med hänsyn till undersökningarna rörande vallskördarna har dessutom i tabell 2 nederbörden under den första hälften av juni särskilt angivits.

På de sålunda för bonitetsvariationer utjämnade skördedata har vidare anbringats en korrektion för tidsvariationen enligt den i det föregående anförda metoden, varefter sambandet mellan nederbörden och de olika växtslagens avkastning beräknats. Resultaten framgå av tab. 3, varjämte en motsvarande grafisk återgivning av desamma lämnas i fig. 9.



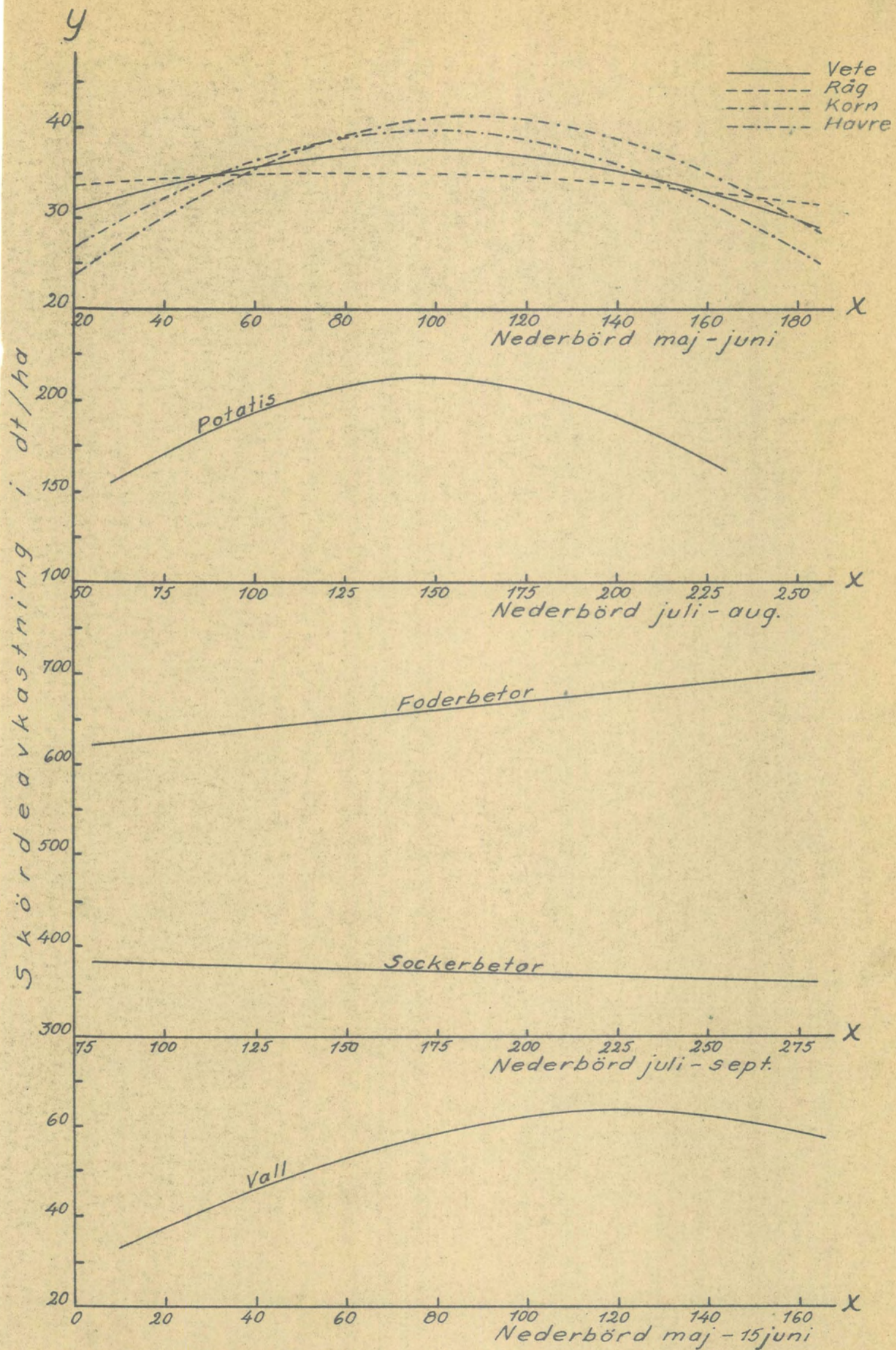


Fig. 9. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) vid Alnarp åren 1901-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 3.

Av de erhållna resultaten framgår i överensstämmelse med tidigare undersökningar (Wallén 1917 m.fl.), att försommarnederbördens inverkan på höstsåden är betydligt svagare än på vårsåden. Beträffande höstvetete är dock sambandet ganska markerat, medan det för rågen är mycket osäkert. För såväl korn som havre ha som synes högt signifikanta samband erhållits. Enligt de erhållna resultaten skulle maximipunkten ligga vid omkring 100 mm för vete och korn och vid c:a 110 mm för havre, medan den för rågen skulle vara avsevärt lägre, ehuru som nämnts sambandet för rågens vidkommande är så diffust, att inga slutsatser härutinnan kunna dragas.

Beträffande potatis föreligger ett relativt tydligt om än ej statistiskt säkert samband mellan avkastningen och nederbörden under juli-aug. med en maximipunkt vid omkring 150 mm. Det må emellertid framhållas, att bl.a. även sortegenskaperna i ej ringa mån säkerligen spelat in. I undersökningarna ha visserligen endast medelsena och sena sorter medtagits, men å andra sidan ha ett flertal dylika sorter i varierande utsträckning odlats under olika år.

För rotfrukternas vidkommande har som synes inga säkra samband erhållits. Förberedande undersökningar gävo vid handen, att nederbördens inverkan under juni-juli gick i negativ riktning, alltså analogt med Högbergs (1926) resultat. För såväl sockerbetor som foderbetor visade sig sambandet vara lineärt och utjämning har därför verkställt medelst en rät linje

$$y = a + bx$$

och korrelationsförhållandet  $\eta$  blir i följd därav identiskt med korrelationskoefficienten  $r$ .

Vid beräkning av medelfelet för  $b$  har använts en av Snedecor (1938) angiven formel

$$E(b) = \frac{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2 - r_{xy}^2}}{\sigma_x^2 \sqrt{n-2}}$$

Av de erhållna resultaten beträffande rotfrukterna kunna sålunda inga slutsatser dragas; att de i ena fallet gå i positiv och i det andra i negativ riktning är tydligen helt slumpbetingat. Av uppgifterna i tab.1 framgår, att variationerna i sockerbetsskördarna varit relativt ringa under 40-årsperioden, medan växlingarna i foderbetornas avkastning varit avsevärda. Orsakerna till skillnaden

härutinnan torde bero på att sockerbeter odlats på en betydligt större areal, vilket måste medföra en viss utjämning av hektarskördarna, men också på att proportionen mellan olika foderbetssorter växlat under årens lopp.

Beträffande vallskördarna har däremot ett mycket intimt samband erhållits mellan skördeavkastningen och nederbörden maj-15 juni. (I förbigående kan nämnas, att höskörden i medeltal påbörjades just den 15/6.) I motsats till ett stort antal tidigare undersökningar och i viss mån även till vad man på förhand skulle ha väntat sig, har ett fullt tydligt kurvlineärt samband erhållits, i det att kurvans avvikelse från den rätta linjen kan betraktas som statistiskt säker. Optimipunktens läge skulle enligt det erhållna resultatet ligga vid omkring 120 mm, d.v.s. vid ungefär dubbla nederbörden under ifrågasvarande period.

## 2. Bollerup.

Enligt verksamhetsberättelsen för 1913, det första arbetsåret vid Bollerups lantbruksskola, utgjorde skoljordbrukets åkerareal sammanlagt 473 ha, medan den år 1940 under eget bruk varande arealen uppgick till 389 ha. Jordarten utgöres till övervägande del av moränlera, vilande på en på sina ställen ganska högt gående lerskiffer. Växtföljden har sedan skolans tillkomst i stort sett varit lika och huvudsakligen utgjorts av 1) helträda eller grönfoderträda, 2) höstsäd, 3) rotfrukter och potatis, 4) vårsäd, övervägande korn, 5-6) vall, 7) höstsäd samt 8) blandsäd och havre.

Av tab. 4 framgår skörderesultatet i dt/ha vid skoljordbruket av de undersökta växtslagen för åren 1913-1940. Som synes ha höstvetete, korn och vall varit de dominerande grödorna. Därjämte har en betydande odling av blandsäd förekommit. I föreliggande undersökningar ha dock ej blandsädesskördarna medtagits, då man torde få räkna med, att de i utsädet ingående sädesslagen under olika år kunna ha varit av mer eller mindre olika karaktär samt förekommit i olika proportioner.

I tab. 5 återgives nederbörden under maj-sept. för ifrågasvarande period, och i tab. 6 ha resultaten av de statistiska undersökning-

arna sammanställts.

Beträffande stråsådesskördarna framgår av tab. 6, att sambandet mellan nederbörden och skördeutbytet här är mycket mindre framträdande än vid Alnarp, vilket ävenledes framgår av den grafiska återgivningen i fig. 10. Man bör dock taga hänsyn till att dels omfattade undersökningsperioden vid Bollerup maximalt blott 28 år (för havre endast 16 år) och dels har ingen korrektion av skördedata för skiftenas olika bonitet kunnat anbringas, vilket givetvis måste bidra till att de statistiska resultaten blivit mera osäkra. En viss tendens kan dock spåras, bl.a. såtillvida, som maximipunktens läge för vete och korn väl överensstämmer med resultaten från Alnarp, ehuru medelnederbörden under maj-juni varit 8 mm lägre vid Bollerup. För råg och havre går visserligen maximipunkten åt motsatt håll jämfört med Alnarp, men då dessa kurvor äro tämligen flacka, är givetvis också toppunktens läge i x-led ganska vagt.

Även för potatis har sambandet mellan nederbörd och skörd blivit tämligen obestämt, ehuru en antydning till maximiskörd vid omkring 125 mm förefinnes, d.v.s. vid ungefär den genomsnittliga nederbörden. — Beträffande rotfrukterna har sambandet för samtliga undersökta växtslag även här visat sig vara lineärt och som av såväl tab. 6 som den grafiska återgivningen i fig. 10 framgår med negativ tendens. Ehuru intet av dessa samband är statistiskt säkert, visar dock den enhetliga negativa tendensen, att hög nederbörd under juli-sept. här ej är gynnsamt för rotfruktsodlingen. Man måste därför räkna med, att andra klimatfaktorer haft viss inverkan på skördeavkastningen, bl.a. torde denna sammanhänga med temperaturförhållandena under den period undersökningarna omfattat (jfr Cederborg 1935).

Vallskördarna å andra sidan visa liksom vid Alnarp ett mycket intimt samband med försommarens nederbörd, ehuru kurvans starkt böjda form till väsentlig del beror på ett enstaka år (1920), då nederbörden var avsevärt högre än normalt. Enligt den erhållna kurvan ligger maximipunkten vid omkring 95 mm, således föreligger även här ett betydande deficit, då nederbörden under ifrågavarande period i genomsnitt blott uppgått till 56 mm.

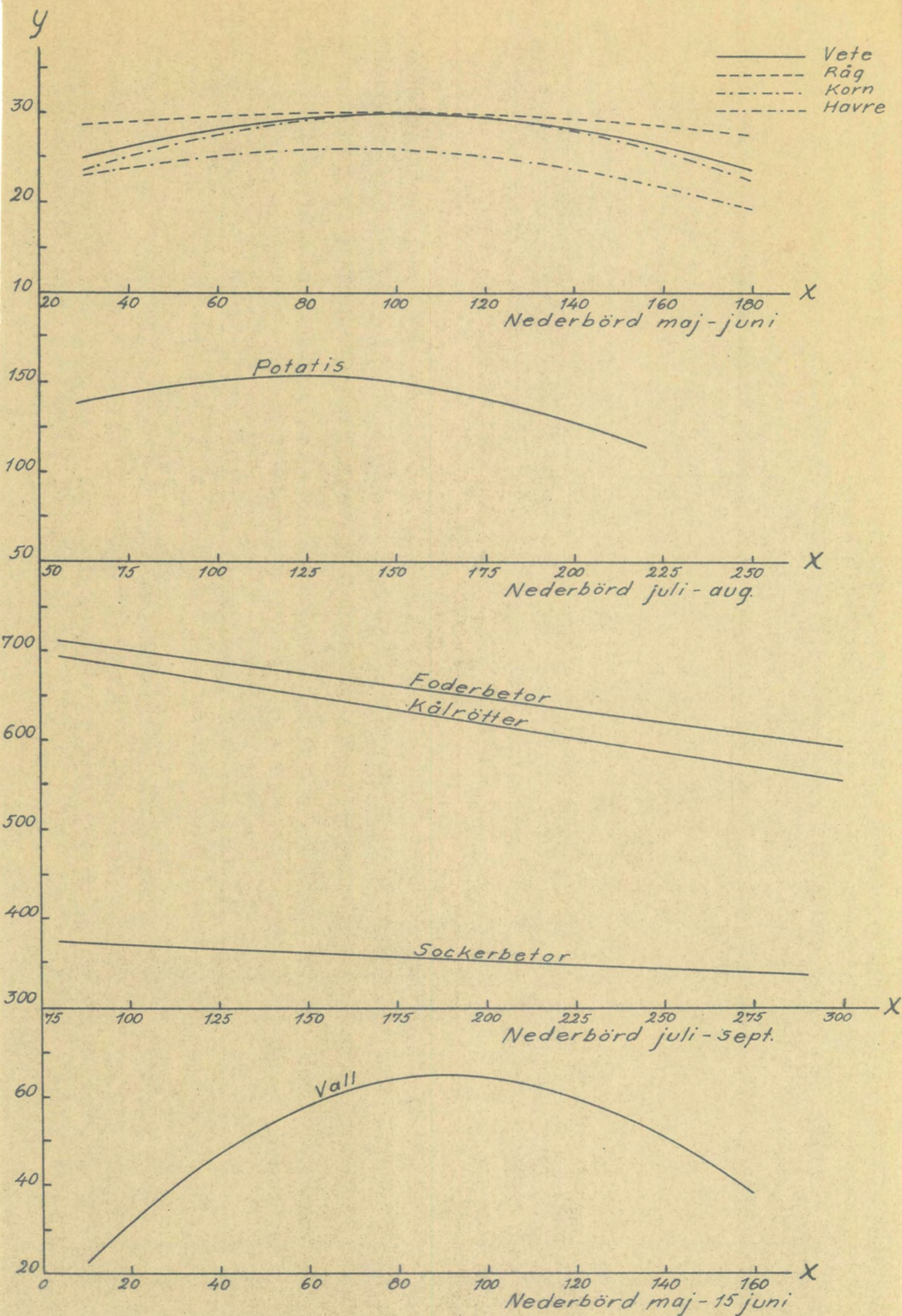


Fig. 10. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) vid Bollerup åren 1913-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 6.

### 3. Bjärka-Säby.

De båda första egendomar, som undersökts rörande sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning, representera de södra delarna av Skåne, där nederbörden under vegetationsperioden i allmänhet är ganska låg. Närmast följande undersökta egendomar, Bjärka-Säby, Ulvhäll och Ultuna, utgöra representanter för de östra delarna av Mellansverige, där nederbörden särskilt under våren och försommaren ävenledes är jämförelsevis ringa, under maj-juni i genomsnitt ungefär 90 mm. De områden, som dessa fem egendomar representera, äro sålunda i klimathänseende ganska likartade och karakteriseras av Hesselman (1932) närmast såsom kontinentala.

Vid Bjärka-Säby huvudgård utgör åkerarealen under eget bruk 293 ha. Åkerjorden är av övervägande lätt beskaffenhet och utgöres till större delen av sandjord, blott här och var övergående i lerjord. Den under de senaste 35 åren använda växtföljden har varit ganska enhetlig och i huvudsak utgjorts av 1) träda (dels helträda, dels grönfoderträda), 2) höstsäd, 3) rotfrukter och baljväxter, 4) vårsäd, 5-6) vall och 7) vårsäd.

På grund av jordens beskaffenhet kan man räkna med att grödorna i allmänhet måste vara ganska beroende av nederbördsförhållandena under vegetationsperioden, och detta har också bekräftats av de verkställda undersökningarna.

I tab. 7 återgives skörderesultaten av de undersökta växtslagen vid Bjärka-Säby för åren 1907-1940, och i tab. 8 ha nederbördsförhållandena under motsvarande tid sammanställts. Utom de anförda stråsädesgrödorna har en betydande odling av blandsäd förekommit, i medeltal för ifrågavarande tid inemot 40 ha. I verksamhetsberättelserna voro potatis- och rotfruktsskördarna angivna i hl, men för erhållande av jämförbara värden ha de vid undersökningarna omräknats i dt, varvid 1 hl potatis antagits motsvara 0.7 dt och 1 hl kålrötter 0.6 dt.

De erhållna resultaten rörande sambandet mellan nederbörden och de olika växtslagens avkastning framgår av tab. 9. Beträffande höstsäden har i motsats till föregående undersökningar sambandet varit svagare för vetet än för rågen, där signifikant samband föreligger. För såväl korn som framförallt havre är maj-junineder-

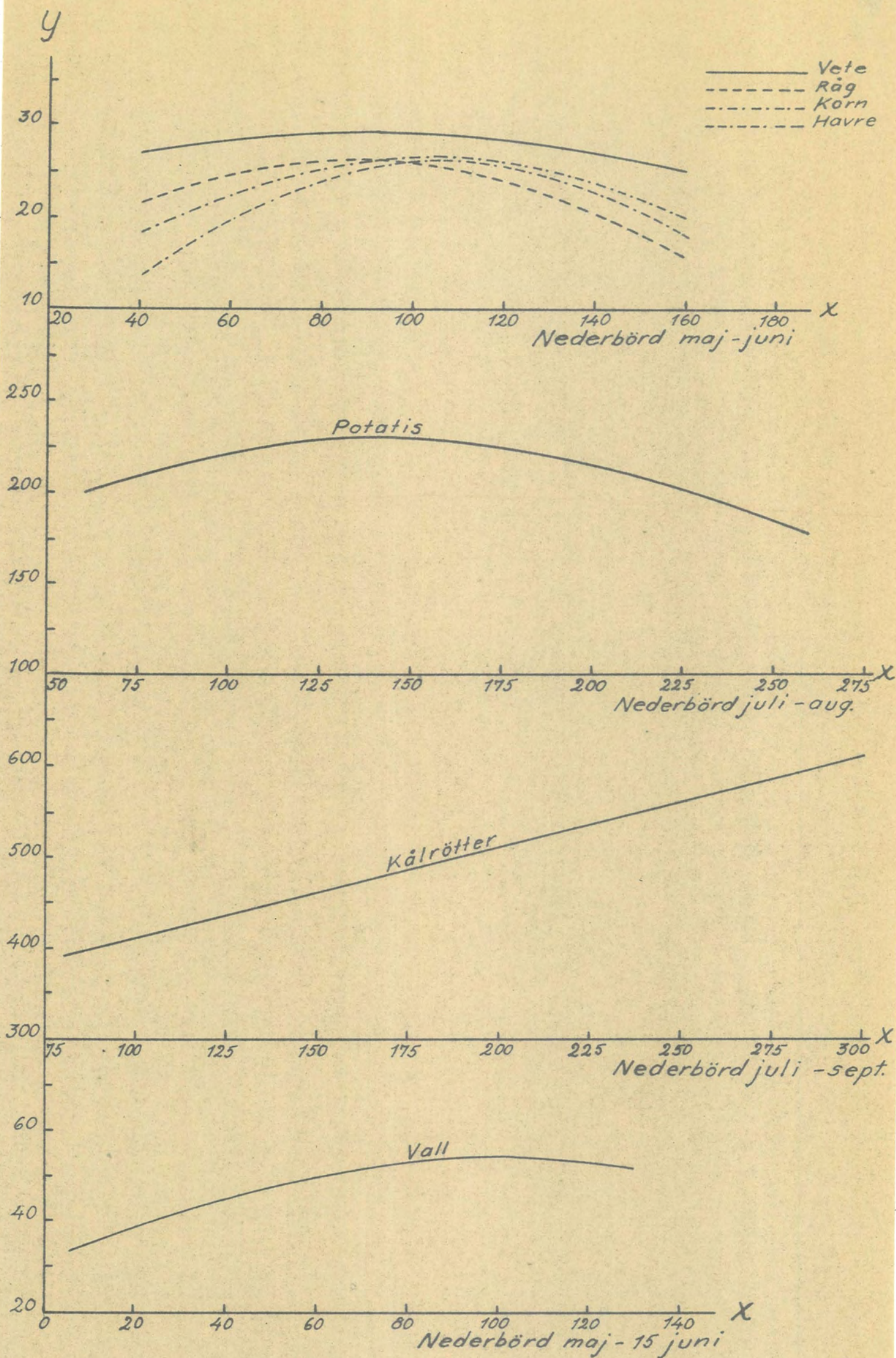


Fig. 11. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) vid Bjärka - Säby åren 1907-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 9.

bördens inverkan på skördeutbytet statistiskt sett mycket säker. Maximipunkten skulle för vetet och rågen ligga ungefär vid medelnederbörden, medan den för vårsåden enligt de erhållna resultaten ligger 10 till 15 mm högre. Av fig. 11 framgår de för vårsådens vidkommande starkt kurvlineära sambanden.

Beträffande potatisskördarna har visserligen ej något säkert samband med nederbörden erhållits, men som av tab. 9 och fig. 11 framgår, förefinnes dock en tydlig tendens härutinnan. Maximipunkten ligger vid nära nog samma x-värde som beträffande Alnarp.

Av intresse är emellertid att konstatera, att ett signifikant positivt samband mellan kålrotsskördarna och juli-septembernederbörden föreligger, medan detta vid de föregående undersökningarna gått i negativ riktning. Orsaken till olikheterna härvidlag kunna ej i första hand bero på rådande nederbördsförhållanden på de olika platserna under denna period, då som av nederbördstabellerna framgår medelnederbörden i stort sett varit densamma på alla tre platserna. Det är antagligt, att jordartsförhållandena å Bjärka-Säby till en viss grad inverkat, då jorden här i allmänhet torde vara ganska genomsläpplig och sålunda nederbördsbehovet relativt stort. Men även andra faktorer torde ha övat inflytande, enär som av det följande framgår för de båda övriga egendomarna i östra Sverige ävenledes ett positivt samband härutinnan erhållits, i trots av en ganska styv och svårgenomsläpplig jordart.

För vallarnas vidkommande har nederbördens inverkan på skördeutbytet varit något mindre utpräglad än vid de föregående undersökningarna. Även här är emellertid sambandet ganska säkert, ehuru kurvans avvikelser från den rätta linjen ej är så markerad som i föregående fall.

#### 4. Ulvhäll.

Den till huvudgården hörande åkerarealen uppgick år 1940 till 216 ha och utgöres till större delen av styv lera. Cirkulationen var tidigare huvudsakligen 7-årig med 3-åriga vallar, under det att den under senare år varit 8-årig av typisk mellansvensk karaktär: 1) helträda, 2) höstsäd, 3) rotfrukter och potatis, 4) vårsäd, 5-6) vall, 7) 2/3 höstsäd, 1/3 vall samt 8) vårsäd.



Av tab. 10 framgår skörderesultaten av de undersökta grödorna vid Ulvhäll från det första verksamhetsåret 1913 till och med 1940. Av ifrågavarande växtslag har som synes höstvetete- och vallodlingen varit kvantitativt mest omfattande, varjämte en avsevärd odling av blandsäd och vissa år även ärter förekommit. Beträffande nederbördsuppgifter ha sådana måst inhämtas från flera olika håll, såsom i anmärkningarna till tab. 11 anförts, emedan officiella nederbördsmätningar ej påbörjades vid Ulvhäll förrän i juli 1922.

Resultaten av undersökningarna beträffande Ulvhäll äro sammanställda i tab. 12. Såväl av denna som mera åskådligt av fig. 12 framgår, att sambandet mellan stråsådesskördarna och försommarens nederbörd varit ganska diffust och i motsats till de föregående undersökningarna svagare för vårsäden än för höstsäden. Detta bör dock ses mot bakgrunden av att beträffande vårsäden undersökningsperioden varit ganska kort. Men det är å andra sidan tydligt, att vårsäden ej är lika beroende av maj-juninederbörden å den styva jorden vid Ulvhäll som å den lättare och mindre vattenhållande jordtypen vid Bjärka-Säby.

Märkligt nog har ett statistiskt sett säkert och som fig. 12 visar markerat kurvlineärt samband erhållits mellan juli-augustinederbörden och potatisskördarna vid Ulvhäll. Även beträffande kålrotsskördarna föreligger ett påtagligt positivt samband med nederbörden under angivna tid, alltså analogt med de vid Bjärka-Säby erhållna resultaten.

För vallskördarna har i detta fall sambandet med försommarens nederbörd blivit lineärt. (Vid utjämning medelst andragradskurva företedde denna t.o.m. en svag böjning uppåt, vilket naturligtvis leder till ett orimligt resultat.) På grund av att värdena visade sig ligga ganska spridda kring linjen, är ej sambandet fullt signifikant, men resultatet utvisar dock en otvetydigt kraftig inverkan av nederbörden på vallarnas avkastning.

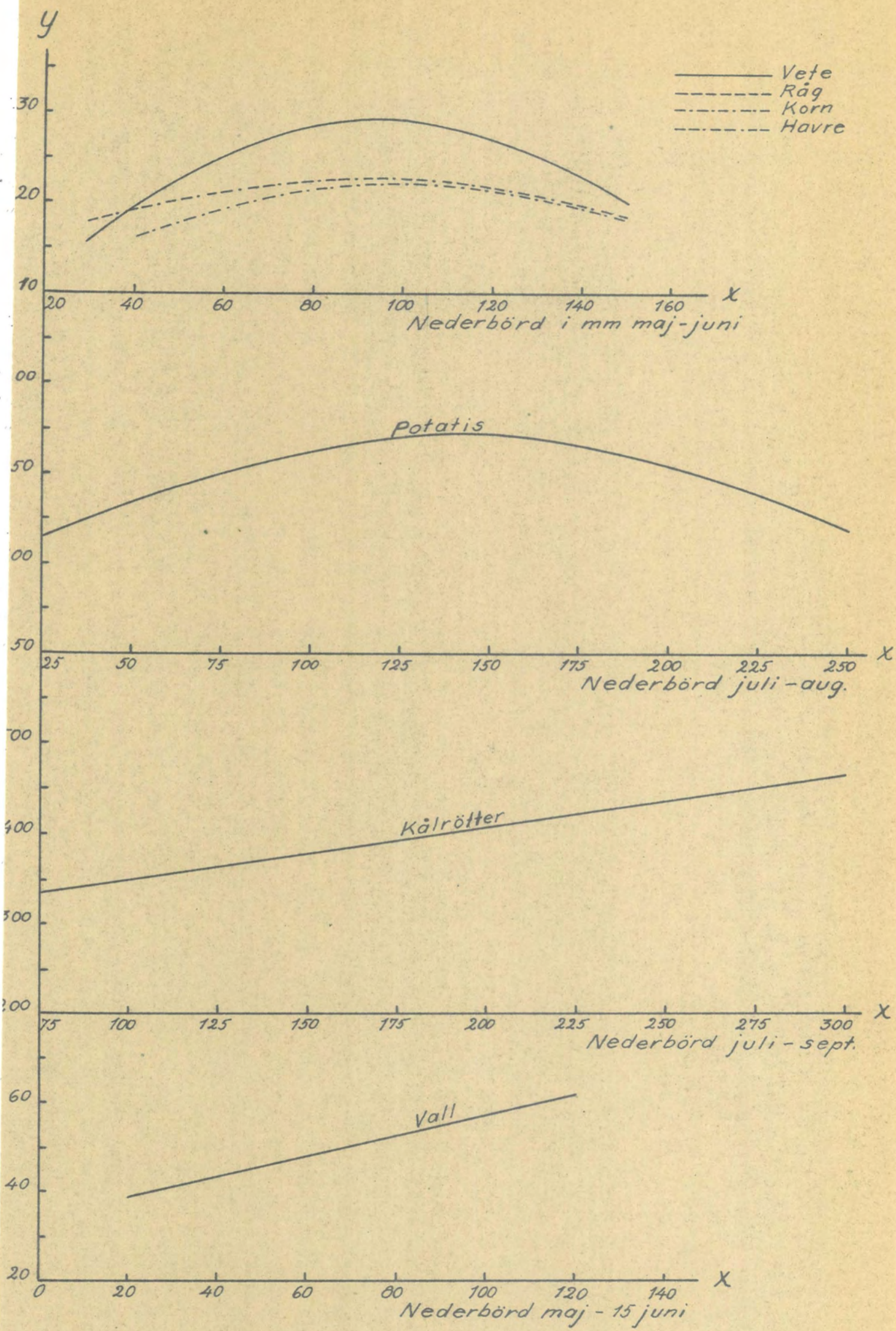


Fig. 12. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) vid Ulvhäll åren 1913-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 12.

### 5. Ultuna och Kungsängen.

Som av de i det föregående anförda resultaten framgår, torde nederbördens inverkan på skördeavkastningen i ganska hög grad sammanhänga med jordartsförhållandena. I avsikt att ytterligare belysa detta faktum, ha parallella undersökningar rörande sambandet mellan nederbörd och skördeutbyte verkstälts beträffande Ultuna lantbruksskola, nämligen dels å huvudgården och dels å utgården Kungsängen med Hovstallängarna, då jordartsförhållandena å de båda gårdarna äro väsentligt olika.

Vid huvudgården, som omfattar omkring 190 ha åker, utgöres jordarten i huvudsak av styv lera, dels glaciallera och dels postglacial lera, som å större delen av egendomen överlagrar ishavsleran. Å Kungsängen däremot, som tillsammans med Hovstallängarna omfattar omkring 225 ha, är jordarten av annan karaktär. Den utgöres här till större delen av ganska humusrik svämpera, underlagrad av styvare leror. Å de delar av Kungsängen, som ligga närmast Fyrisån, förekommer å Kungsängen stabil sprickbildning (Ekström och Flodkvist 1926), som medför att grundvattenståndet kommer att mer eller mindre starkt kommunicera med vattennivån i Fyrisån, vilket framgår av verkställda undersökningar härutinnan av Giöbel (1932).

T.o.m. år 1903 var i verksamhetsberättelserna för Ultuna lantbruksskola skördarna från huvudgården och utgårdarna sammanslagna, varför det ej varit möjligt att vid undersökningarna gå längre tillbaka än till 1904. I tab. 13 och 14 återgivas skörderesultaten av de undersökta växtlagen vid Ultuna resp. Kungsängen under perioden 1904-1940. Beträffande höstsädesodlingen har i huvudsak råg odlats på Kungsängen, och för vårsädens vidkommande har blott vissa år havre odlats vid huvudgården, varemot där en omfattande odling av blandsäd och ärter förekommit. Någon beräkning av sambandet mellan ärtskördarna och nederbörden har dock ej utförts vid föreliggande undersökningar, enär ärtodling i större skala blott förekommit vid några få av de undersökta egendomarna.

Under senare år ha de normgivande växtföljderna vid Ultuna och å Kungsängen varit följande: Vid Ultuna 1) träda, 2) höstsäd, 3) rotfrukter och ärter, 4) korn och vete, 5-6) vall, 7) vete och

havre, 8) blandsäd samt å Kungsängen 1) träda, 2) höstsäd, 3) rotfrukter, 4) vårvete och korn, 5-7) vall, 8-9) vårsäd.

Nederbördsförhållandena vid Ultuna åren 1904-1940 framgå av tab. 15, och i tab. 16 ha resultaten av undersökningarna sammanställts.

Beträffande sädesodlingen å Ultuna framgår av tab. 16, att nederbördens inverkan på skördeutbytet i huvudsak är analogt med de föregående resultaten, således att sambandet är starkast för vårsäden och för höstsädens vidkommande starkare för vetet än för rågen. För höstvetet har som synes signifikant samband erhållits och som av fig. 13 framgår med en tydlig maximipunkt. En ännu mera markant optimipunkt har erhållits beträffande kornskördarna. Maximipunktens läge i x-led för de olika grödorna stämmer ganska väl med resultaten från de föregående undersökningarna.

För potatis har ett ganska tydligt samband erhållits mellan skörden och juli-augustinederbörden, ehuru toppunkten förskjutits åtskilligt åt höger i jämförelse med de tidigare erhållna resultaten. Analogt med förhållandena vid de båda övriga undersökta egenomarna i östra Sverige visa kålrotsskördarna klart positivt samband med nederbörden under aug.-sept. Det är sålunda påtagligt, att rotfruktsodlingen i östra Sverige i varje fall beträffande dessa månader är ganska beroende av att nederbörden är tillräckligt hög.

Sambandet mellan vallskördarna och nederbörden maj-15 juni (skörden påbörjades i genomsnitt den 23/6) är som synes statistiskt säkert med en ävenledes ganska säker kurvböjd form. Jämförelse mellan fig. 13, där resultatet grafiskt återgivits, och fig. 10 och 11 ger vid handen, att optimipunktens läge i stort sett är densamma i dessa fall.

Å Kungsängen ha resultaten av undersökningarna blivit väsentligt annorlunda, såsom framgår av tab. 16 och motsvarande diagram i fig. 14. Även om resultaten beträffande Kungsängen i viss mån bekräfta, vad man på förhand kunnat vänta, nämligen att avkastningen där är mera oberoende av nederbörden, äro de dock sinsemellan ganska divergerande, varför det också är vanskligt att draga några bestämda slutsatser. För korn har sålunda ett statistiskt säkert sam-

band erhållits, medan något samband rörande de övriga stråsädesgrödorna ej kan påvisas. Särskilt havren skulle enligt de erhållna resultaten vara oberoende av eller snarare reagera negativt mot nederbörden under maj-juni. Likaså är fallet med kålrotsskördarna, för vilka regressionslinjen praktiskt taget är horisontell.

Mest intressant är att studera sambandet mellan vallskördarna och nederbörden maj-15 juni. Detta framgår av det nedersta diagrammet i fig. 14. Det förefaller, som om vallskördarna vid ringa nederbörd under ifrågavarande period ganska intimt skulle sammanhänga med nederbörden men att sedan denna uppgått till omkring 50 mm, skulle vegetationen vara praktiskt taget oberoende av ytterligare nederbörd. Detta förhållande framgår tydligt, om primärvärdena inprickas i diagrammet. (Detta har ritats på fri hand, då det i föreliggande fall ej kunde anses berättigat att utjämna värdena medelst en tvångsstyrd och stel andragsgradskurva och då någon kurva av högre grad av praktiska skäl ej använts.) Å andra sidan kan man ej utan vidare draga den slutsatsen, att på grund av de speciella jordarts- och grundvattenförhållandena å Kungsängen gräsväxten utöver en viss erforderlig miniminederbörd skulle vara oberoende av densamma, detta så mycket mindre, som höskörden å den närmast Fyrisån belägna naturliga slätterängen, där den stabila sprickbildningen är utpräglad, visar ett signifikant positivt samband med nederbörden utan att sambandsfunktionen visar något tecken att böja av nedåt vid hög nederbörd. Det torde därför vara av intresse att genom fortsatta undersökningar söka utröna hur sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning å jordar med stabil sprickbildning i allmänhet ter sig, då dylika jordar på sina håll förekomma i relativt stor utsträckning. Givetvis måste då samtidigt hänsyn tagas till grundvattenförhållandena, då dessa härvid äro av särskilt stor betydelse.

#### 6. Klagstorp.

De i det föregående verkställda undersökningarna ha gällt relativt nederbördsfattiga områden, ur klimatsynpunkt närmast att betrakta som kontinentala (Hesselman 1932). De återstående undersök-

ta egendomarna, Klagstorp, Varpnäs och Vassbo, representera däremot mera nederbördsrika områden, som av Hesselman betecknas såsom övergångsområden till subhumid typ (jfr Hesselmans karta å sid. 533). Föreliggande undersökningar ha med avsikt utsträckts till att omfatta områden av olika klimattyp, då detta bör vara ägnat att ge en bättre uppfattning om hur sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning i allmänhet yttrar sig samt i vad mån detta förändras under inflytande av olika klimatiska betingelser.

Skoljordbruket vid Klagstorps lantbruksskola omfattar omkring 400 ha åkerjord, huvudsakligen bestående av mjälablandad lättlera. Den vid egendomen tillämpade växtföljden har utgjorts av träda, höstsäd med vallinsädd, varefter följt tre vallar samt två år vårsäd, alltså 7-årig cirkulation. År 1925 omlades växtföljden såtillvida, som åkerjorden närmast ekonomibyggnaderna inlades i en fyra-årig cirkulation med grönfoderträda, höstsäd, rotfrukter och vårsäd. Härigenom vanns bl.a. den fördelen, att rotfrukterna kommo att odlas på för desamma mest lämplig jord. Å den övriga, större delen av egendomen bibehölls den angivna 7-åriga växtföljden. För att få jämförbara värden med tidigare år har vid undersökningarna skördarna från de båda cirkulationerna så långt möjligt sammanlagits, detta för möjlig utjämning av data för eventuella bonitetsvariationer.

Av tab. 17 framgår skörderesultaten av undersökta grödor vid Klagstorp under perioden 1901-1940. Som synes har havre- och vallodlingen här intagit en framträdande plats. För potatis och rotfrukter angavs i verksamhetsberättelserna skörden i hl de första åren. För omräkning av skördarna till dt har använts samma reduktionsfaktorer som vid Bjärka-Säby. Beträffande vallskördarna voro dessa t.o.m. 1905 blott angivna i lass, varför de här ej kunnat medtagas.

Jämförelse mellan nederbördsuppgifterna i tab. 18 och tidigare anförda nederbördsdata ger vid handen, att nederbörden under maj-juni i genomsnitt varit högre vid Klagstorp men under övriga perioder av ungefär samma storlek som vid de hittills undersökta gårdarna.

I tab. 19 ha resultaten av undersökningarna beträffande Klagstorp sammanställts. I motsats till tidigare erhållna resultat har

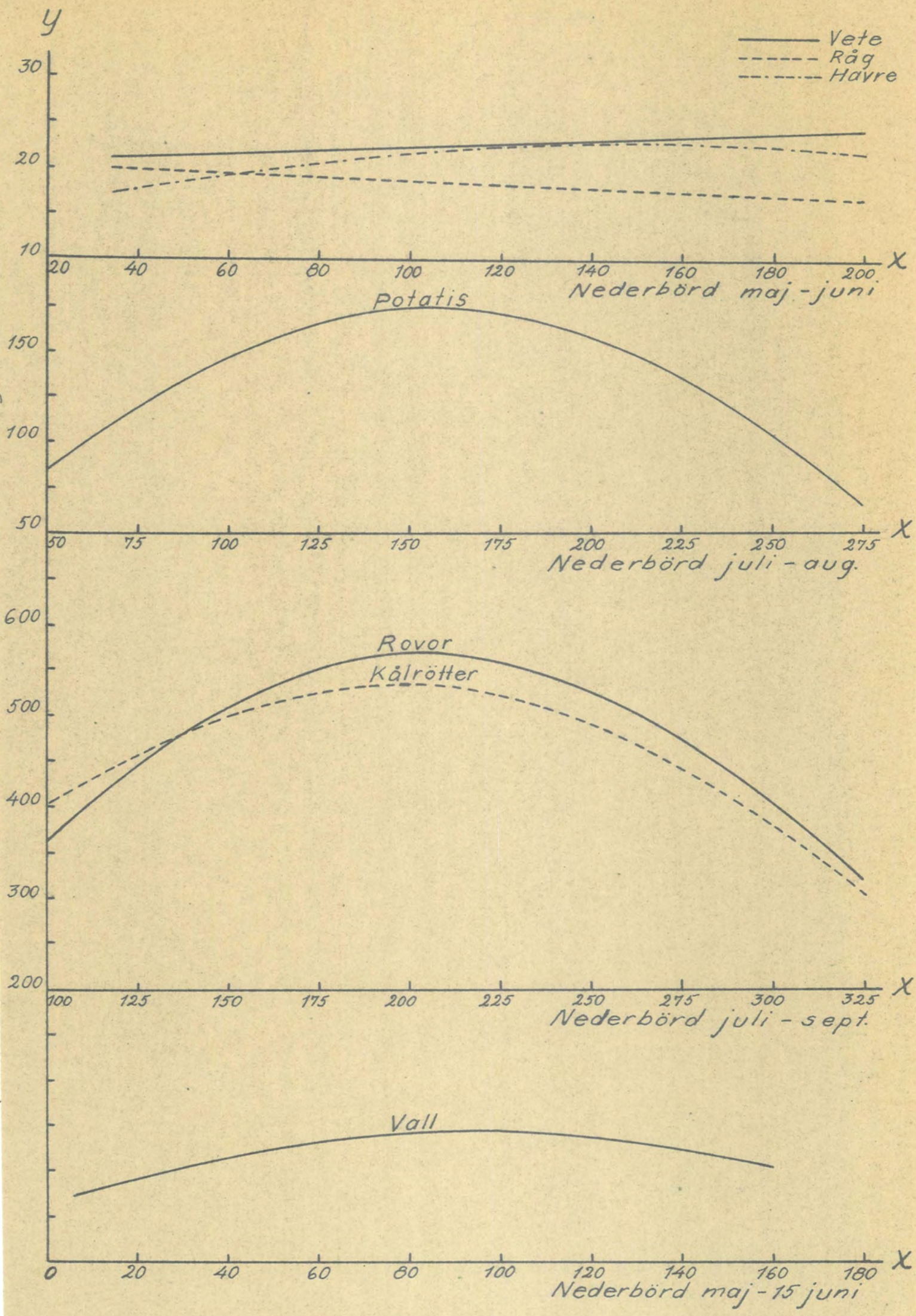


Fig. 15. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) vid Klagstorp åren 1901-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 19.

som framgår av tabellen och den grafiska framställningen i fig. 15 sambanden för höstsädens vidkommande blivit lineära, ehuru intet av dem är statistiskt säkert. För havren har erhållits ett kurvlineärt samband, där dock maximipunktens läge är jämförelsevis långt förskjutet åt höger. Som vanligt har sambandet visat sig vara väsentligt starkare för vårsäden än höstsäden.

För potatis har ett starkt kurvlineärt samband erhållits mellan skörden och nederbörden under juli-aug., ehuru på grund av primärvärdenas spridning resultatet ej är signifikant. Likaså har för kålrötter och rovor erhållits markerade kurvlinjer med avseende på juli-septembernederbörden. Av tab. 19 framgår, att dessa äro statistiskt säkra, detta även med avseende på avvikelser från den rätta linjen. Av fig. 15 framgår ifrågavarande sambandskurvors starkt böjda form. För potatis ligger maximipunkten vid ungefär samma x-värde som vid de föregående undersökningarna, medan för rotfrukterna en väl definierad maximipunkt vid ungefär 200 mm föreligger.

Beträffande vallarna är sambandet något mindre starkt än vid föregående undersökningar rörande vallskördarna, även om det kan betraktas som ganska säkert. Kurvans form torde emellertid i icke ringa grad avgöras av ett enstaka år (1926), då nederbörden var avsevärt större än den normala. Det kan diskuteras, huruvida under sådana förhållanden alla primärvärden böra medtagas. Då det emellertid är svårt att draga någon gräns härutinnan, ha i föreliggande undersökningar konsekvent alla år medtagits. Däremot har i vissa fall något år uteslutits, då det av skördeuppgifterna tydligt framgätt, att någon annan faktor än nederbörden varit av utslagsgivande natur beträffande skördeutbytet, exempelvis utvintning av höstsäd (vilket framgätt vid jämförelse av olika grödor för samma plats och år).

## 7. Varpnäs.

Den till Varpnäs hörande åkerarealen omfattar c:a 260 ha, däri inräknat den år 1912 inköpta gården Lillerud om ungefär 95 ha åkerjord, till sin natur likartad med åkerjorden vid Varpnäs. Denna utgöres dels av mjåla- och svåmlera, dels av kärr- och mosstorvjord



samt dels ock till mindre del av mosand, alltså tämligen växlande jordartsförhållanden. Växtföljden å Varnäs har under senare år omfattat dels en 7-årig fastmarkscirkulation med helträda, tre vallar och två år vårsäd, samt dels en 8-årig mossjordscirkulation med delvis fyraåriga vallar, vilken även tillämpats å Lillerud. Man måste sålunda räkna med, att de varierande jordartsförhållandena till en viss grad inverkat på skördeavkastningen och följaktligen det använda materialet kan vara något heterogent.

I tab. 20 återgivas skörderesultaten av undersökta växtslag vid Varnäs för tiden 1901-1940. Som synes har av höstsåden rågen varit den dominerande grödan, ehuru under senare år en ganska betydande höstvetedodling förekommit, i genomsnitt c:a 15 ha. Av vårsåden har havre- och blandsädesodlingen varit den mest omfattande, medan korn först fr.o.m. 1930 i verksamhetsberättelserna redovisats för sig, varför denna gröda ej medtagits. Som i tab. 20 framgår, beteckna de under kolumnen "havre" upptagna skördedata icke enbart havre utan även en större eller mindre areal blandsäd ingår häri. Med reservation för de felaktigheter, som detta kan medföra, har dock dessa data använts för statistisk undersökning. — Liksom vid Klagstorp har som synes havre- och vallodlingen förekommit i störst omfattning.

Nederbördsförhållandena vid Varnäs framgå av tab. 21. Emedan officiella nederbördsmätningar började vid Varnäs först 1918, har för tiden dessförinnan nederbördsstationen i Karlstad använts. Av tabellen framgår, att för samtliga undersökningsperioder har nederbörden här varit större än vid någon tidigare undersökt egendom, varför man a priori kan vänta, att förefintliga samband mellan nederbörd och skördeavkastning ävenledes kunna vara av något annorlunda karaktär.

Av tab. 22 framgår resultaten av de statistiska undersökningarna och av fig. 16 sambandens förlopp rörande de olika växtslagen. För stråsådens vidkommande här som synes ganska starka samband mellan nederbörden under maj-juni och skördeutbytet erhållits, som vanligt starkast för vårsåden, där signifikant samband föreligger. Beträffande maximipunkten ligger den vid betydligt högre x-värde än vid de övriga undersökningarna för höstvetete, medan den för råg

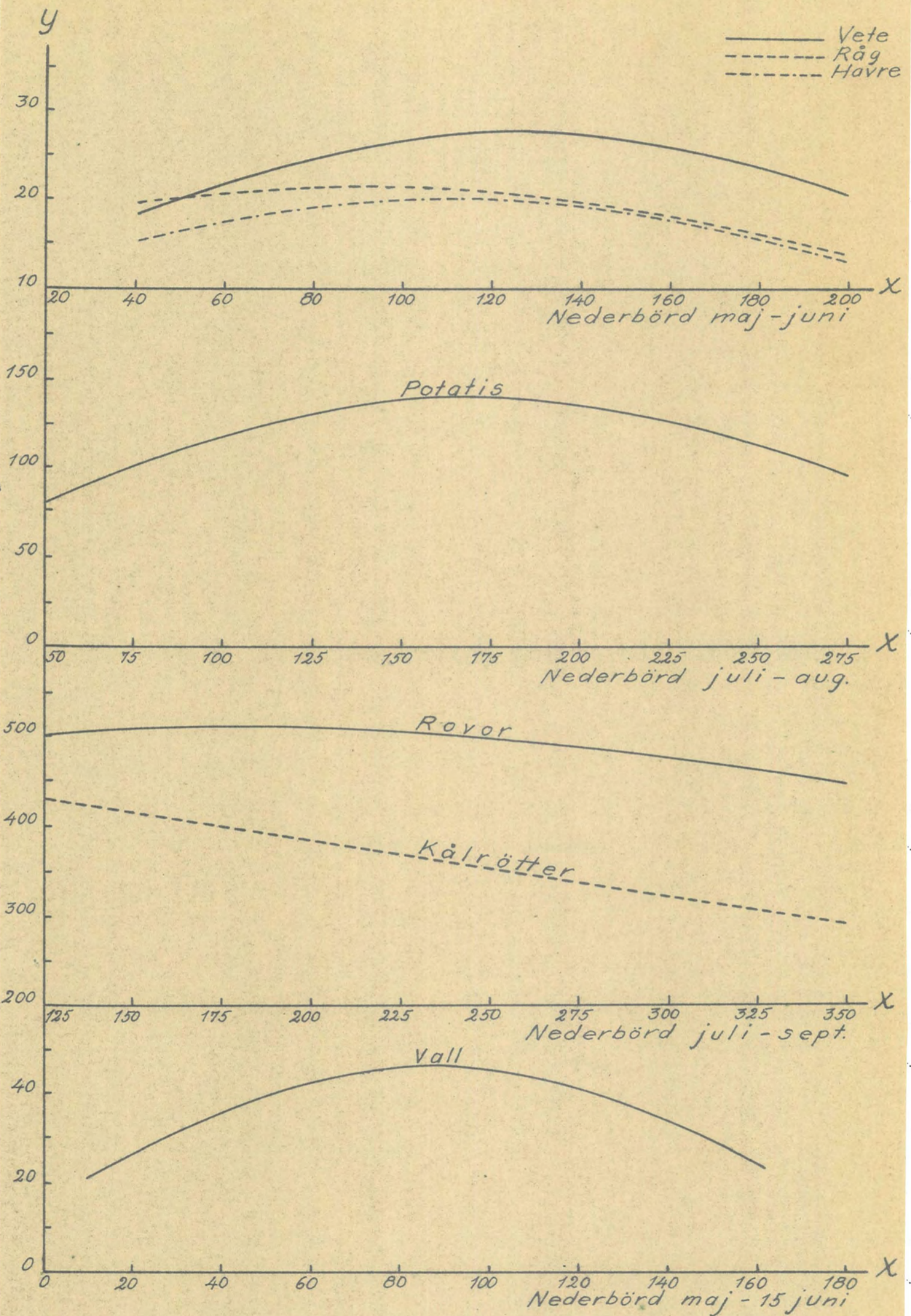


Fig. 16. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) vid Varpnäs åren 1901-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 22.

och havre ungefär sammanfaller med tidigare resultat härutinnan.

Ett intimt samband förefinnes mellan potatisskördarna och nederbörden under juli-aug. med en maximipunkt vid 170 mm. Som av fig. 16 framgår, är sambandet typiskt kurvlineärt och som sådant statistiskt säkert. — För rotfrukterna däremot ligga tydligen förhållandena annorlunda till, i det att beträffande kålrötter erhöles ett nära nog signifikant negativt rätlinigt samband, medan för rovorerna ett svagt kurvlineärt och mycket diffust samband föreligger. Anledningen till den till synes ogynnsamma inverkan av riklig nederbörd på rotfruktsodlingen kan delvis bero på att denna huvudsakligen torde ha förekommit å torvjord, vilken vanligen ställer mindre krav på nederbörden av flertalet fastmarksjordar.

För vallarna har å andra sidan ett mycket tydligt samband med försommarens nederbörd erhöles med en optimipunkt vid omkring 90 mm. Då genomsnittliga nederbörden under tiden maj-15 juni varit 68 mm, skulle sålunda även här trots den förhållandevis höga nederbörden ett icke obetydligt deficit föreligger.

### 8. Vassbo.

Den till Vassbo skoljordbruk hörande åkerarealen omfattar något över 100 ha, varav ungefär 80 ha fastmarksjord, bestående av i huvudsak mullfattig lättlera, samt c:a 20 ha väl humifierad torvjord. Å fastmarksjorden har använts följande cirkulation: 1) träda, 2) höstsäd, 3-5) vall samt 6-7) vårsäd, medan å torvjorden i allmänhet ingen träda använts utan i stället tagits rotfrukter och delvis grönfoder, varefter lagts igen till vall i grönfoder eller också utan skyddssäd. Vallarna har sedan fått ligga så länge, som nöjaktiga skördar från densamma kunnat erhöles, i regel 3-4 år (under senare år har dock blott 2-årig vall använts), varpå tagits två vårsädesskördar.

I tab. 23 återgives skörderesultaten av undersökta grödor vid Vassbo för tiden 1901-1940. Av denna framgår, att även här havre- och vallodlingen intagit en mycket framträdande plats. Därjämte har en ganska omfattande odling av blandsäd förekommit, i genom-

snitt ungefär 15 ha. Före 1916 var denna i verksamhetsberättelserna sammanslagen med havreskördarna, varför dessa endast medtagits från nämnda år.

Nederbörden vid Vassbo under åren 1901-1940 framgår av tab. 24. Vissa år har emellertid som i tabellen angivits nederbördsuppgifter tagits från nederbördsstationen i Falun.

Resultaten av undersökningarna rörande sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning vid Vassbo framgå av tab. 25 samt av den grafiska återgivningen i fig. 17. Beträffande stråsäden äro som synes sambanden ungefär analoga med de föregående resultaten, med avseende på höstsäd ganska lika för vete och råg. Liksom beträffande Varpnäs har toppunktens läge förskjutits ganska långt åt höger. Vidare skulle maximipunkten för havre enligt de erhållna resultaten ligga vid ungefär 150 mm nederbörd, men då sambandet här är mycket vagt, kan givetvis ej detta resultat tillmätas någon större betydelse. För korn däremot har som av tab. 25 framgår statistiskt säkert samband erhållits.

För såväl potatis som rotfrukter har i föreliggande fall erhållits lineära samband, beträffande potatis svagt positivt men för rotfrukterna tydligt negativt, särskilt för kålrötterna, där liksom vid Varpnäs säkert negativt samband föreligger. Orsaken härtill torde vara densamma som vid Varpnäs, att rotfruktsodling på torvjord ger bäst resultat vid relativt låg nederbörd. De anförda växtföljdsuppgifterna ge nämligen vid handen, att rotfruktsodlingen i huvudsak förekommit å torvjorden. Att sambandet mellan nederbörden och potatisskördarna avviker från tidigare erhållna resultat torde delvis kunna bero på jordartsförhållandena; som av tab. 23 framgår, har potatisodling förekommit på en ganska liten areal, varför tydligen platsen och därmed jordart och bonitet kunnat växla från år till år. — Beträffande vallarna har som synes högt signifikant samband mellan skördeavkastningen och nederbörden under försommaren erhållits, enligt vilket maximipunkten skulle ligga vid omkring 100 mm nederbörd. Då medelnederbörden under maj-15 juni varit 66 mm, föreligger sålunda likvom vid Varpnäs ett betydande underskott.

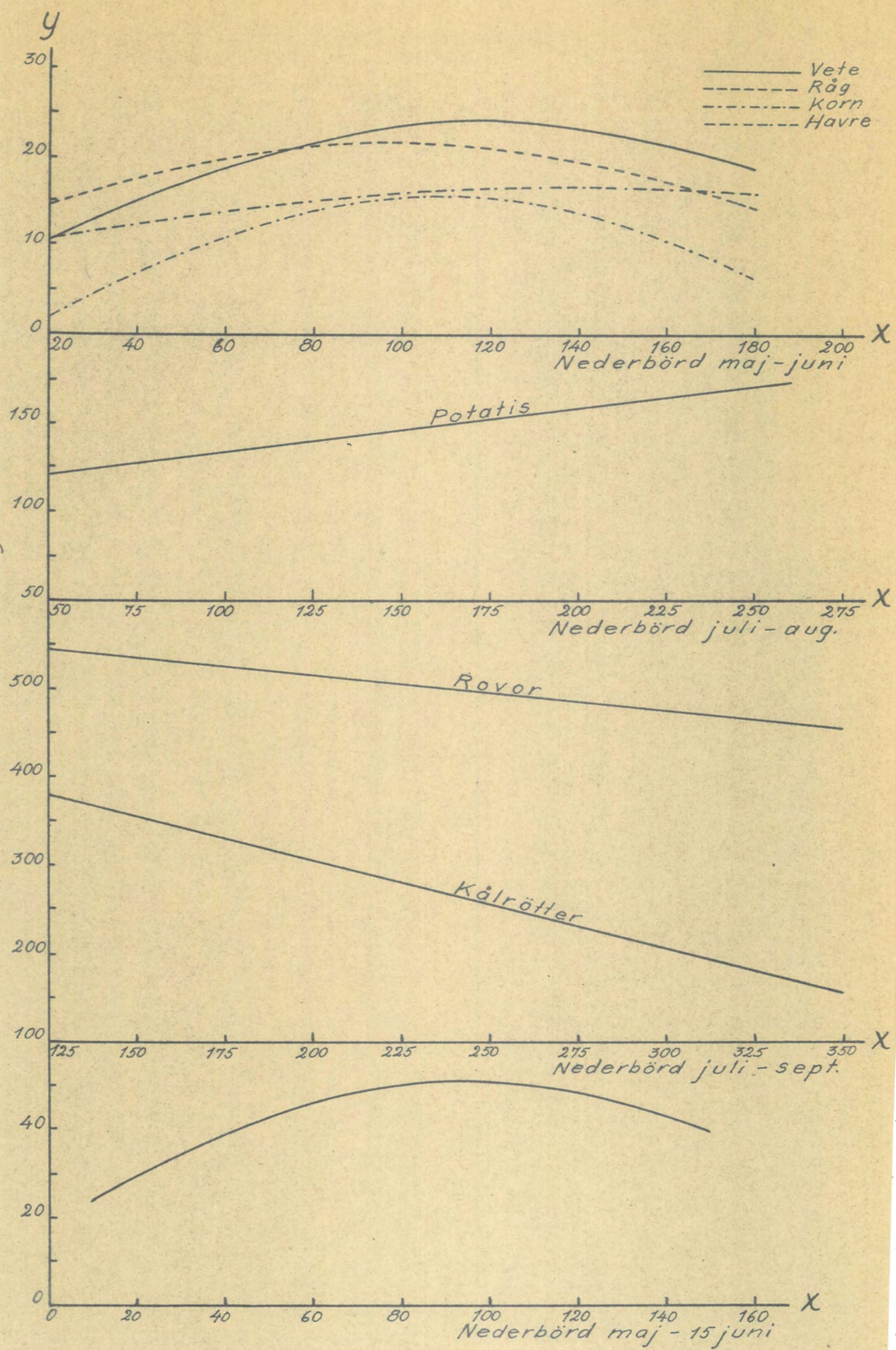


Fig. 17. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i t/ha (y) vid Vassbo åren 1901-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 25.

D. Samband mellan nederbörd och de olika växtslagens avkastning enligt de erhållna resultaten.

Som framgår av resultaten av de utförda undersökningarna rörande sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning har detta för de undersökta egendomarna visat sig vara av mer eller mindre olikartad natur. Att så blivit fallet måste givetvis ses mot bakgrunden av att förhållandena i olika avseenden växlat från plats till plats, bl.a. ha jordartsförhållandena varierat avsevärt. Man kan helt naturligt icke räkna med samma relation mellan nederbörd och skördeutbyte å en lerjord och å en sandjord, ännu mindre beträffande en fastmarksjord och en organogen jord. Vidare har å de undersökta egendomarna använts olika växtföljd, varför förfruktens inverkan kan göra sig mer eller mindre starkt gällande i de erhållna skörderesultaten. Därjämte ha nederbördsförhållandena ej varit desamma å de olika platserna, utan nederbörden företer en tendens till ökning med nordläget men framförallt från öster till väster räknat, detta icke minst beträffande försommarens nederbörd. Sålunda har genomsnittliga nederbörden under maj-juni vid de båda Skånegårdarna varit c:a 85 mm, vid de tre egendomarna i östra Sverige omkring 90 mm samt vid de tre övriga i runt tal 100 m. En motsvarande tendens föreligger beträffande de övriga undersökta perioderna. Som i det föregående framhållits, måste man räkna med, att i trakter med ringa nederbörd bör ett starkare samband mellan denna och skördeutbytet erhållas än i trakter med mera riklig nederbörd, vilket även framgår vid jämförelse av på olika platser utförda undersökningar (Sando 1922, Mattice 1926 m.fl.). Vidare ha undersökningar av Wallén (1917) visat, att ju längre norrut man kommer i vårt land, desto svagare blir nederbördens och desto starkare temperaturens inflytande på skördeavkastningen.

Trots de olikheter i skilda avseenden, som vidlåda resultaten från de undersökta egendomarna, förete dessa dock vissa gemensamma drag, och i den följande framställningen skall göras ett försök att påvisa de lagbundenheter som synas råda mellan nederbördsfaktorn och skördeavkastningen. Liksom i det föregående skall

därvid stråsäden behandlas för sig och därefter de övriga växtslagen i den ordning de varit föremål för undersökning.

### 1. Stråsäd.

En översikt av nederbördsförhållandena under maj-juni i de delar av vårt land, som de verkställda undersökningarna omfattat, återgives i fig. 18. Denna sammanställning har upprättats på grundval av nederbördsuppgifter i Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalts Årsbok för 20-årsperioden 1919-1938 genom att medelnederbörden för ett antal nederbördsstationer uträknats, varefter kurvorna dragits med 10 mm intervall (utom beträffande områden med mycket hög nederbörd). På nederbördskartan har därjämte de undersökta egendomarnas läge angivits.

Av fig. 18 framgår, att nederbörden i östra Sverige och framförallt på Öland och Gotland är synnerligen låg under denna period i jämförelse med nederbörden i de västra länen och därvid särskilt Hallands och Älvsborgs län samt de västra delarna av Kronobergs och Jönköpings län, vilka områden enligt Hesselman (1932) närmast äro av humid karaktär. På grund härav är det naturligt, att de verkställda undersökningarna rörande sambandet mellan maj-juninederbörden och stråsädesskördarna i många fall visat ett mycket intimt samband. Som översiktskartan visar ha dock ej de ur nederbördssynpunkt mera extrema områdena blivit representerade i de föreliggande undersökningarna, beroende på svårigheten att kunna uppbringa med övriga undersökta platser jämförbart primärmaterial. Då det å andra sidan givetvis vore värdefullt för belysande av i föreliggande arbete behandlade frågor om just dylika mera extrema områden bleve föremål för undersökning härutinnan, har längre fram en på basis av den officiella störde statistiken grundad kompletterande undersökning verkställts. På grund av materialets art har det nämligen icke ansetts lämpligt att i detta sammanhang behandla detsamma.

Genom den använda undersökningsmetodiken för bestämning av sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning har som av de anförda resultaten framgått, en för flertalet fall mer eller mindre

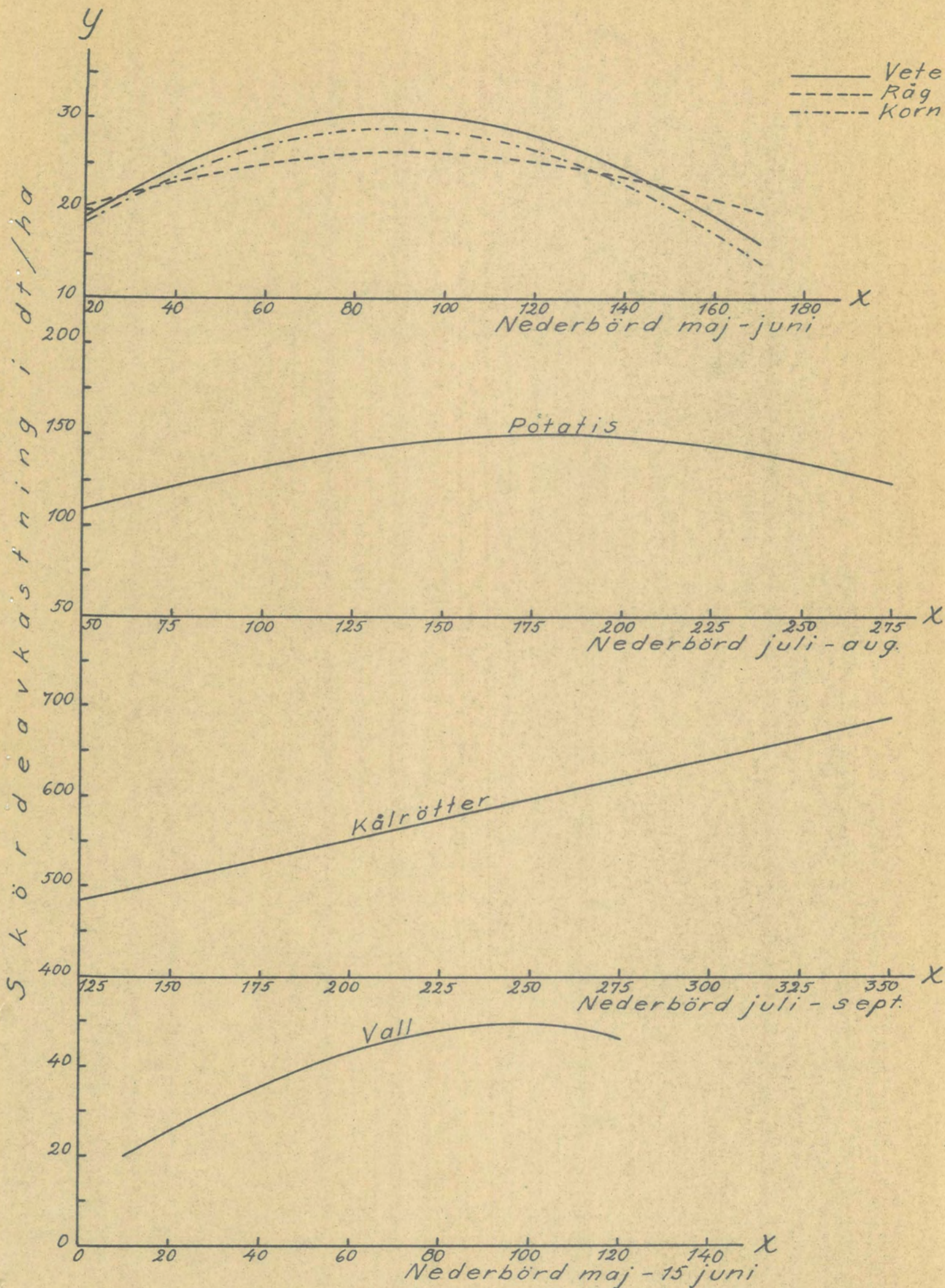


Fig. 13. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) vid Ultuna åren 1904-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 16.



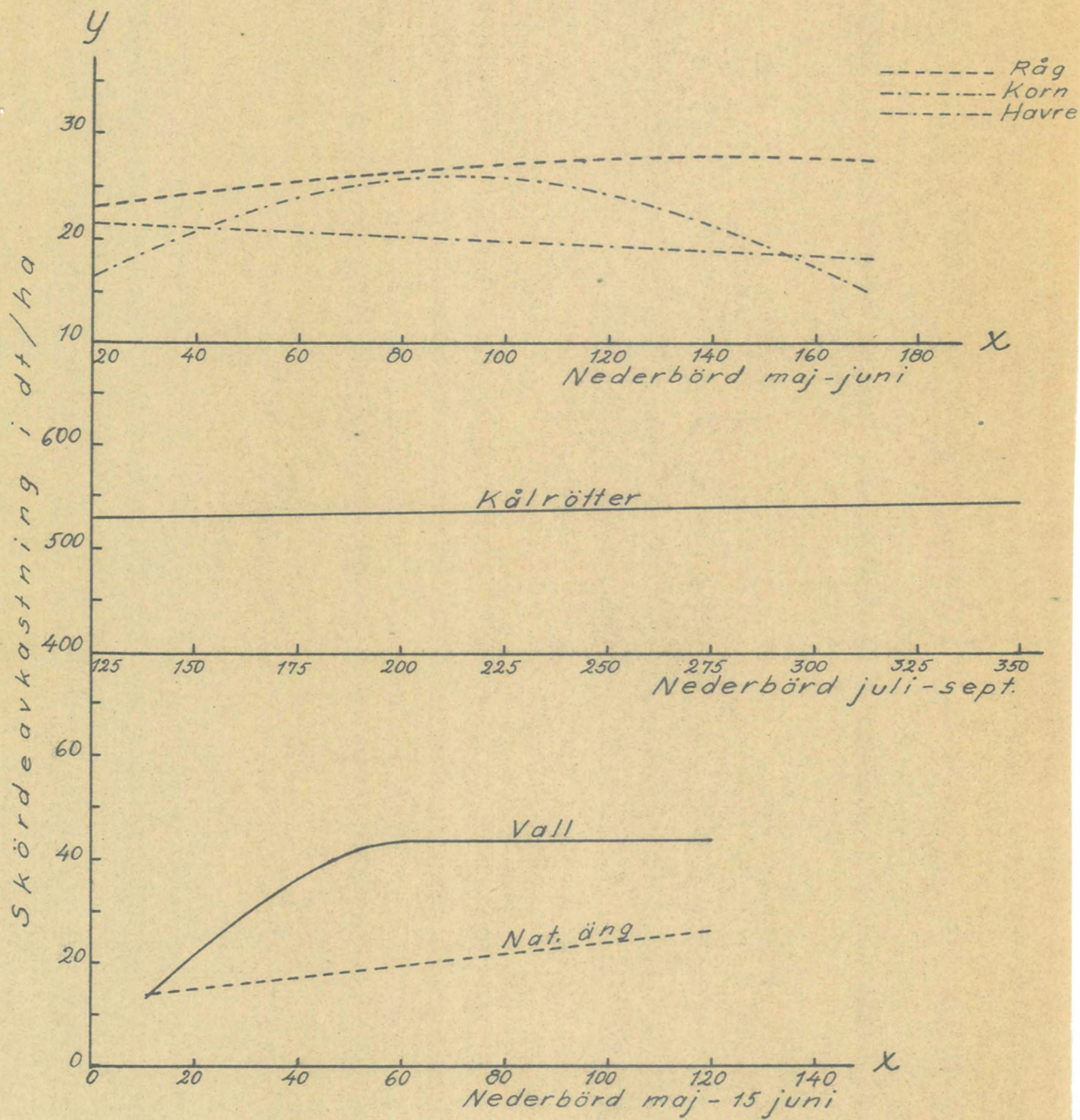


Fig. 14. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) å Kungsängen åren 1904-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 16. Jfr texten!

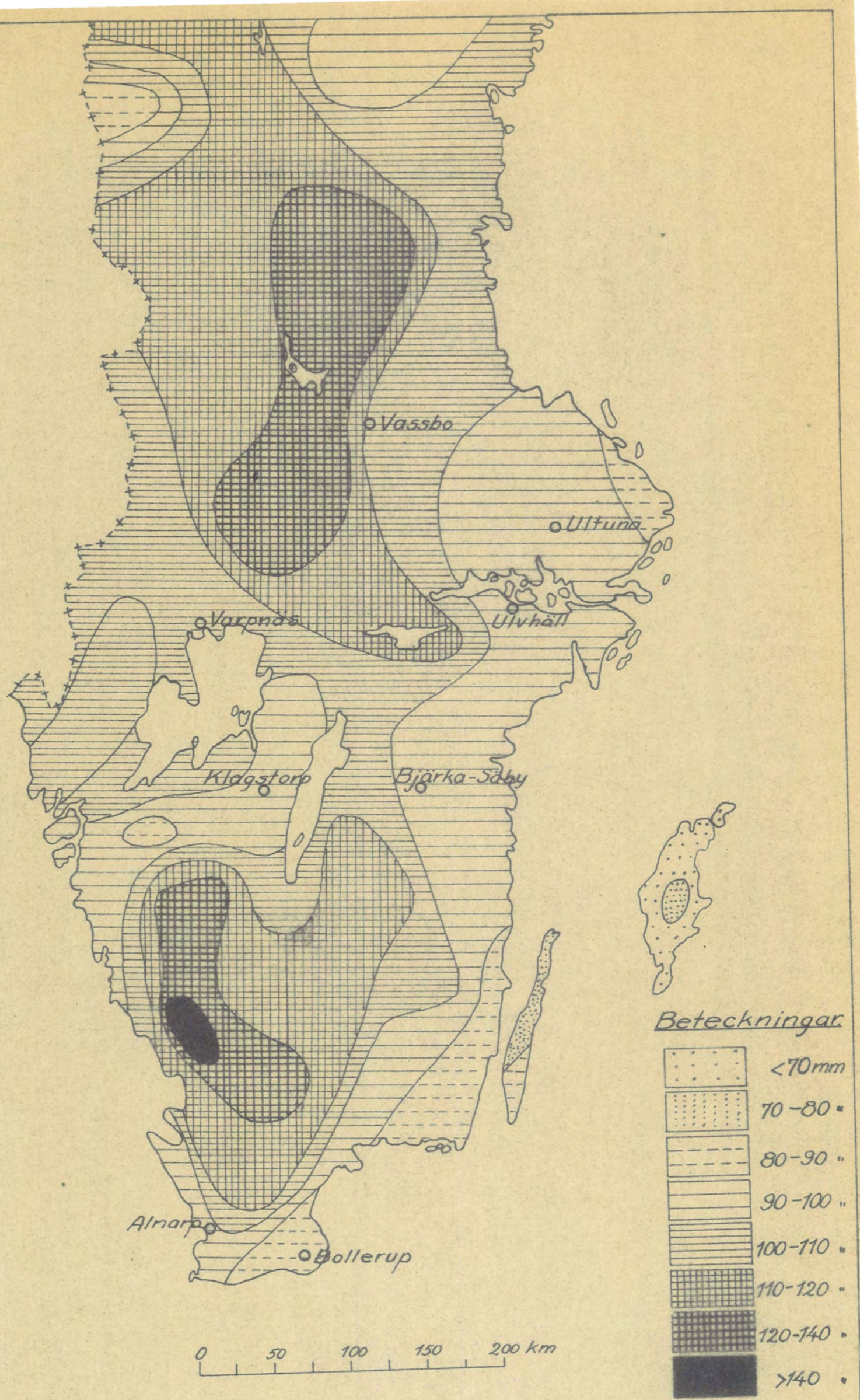


Fig. 18. Översigtskarta över medelnederbörden under maj och juni för 20-årsperioden 1919-1938 enligt Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalts Årsbok samt med de undersökta egendommarnas läge angivet.

tydligt markerad optimipunkt erhållits. Även om denna med hänsyn till andra på avkastningen inverkan klimatfaktorer icke kan betraktas som något absolut mått på den för varje särskilt fall gynnsammaste nederbörds mängden, torde den dock ge vissa hållpunkter härutinnan. En sammanställning av maximipunktens läge för stråsädesskördarna vid de olika egendomarna bör därför vara ganska belysande. I nedanstående tabell har för respektive gårdar angivits dels medelnederbörden under maj och juni för den tidsperiod undersökningarna maximalt omfattat och dels den för varje särskild stråsädesgröda ur de erhållna sambandsfunktionerna erhållna maximipunktens läge i x-led.

Lokal	Medelnederbörd i mm under maj-juni	Maximipunktens läge i x-led för			
		Höstvete	Höstråg	Korn	Havre
Alnarp	87	99	82	100	111
Bollerup	79	102	100	104	91
Bjärka-Säby	94	93	86	105	107
Ulvhäll	85	97	-	103	97
Ultuna	88	90	94	104	-
Kungsängen	88	-	147	93	-
Klagstorp	98	-	-	-	154
Varpnäs	99	128	94	-	112
Vassbo	97	120	101	111	150

Ehuru som sammanställningen visar en del variationer beträffande maximipunktens läge föreligga, framgår dock det intressanta förhållandet, att trots att medelnederbörden för de undersökta egendomarna varit ganska olika maximipunkten för respektive växtslag ligger vid i stort sett samma nederbörds mängd. De avvikelser som de olika växtslagen härutinnan visa, torde ofta bero på tillfälligheter. Sålunda kan resultatet från ett enda skördeår stundom i väsentlig grad bestämma sambandskurvens form och icke minst maximipunktens läge i x-led, detta senare särskilt om kurvan är jämförelsevis flack. Det torde därför vara berättigat att genom sammanslagning av det föreliggande undersökta materialet få fram ett för respektive växtslag representativt uttryck för sambandet

mellan nederbörd och skördeavkastning. En liknande metod tillämpades av Cole (1938) vid undersökningar rörande nederbördens inverkan på vårveteskördarna i U.S.A.

Eftersom medelavkastningen vid de olika egendomarna ej varit lika, kunna skörderesultaten icke utan vidare sammanställas. För att s.a.s. få alla skördedata hänfödda till samma bas har därför i de följande undersökningarna för varje egendom skörden uttryckts i procent av medeltalet, varefter dessa relativtal sammanställts med motsvarande nederbördssiffror.

Beträffande höstvete framgår av den anförda tabellen, att maximipunkten ligger väsentligt högre för Varpnäs och Vassbo än för övriga egendomar, varjämte för Klagstorp erhållits lineärt samband mellan nederbörd och skördeutbyte. Det är därför naturligt, att man måste få ett annat läge av maximipunkten även på summakurvan, om alla gårdarna medtagas än om de som förete väsentliga avvikelser från genomsnittet uteslutas. Å andra sidan kan det diskuteras, om det är berättigat att utesluta någon undersökt egendom vid en dylik sammanställning, då för en annan gröda resultaten varit i mycket god överensstämmelse med resultaten från övriga egendomar. Sålunda erhöles som sammanställningen visar för höstråg resultat som beträffande Varpnäs och Vassbo väl överensstämma med de övriga. För korn är som synes maximipunktens läge i x-led synnerligen likartat för samtliga egendomar, där kurvlineärt samband mellan de undersökta faktorerna erhållits.

I de följande sammanställningarna har på grund härav för vissa grödor dubbla beräkningar verkstälts, dels med resultaten från samtliga egendomar medtagna och dels med uteslutande av de gårdar, där de erhållna resultaten avsevärt skilt sig från det genomsnittliga resultatet.

För höstvete erhöles med tillämpning av den tidigare använda metoden följande ekvationer för summakurvan:

1) Med samtliga undersökta egendomar medtagna:

$$y = 75.87 + (0.481 \pm 0.172)x - (0.00204 \pm 0.00078)x^2$$

varvid sålunda  $t_b$  blir 2.8 och  $t_c$  2.6. Vidare erhöles därvid korrelationsförhållandet  $\eta = 0.173 \pm 0.061$ , d.v.s.  $t_\eta = 2.8$ .

Sålunda skulle ett ganska säkert kurvlineärt samband mellan nederbörden i mm under maj-juni och skördeavkastningen i procenttal föreligga. Maximipunkten ligger emellertid å denna kurva vid 118 mm, alltså avsevärt högre än beträffande genomsnittet för de första fem undersökta gårdarna.

2) Med uteslutande av Klagstorp, Varpnäs och Vassbo:

$$y = 67.76 + (0.770 \pm 0.212)x - (0.00398 \pm 0.00119)x^2$$

varvid  $t_b$  och  $t_c$  bli resp. 3.6 och 3.3, alltså statistiskt sett signifikanta samband. I detta fall kommer maximipunkten att ligga vid 97 mm, vilket torde vara ett med verkliga förhållandena mera överensstämmande värde.

I fig. 19 ha resultaten av sammanställningarna beträffande höstveteskördarna grafiskt återgivits. Den heldragna kurvan anger sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning, då samtliga gårdar medtagits, och den streckade visar motsvarande samband, då ovannämnda gårdar uteslutits. Det kan nämnas, att i senare fallet blir sambandet, om givna data utjämnas med en rät linje,

$$y = 99.50 + (0.006 \pm 0.050)x,$$

således praktiskt taget inget som helst samband. Detta visar vanskligheten av att genom användning av lineära utjämningsmetoder dra några generella slutsatser.

Beträffande höstråg ligga de vid undersökningarna erhållna maximipunkterna vid omkring 95 mm utom för Kungsängen, där denna skulle ligga vid c:a 150 mm och för Klagstorp, där rätlinigt samband erhöles. Genom användning av samma förfaringssätt som för höstvete erhöles följande två sambandsekvationer:

1) Samtliga gårdar medtagna:

$$y = 83.34 + (0.417 \pm 0.169)x - (0.00220 \pm 0.00077)x^2$$

där  $t_b$  blir 2.5 och  $t_c$  2.9, alltså ett statistiskt ganska säkert resultat, trots i de enskilda undersökningarna mycket varierande samband. Det ligger emellertid i sakens natur, att genom en dylik sammanslagning av materialet summakurvan måste bli betydligt

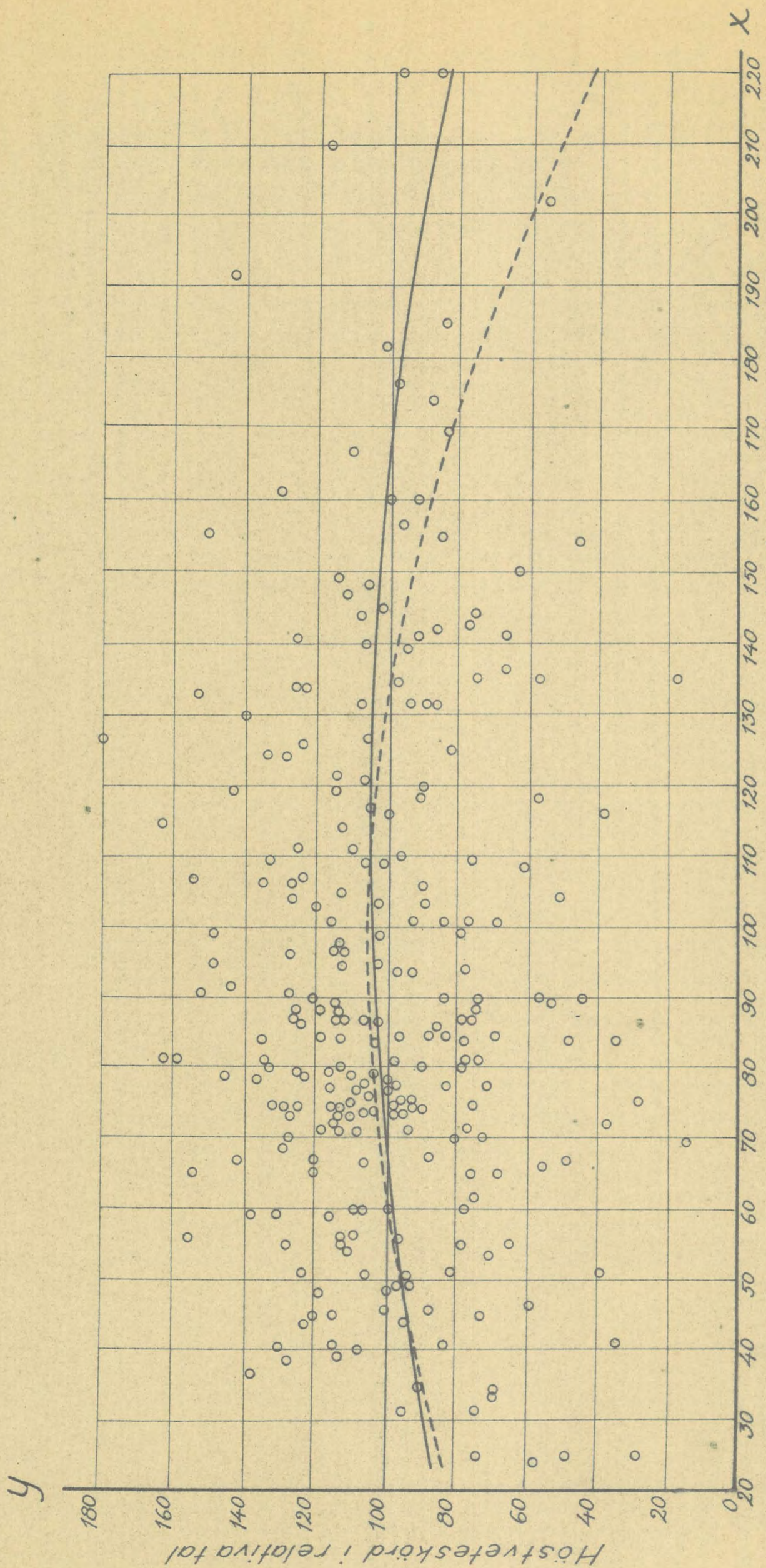


Fig. 19. Samband mellan nederbörden i mm under maj-juni ( $x$ ) och veteskörden uttryckt i procent av medelavkastningen vid resp. undersökta egendomar ( $y$ ). Den heldragna kurvan anger bruttosambandet för samtliga gårdar och den streckade kurvan motsvarande samband för Alnarp, Bollерup, Bjärka-Såby, Ulvhäll och Ultuna. Jfr texten! Den förra kurvan motsvaras av funktionen

$$y = 75.87 + (0.481 \pm 0.172)x - (0.00204 \pm 0.00078)x^2$$

och den senare av funktionen

$$y = 67.76 + (0.770 \pm 0.212)x - (0.00398 \pm 0.00119)x^2.$$

säkrare ur statistisk synpunkt, eftersom den kommer att bygga på ett långt större antal data. Maximipunkten skulle enligt den erhållna kurvan ligga vid 95 mm, alltså vid ett betydligt lägre värde än motsvarande kurva för vete.

2) Med uteslutande av Kungsängen och Klagstorp:

$$y = 77.57 + (0.575 \pm 0.212)x - (0.00308 \pm 0.00100)x^2$$

vilken ur statistisk synpunkt är ännu något säkrare än den förra. Toppunkten på kurvan ligger i detta fall vid 93 mm, således praktiskt taget sammanfallande med den förra kurvan. Som ovan nämnts måste därför den först erhållna maximipunkten för vete anses vara för hög beträffande x-värdet, ehuru vid summakurvan för råg med alla egendomarna medtagna förefintliga olikheter mellan de enskilda gårdarna tydligen i viss mån tagit ut varandra. En grafisk återgivning av resultaten rörande rågskördarna lämnas i fig. 20, där på samma sätt som i fig. 19 båda kurvorna angivits.

Om de i fig. 20 inlagda data utjämnas medelst en rät linje, erhålles för båda fallen ett mycket vagt samband; sålunda blir i det senare fallet regressionslinjen

$$y = 105.60 - (0.061 \pm 0.050)x,$$

d.v.s. nederbördens inverkan på rågskörden skulle vara synnerligen ringa och, om man överhuvud kunde tala om någon sådan, verka i negativ riktning.

I fig. 21 ha på enahanda sätt kornskördarna uttryckta i relativa tal sammanställts med nederbörden under maj - juni. I detta fall har icke funnits anledning att utesluta någon gård. Utjämnas värdena i fig. 21 med en andragradsparabel, erhålles resultatet

$$y = 59.12 + (0.934 \pm 0.156)x - (0.00461 \pm 0.00081)x^2$$

alltså ett högt signifikant samband mellan de två faktorerna, i det att  $t_b = 6.0$  och  $t_c = 5.7$ . Denna kurva har en maximipunkt vid  $x = 101$ , d.v.s. något högre än för höstsäden. Vid jämförelse mellan fig. 21 och motsvarande diagram beträffande höstsäden framgår, att värdena ligga betydligt mindre spridda kring kurvan för kornets vidkommande, varjämte denna senare är starkare böjd och

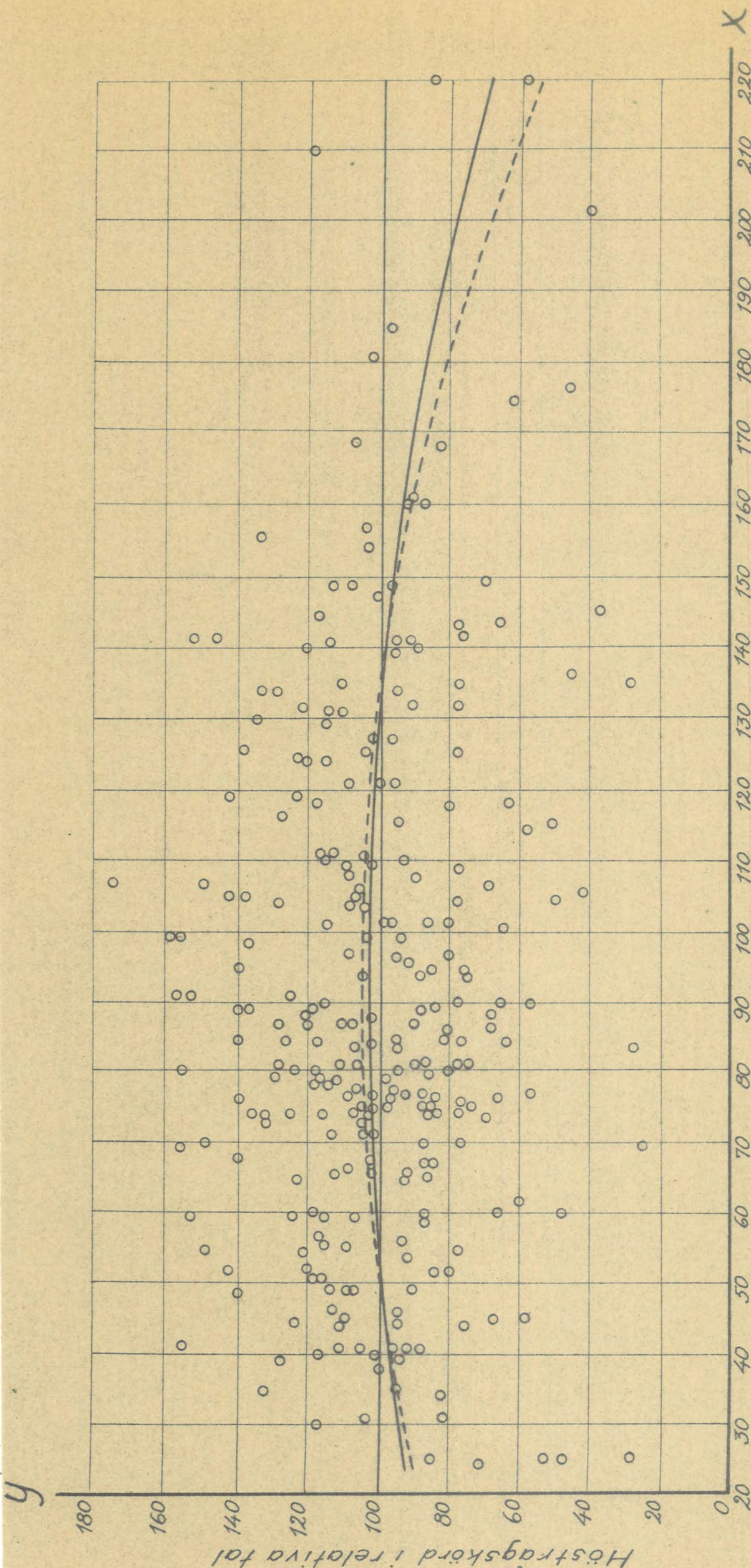


Fig. 20. Samband mellan nederbörden i mm under maj-juni (x) och hösträgskörden uttryckt i procent av medelavkastningen vid resp. undersökta egendomar (y). Den heldragna kurvan anger bruttosambandet för samtliga gårdar och den streckade motsvarande samband för Alnerp, Bollerup, Bjärka-Säby, Ultuna, Varpnäs och Vassbo. Jfr texten! Den förra kurvan motsvaras av funktionen  $y = 83.34 + (0.417 \pm 0.169)x - (0.00220 \pm 0.00077)x^2$  och den senare av funktionen  $y = 77.57 + (0.575 \pm 0.212)x - (0.00308 \pm 0.00100)x^2$ .



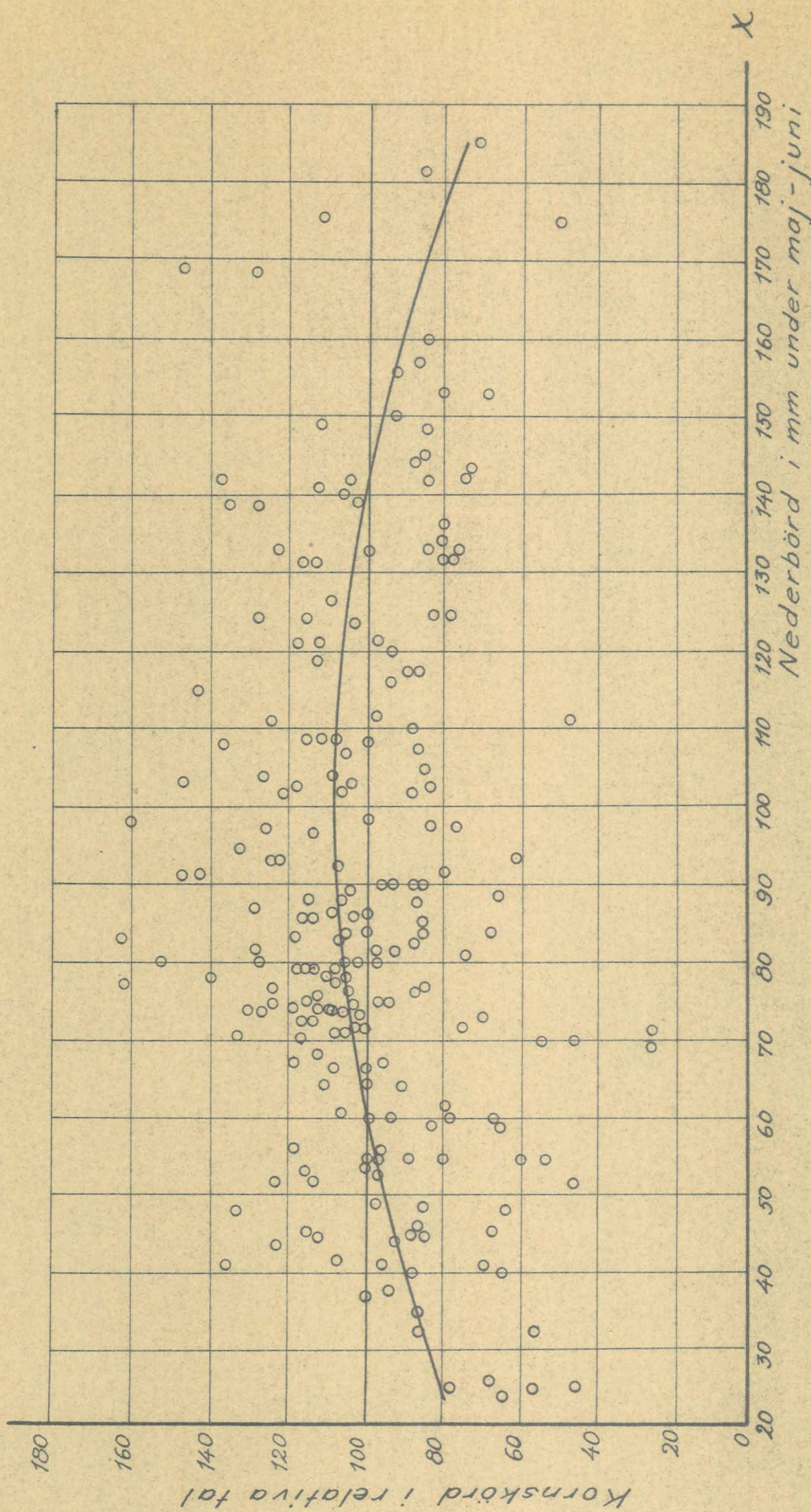


Fig. 21. Samband mellan nederbörden i mm under maj-juni. (x) och kornskörden uttryckt i procent av medelavkastningen vid resp. undersökta egendomar (y). Kurvan anger bruttosambandet för samtliga gårdar och motsvaras av funktionen

$$y = 59.12 + (0.934 \pm 0.156)x - (0.00461 \pm (0.0081)x^2).$$

sålunda har en mera markerad maximipunkt. Sker utjämning av kornskördarna medelst en rät linje, erhålles visserligen ett något bättre resultat än för höstsäden, nämligen

$$y = 93.18 + (0.076 \pm 0.048)x,$$

men som synes blir även här sambandet ganska vagt.

Beträffande havreskördarna slutligen äro förhållandena långt mindre enhetliga med avseende på resultaten från de enskilda gårdarna, i det att kurvans toppunkt vid ett par tillfällen legat över 150 mm. Orsakerna härtill är svårt att avgöra; det kan tänkas, att havre i viss utsträckning odlats på sådana jordar, där hög nederbörd ej haft någon direkt ogynnsam effekt, d.v.s. på relativt genomsläpplig jord. I varje fall föranleder de något heterogena resultaten en liknande uppdelning som beträffande höstsäden. Då samtliga egendomar medtagas, erhålles en kurva

$$y = 69.41 + (0.611 \pm 0.265)x - (0.00258 \pm 0.00121)x^2$$

med en maximipunkt vid 118 mm. Kurvan är statistiskt sett tämligen säker men dock icke signifikant. Däremot blir sambandet mycket säkert, om resultaten från Kungsängen, Klagstorp och Vassbo uteslutas, nämligen

$$y = 50.75 + (1.055 \pm 0.200)x - (0.00480 \pm 0.00092)x^2$$

varvid  $t_p$  blir 5.3 och  $t_c$  5.2, alltså i god överensstämmelse med resultatet rörande kornskördarna. Maximipunkten kommer här att ligga vid 110 mm nederbörd. Ej heller i detta fall erhålles något påtagligt samband vid utjämning medelst en rät linje, då denna visserligen går i positiv riktning, men dock är av mycket obestämmd karaktär:

$$y = 96.61 + (0.037 \pm 0.051)x,$$

Sambandet mellan havreskördarna i procenttal och maj-juninederbörden har grafiskt återgivits i fig. 22, där de båda kurvorna med samma betydelse som förut äro inlagda.

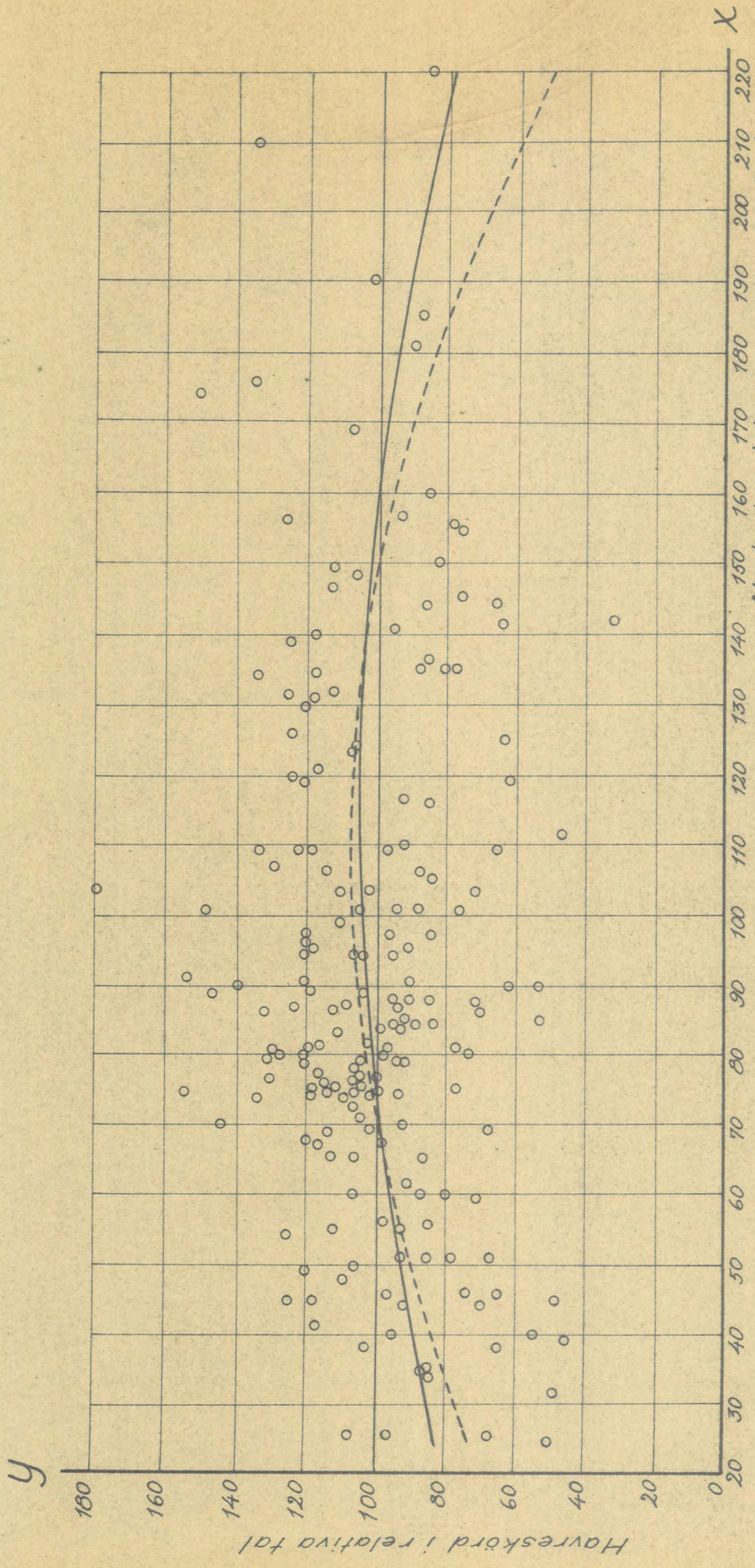


Fig. 22. Samband mellan nederbörden i mm under maj-juni (x) och havreskörden uttryckt i procent av medelavkastningen vid resp. undersökta egendomar (y). Den heldragna kurvan anger bruttosambandet för samtliga gårdar och den streckade motsvarande samband för Alnarp, Bollerup, Bjärka-Säby, Ulvhäll och Varpnäs. Jfr texten! Den förra kurvan motsvaras av funktionen  $y = 69.41 + (0.611 \pm 0.265)x - (0.00258 \pm 0.00121)x^2$  och den senare av funktionen  $y = 50.75 + (1.055 \pm 0.200)x - (0.00480 \pm 0.00092)x^2$ .

Sammanfattningsvis kan sägas på grundval av de erhållna resultaten rörande försommarnederbördens inverkan på stråsädesskördarna i södra och mellersta Sverige, att denna utövar starkare inflytande på vårsäden än på höstsäden, där åtskilliga andra faktorer i väsentlig grad torde inverka, icke minst väderleksförhållandena under vintern. Då emellertid undersökningarna kunna bygga på tillräckligt stort antal data, visar det sig dock, att även beträffande höstsäden, främst vetet men även rågen, förefinnes ett ganska starkt samband mellan skördeutbyte och försommarens nederbörd. Enligt de erhållna resultaten torde i stort sett en nederbördsmängd av 90 - 95 mm under maj-juni vara gynnsammast för rågen, medan den för höstvetete bör ligga vid omkring 95 - 100 mm. Beträffande vårsäden torde nederbörden under ifrågavarande period böra vara något högre, för korn omkring 100 mm och för havre ungefär 110 mm. Det är självfallet, att förhållandena kunna växla från plats till plats och sålunda även ett från de angivna värdena mer eller mindre avvikande nederbördsbehov föreligga, men de erhållna resultaten torde dock på det hela taget ange den riktiga storleksordningen.

Å andra sidan bör emellertid framhållas, att de erhållna sambanden äro bruttosamband, d.v.s. resultaten ha icke befriats från inverkan av andra klimatfaktorer och icke heller har hänsyn här tagits till nederbörden under övriga delar av året. Det är troligt, att resultaten komme att bli något annorlunda, om det renodlade nettosambandet mellan nederbörden under maj-juni och skördeutbytet undersökts, samtidigt som detta samband givetvis är ett bättre uttryck för de faktiska förhållandena. Som tidigare framhållits, har förf. i föreliggande arbete dock ej sett det möjligt att kunna genomföra en dylik undersökning.

## 2. Potatis.

Under det att resultaten rörande sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning för stråsädens vidkommande på det hela taget visat sig ganska enhetliga, ha de däremot beträffande potatisskör-

darna blivit avsevärt mer divergerande. För vissa egendomar har ett ganska intimt samband mellan potatisskördarna och nederbörden under juli-aug. kunnat påvisas, under det att i andra fall ett ganska vagt samband förefunnits eller de båda faktorerna t.o.m. synta variera praktiskt taget oberoende av varandra. Man kan givetvis utgå från, att om potatis år från år odlas på någorlunda likartad jord och sorterna likaledes ej växla alltför mycket, bör ett bättre samband mellan nederbörden under en viss period och skördeutbytet erhållas än om jordarten växlar och särskilt om proportionen mellan tidig och sen potatis varierat från det ena året till det andra. I många fall har nämligen icke i primärmaterialet angivits, huruvida och i vad mån tidig potatis ingått i de lämnade skördeuppgifterna. För tidig potatis kan man tydligen icke räkna med nederbördsperioden juli-aug. såsom i föreliggande undersökningar varit fallet, utan där spelar nederbörden under en långt tidigare period den största rollen (Claussen 1922 m.fl.).

Om sålunda med visst berättigande resultaten av stråsådesundersökningarna kunnat bli föremål för en gemensam sammanställning, är det mera tveksamt, om ett dylikt förfaringsätt är tillämpligt på undersökningarna rörande potatis. En annan orsak till att en likartad sammanställning härutinnan kan ifrågasättas är att maximipunktens läge enligt de erhållna resultaten tenderar att variera med medelnederbörden, vilket sålunda tyder på att potatis i viss mån anpassar sig efter rådande nederbördsförhållanden. Detta framgår av följande sammanställning för de olika egendomarna.

	Medelnederbörd i mm under juli-aug.	Maximipunktens läge i x-led
Alnarp	130	148
Bollerup	132	123
Bjärka-Säby	143	143
Ulvhäll	140	139
Ultuna	146	182
Klagstorp	143	156
Varpnäs	155	170
Vassbo	152	-

Vid Vassbo erhöjls lineärt samband mellan nederbörd och skördeutbyte, ehuru resultatet där av orsaker, som tidigare diskuterats, blev mycket osäkert. Resultaten från Vassbo ha därför icke medtagits i den följande sammanställningen.

Med reservation för de oegentligheter, som en direkt sammanställning av potatisskördarna uttryckta i procent av medelavkastningen för respektive egendomar medför, har en dylik sammanställning i analogi med stråsådesundersökningarna företagits.

I fig. 23 återgives grafiskt de erhållna resultaten vid sammanställningen av potatisskördarna med juli-augustinederbörden. I diagrammet har inlagts den beräknade sambandskurvan

$$y = 47.27 + (0.757 \pm 0.181)x - (0.00241 \pm 0.00057)x^2,$$

vilket samband trots de i flera fall ganska diffusa sambanden vid de enskilda undersökningarna är högt signifikant. Kurvan har en maximipunkt vid  $x = 157$ , vilken som av fig. 23 framgår ungefär sammanfaller med medelbörden, som för samtliga medtagna egendomar uppgick till 142 mm. Härav framgår, att vid lineär utjämning måste resultatet bli mycket vagt, vilket också är fallet, i det att regressionslinjen blir

$$y = 97.50 + (0.018 \pm 0.037)x$$

vilket skulle betyda, att de båda faktorerna praktiskt taget varierat oberoende av varandra.

Beträffande sambandet mellan potatisskördarna och nederbörden under juli-aug. torde man på grundval av de erhållna resultaten kunna draga den slutsatsen, att denna med avseende på medelsena och sena potatissorter har en ganska stark inverkan. Den gynnsammaste nederbördsmängden synes för områden i södra och mellersta Sverige med mera måttlig nederbörd ligga vid omkring 140 till 150 mm, under det att i trakter med rikligare nederbörd optimipunkten ligger något högre.

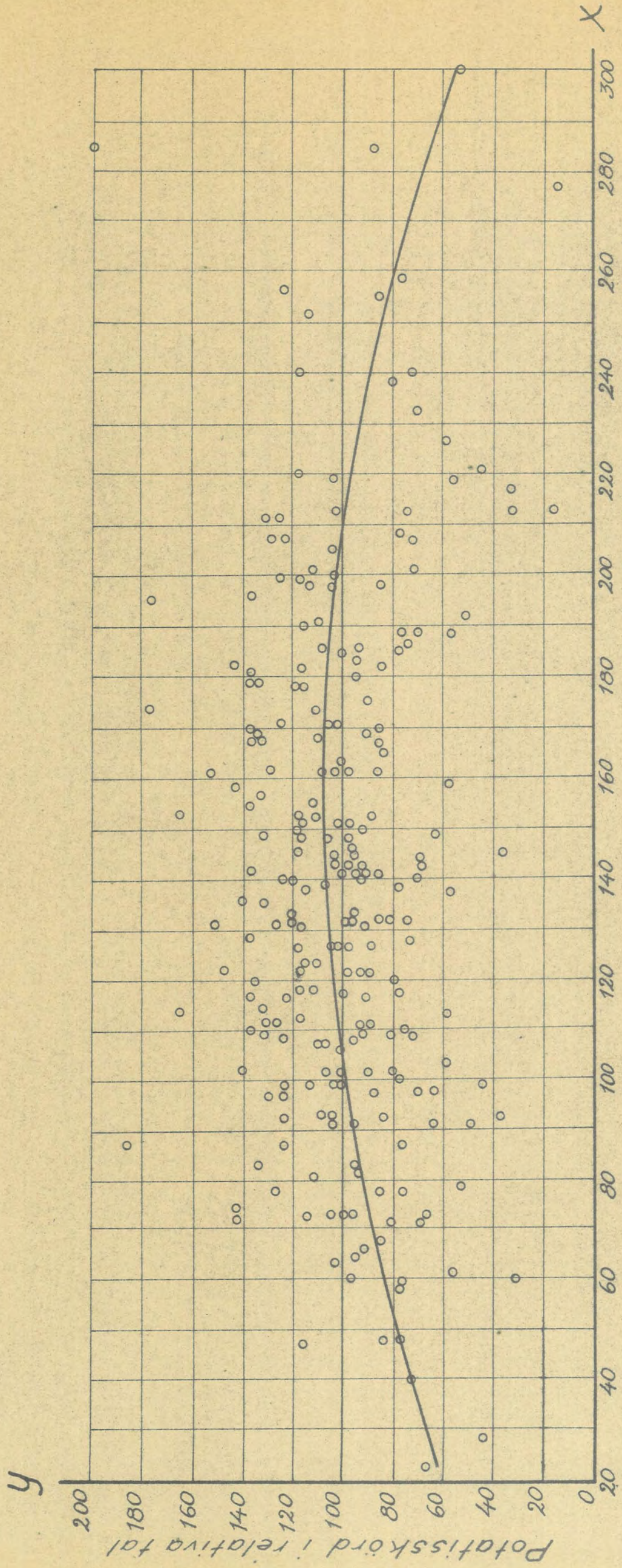


Fig. 23. Samband mellan nederbörden i mm under juli-augusti (x) och potatisskörden uttryckt i procent av medelavkastningen vid resp. undersökta egendomar (y). Kurvan anger bruttosambandet för Alnarps, Bollerup, Bjärka-Säby, Ulvhäll, Ultuna, Klagstorp och Varpnäs samt motsvaras av funktionen

$$y = 47.27 + (0.757 \pm 0.181)x - (0.00241 \pm 0.00057)x^2.$$

## 3. Rotfrukter.

Som av resultaten från de enskilda egendomarna angående sambandet mellan nederbörden och rotfruktsskördarna framgår, har detta i ännu högre grad än för potatisen varierat. Detta framgår med all tydlighet av nedanstående översikt, som för de olika egendomarna och rotfruktsslagen anger regressionskoefficienten  $b$  och dennas säkerhet ävensom det erhållna sambandets art.

Lokal	Gröda	Medel-neder-börd mm	$b$	$t_b$	Sambandets art
Alnarp	Socket-betor	179	$-0.065 \pm 0.133$	0.5	obestämt
"	Foderbetor	180	$0.415 \pm 0.466$	0.9	d:o
Bollerup	Socket-betor	182	$-0.190 \pm 0.174$	1.1	negativ tendens
"	Foderbetor	190	$-0.551 \pm 0.388$	1.4	negativt
"	Kålrötter	190	$-0.640 \pm 0.430$	1.5	"
Bjärka-Säby	"	192	$0.974 \pm 0.311$	3.1	signifikant positivt
Ulvhäll	"	193	$0.585 \pm 0.376$	1.6	positivt
Ultuna	"	214	$0.904 \pm 0.453$	2.0	"
Klagstorp	"	205	$5.381 \pm 1.941$	2.8	kurvlineärt, signifikant
"	Rovor	199	$7.182 \pm 2.375$	3.0	"
Varpnäs	Kålrötter	226	$-0.608 \pm 0.243$	2.5	starkt negativt
"	Rovor	218	$0.934 \pm 1.265$	0.7	kurvlineärt, obestämt
Vassbo	Kålrötter	218	$-1.019 \pm 0.375$	2.7	starkt negativt
"	Rovor	206	$-0.425 \pm 0.407$	1.1	negativ tendens

Beträffande de båda egendomarna i södra Skåne har sålunda sambandet mellan skördeutbytet och nederbörden under juli-sept. antingen varit mycket vagt eller, i den mån någon tendens förefunnits, gått i negativ riktning. Däremot har ett tydligt positivt samband erhållits för de tre egendomarna i östra Sverige, särskilt



beträffande Bjärka-Säby. Vid Klagstorp erhöles för såväl kålrötter som rovor mycket markerade kurvlineära samband, medan för de båda sist undersökta gårdarna, Varpnäs och Vassbo, erhöles klart negativa samband, åtminstone beträffande kålrotsskördarna.

Anledningen till att så olikartade resultat erhöles, torde ej vara lätt att avgöra. I varje fall är det tydligt, att det icke är nederbördens storlek under ifrågavarande period, som främst förorsakat detta, då som av den givna sammanställningen framgår denna ej företett några större variationer från plats till plats. Visserligen ökar medelnederbörden något från söder till norr, men kvar står dock det faktum, att sambandet visat sig vara starkt positivt beträffande egendomarna i östra Sverige men snarare motsatsen för de två Skånegårdarna. Detta tyder på att andra faktorer utövat starkt inflytande, av klimatfaktorerna tydligen främst temperaturen, men därjämte ha jordartsförhållandena sannolikt till en viss grad inverkat. Att negativt samband mellan nederbörden och rotfruktsskördarna erhöles vid Varpnäs och Vassbo torde sålunda till väsentlig del bero på att rotfruktsodlingen i huvudsak förekommit å torvjord.

Beträffande nederbörden under försommaren har denna enligt verkställda undersökningar å det föreliggande materialet i huvudsak verkat i negativ riktning, alltså analogt med Högbergs (1926) resultat angående sockerbetsskördarna i Skåne. Likaledes framgår av i det föregående anförda tyska undersökningar (Hecker 1911, Gösele 1929 m.fl.), att försommarens nederbörd ej utövar någon mera betydande inverkan på rotfrukternas avkastning och att hög nederbörd därvid icke är gynnsamt.

De erhölesna resultaten äro som synes så varierande, att det är vanskligt att draga några bestämda slutsatser av desamma. Det framgår dock av de samstämmiga resultaten från de tre egendomarna i östra Sverige, att för fastmarksjordar torde här relativt hög nederbörd under juli-sept. vara gynnsamt, ehuru någon bestämd nederbörds-mängd är svårt att angiva. I de fall då kurvlineärt samband mellan nederbörden och rotfruktsskördarna förefanns, erhöles en maximipunkt vid omkring 200 mm. Huruvida dessa resultat äga mera allmän giltighet, kan emellertid icke på grundval av föreliggande undersökningar fastställas, utan fortsatta undersökningar härutinnan äro

erforderliga.

Som allmänt omdöme om de verkställda undersökningarna rörande nederbördens inverkan på rotfruktsskördarna torde kunna sägas, att den tillämpade metoden att använda bruttosambandet mellan de båda faktorerna som kriterium på nederbördens effekt torde vara mindre ändamålsenlig beträffande rotfrukterna än för övriga undersökta växtslag. Önskvärdheten af att här i stället använda multipel regression, eventuellt kurvlineär, framstår därför tydligt, ehuru det samtidigt bör framhållas, att en undersökning,<sup>som</sup> skall ge en verkligt klar bild av rotfruktsodlingens beroende av nederbördsförhållandena, säkerligen kommer att visa sig ganska vansklig och krävande att genomföra.

#### 4. Vallväxter.

De mest entydiga resultaten rörande nederbördens inverkan på skördeutbytet ha erhållits beträffande vallarna, vilket är i full överensstämmelse med tidigare undersökningar såväl i vårt land som i utlandet. Som av redogörelsen för resultatet från de enskilda gårdarna framgår, erhöles även för vallarnas vidkommande kurvlineärt samband i flertalet fall. I nedanstående sammanställning gives en översikt av medelnederbörden vid de undersökta egendomarna under tiden maj-15 juni för de år undersökningarna omfattat samt den beräknade maximipunktens läge i x-led.

	Medelnederbörd i mm maj-15 juni	Maximipunktens läge i x-led
Alnarp	57	122
Bollerup	56	93
Bjärka-Säby	62	102
Ulvhäll	58	-
Ultuna	59	98
Klagstorp	64	98
Varpnäs	68	89
Vassbo	66	97

Bortsett från Alnarp, där maximipunkten ligger ganska högt, och Ulvhäll, där lineärt samband erhållits, ligger som synes maximipunkten praktiskt taget vid samma nederbördsmängd, trots en från söder till norr ökad genomsnittlig nederbörd. Det kan därför anses vara berättigat att i likhet med resultaten rörande stråsåden slå samman de enskilda undersökningarna, varigenom ett väl definierat samband mellan avkastningen och försommarens nederbörd bör kunna erhållas.

I fig. 24 ha skördedata för vallarna, för varje egendom uttryckta i procent av medelavkastningen, sammanställts med nederbörden för resp. år, sammanlagt 278 värden. Mellan de båda faktorerna erhöles följande sambandsfunktion:

$$y = 51.10 + (1.289 \pm 0.154)x - (0.00636 \pm 0.00099)x^2$$

vilken som omedelbart framgår av diagrammet, där även kurvan inlagts, måste vara högt signifikant. Detta är ävenledes fallet, i det att  $t_p = 8.4$  och  $t_c = 6.4$ , således mycket säkert definierade koefficienter. Kurvan har ett maximum vid  $x = 101$  mm, vilket alltså skulle vara den lämpligaste nederbörden för ifrågavarande period.

Även genom utjämning medelst en rät linje erhålles ett mycket starkt samband med nederbörden, i det att regressionslinjen blir

$$y = 78.75 + (0.345 \pm 0.043)x,$$

vilket resultat givetvis beror på att flertalet observerade data äro belägna på den uppåtstigande delen av sambandskurvan (jfr fig. 24), enär den beräknade optimala nederbörden med c:a 65 % överstiger medelnederbörden.

De verkställda undersökningarna rörande sambandet mellan slåttervallarnas avkastning och nederbörden under sexveckorsperioden maj-15 juni ge sålunda ganska enstämmigt vid handen, att en nederbörds-  
mängd av omkring 100 mm under denna period torde vara gynnsammast beträffande vallodlingen i södra och mellersta Sverige.

Vid flertalet undersökta egendomar har som framgår av de anförda uppgifterna rörande cirkulationen använts tvååriga vallar (vid Al-

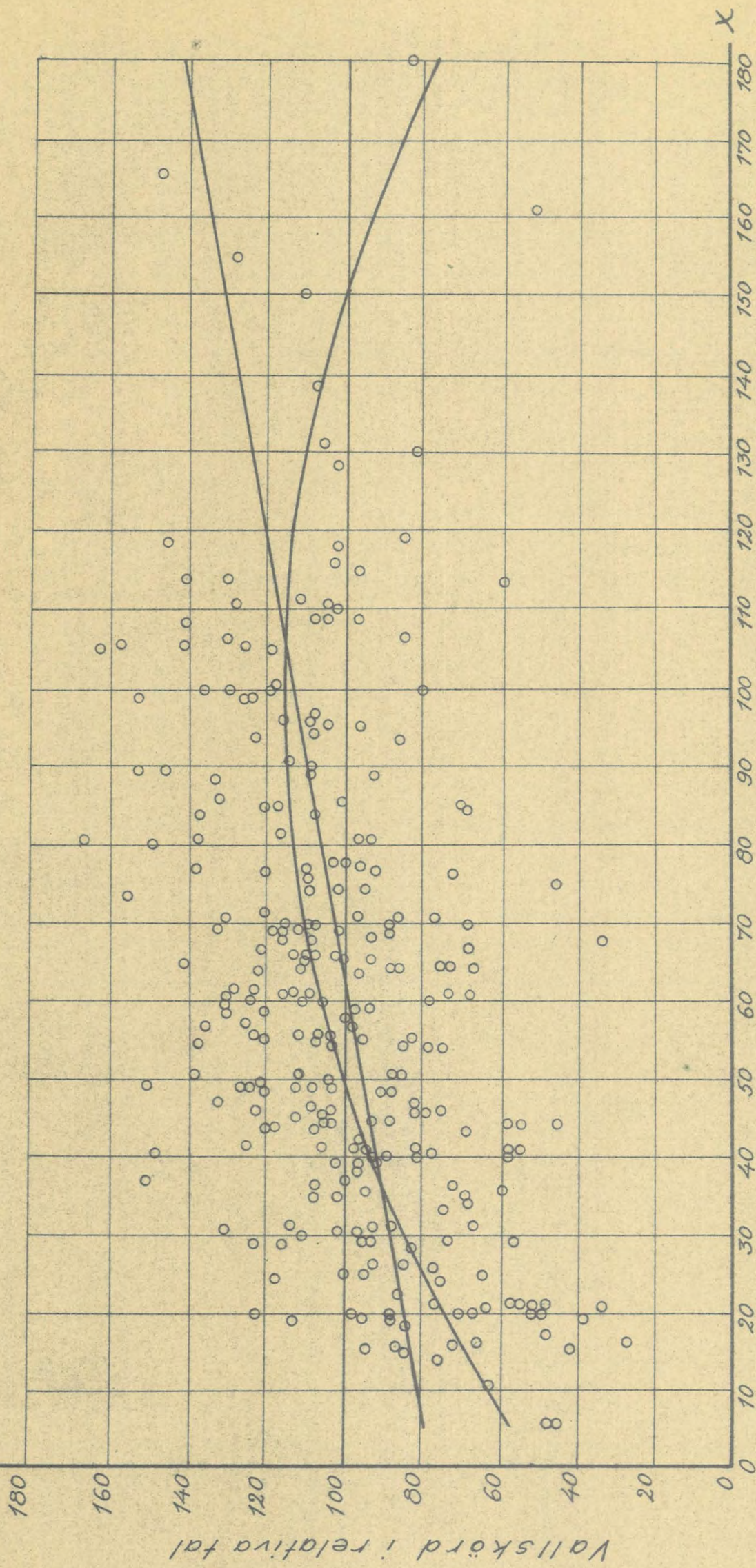


Fig. 24. Samband mellan nederbörden i mm under sexveckorsperioden maj-15 juni (x) samt vallskörden uttryckt i procent av medelavkastningen vid resp. undersökta egendomar (y). Kurvan anger bruttosambandet för samtliga gårdar utom Kungsängen (jfr fig. 14) och motsvaras av funktionen

$$y = 51.10 + (1.289 \pm 0.154)x - (0.00636 \pm 0.00099)x^2.$$

I diagrammet har dessutom inlagts motsvarande lineära sambandsfunktion

$$y = 78.75 + (0.345 \pm 0.043)x.$$

narp blott ettårig vall). Vid vallinsådden är det ju av stor vikt, att jordfuktigheten är tillräckligt stor för att vallfröet, i synnerhet klöverfröet, skall kunna gro. I annat fall kan detta komma att gro först vid en långt senare tidpunkt, vilket medför, att beståndet blir svagt utvecklat och därigenom en del plantor kunna duka under på vintern. Det bör därför vara av viss betydelse för att vallarna skola ge god avkastning icke blott att nederbörden under skördeåret är tillräcklig utan även att nederbörden under motsvarande tid föregående år ej är för knapp. Detta torde i viss mån även vara fallet åtminstone för andraårsvallarna, i det att torka under föregående år dels ger upphov till en svag förstaårsvall och dels även medför att beståndet får ett svagt utvecklat rotsystem, vilket sålunda inverkar menligt på nästa års vallskörd, även om nederbörden då är ganska riklig.

För att belysa denna fråga har en kompletterande undersökning utförts rörande sambandet mellan vallavkastningen och nederbörden maj-15 juni dels under skördeåret och dels under föregående år. Som inledningsvis anförts, skulle det vid beräkning av dylika multipla samband bli i hög grad arbetskrävande att använda metoder som tillåta beräkning av eventuellt förefintlig kurvform, varför undersökningen i föreliggande fall förenklats genom att sambandet beräknats enligt ekvationen

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2,$$

vilken i strid med de erhållna resultaten förutsätter lineärt samband mellan de undersökta faktorerna.

Koefficienterna i ovanstående ekvation erhållas enligt Mills (1924) ur formlerna

$$\left. \begin{aligned} \sum x_1 y &= b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1 x_2 \\ \sum x_2 y &= b_1 \sum x_1 x_2 + b_2 \sum x_2^2 \\ a &= \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2 \end{aligned} \right\}$$

där  $y$ ,  $x_1$  och  $x_2$  äro avvikelser från resp. medeltal,  $\bar{y}$ ,  $\bar{x}_1$  och  $\bar{x}_2$ .

Liksom vid användning av regressionslinjer i planet bör man vid

multipl regression ha ett mått på koefficienternas statistiska säkerhet för att kunna bedöma det beräknade sambandets art. Enligt Ezekiel (1930) erhålles medelfelen på  $b_1$  och  $b_2$  vid lineär regression enligt formlerna

$$\varepsilon(b_1) = S_y \sqrt{c_{11}}$$

och

$$\varepsilon(b_2) = S_y \sqrt{c_{22}}$$

I dessa uttryck betecknar  $S_y$  spridningen av värdena i  $y$ -led kring regressionsplanet och erhålles analogt med föregående ur ekvationen

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum y^2 - b_1 \sum x_1 y - b_2 \sum x_2 y}{n}}$$

Kvantiteterna  $c_{11}$  och  $c_{22}$  slutligen beräknas enligt följande formler:

$$\left. \begin{aligned} c_{11} \sum x_1^2 + c_{12} \sum x_1 x_2 &= \frac{1}{n} \\ c_{11} \sum x_1 x_2 + c_{12} \sum x_2^2 &= 0 \end{aligned} \right\}$$

samt

$$\left. \begin{aligned} c_{12} \sum x_1^2 + c_{22} \sum x_1 x_2 &= 0 \\ c_{12} \sum x_1 x_2 + c_{22} \sum x_2^2 &= \frac{1}{n} \end{aligned} \right\}$$

varvid  $n$  betyder antalet år som ingå i undersökningsperioden och  $x_1$  och  $x_2$  som förut beteckna avvikelserna från sina medeltal.

I föreliggande undersökningar betecknar  $x_1$  nederbörden under maj-15 juni skördeåret och  $x_2$  nederbörden under motsvarande tid föregående år. Resultaten av de utförda undersökningarna framgå av nedanstående tabell, där  $y$  anger höskörden i dt/ha. I de två högra kolumnerna beteckna  $t_{b_1}$  och  $t_{b_2}$  kvoten mellan regressionskoefficienterna  $b_1$  och  $b_2$  och tillhörande medelfel och utgöra alltså ett mått på sambandets statistiska säkerhet.

Som av tabellen framgår, är så gott som genomgående sambandet mellan årets nederbörd och skördeutbytet statistiskt säkert. I de fall då sambandet är mindre utpräglat, torde detta bero på att sambandet

Lokal	Sambandsfunktion $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$			$t_{b_1}$	$t_{b_2}$
	a	$b_1$	$b_2$		
Alnarp	36.2	$0.204 \pm 0.041$	$0.037 \pm 0.041$	5.0	0.9
Bollerup	40.9	$0.234 \pm 0.067$	$-0.061 \pm 0.067$	3.5	0.9
Bjärka-Säby	36.5	$0.136 \pm 0.051$	$0.053 \pm 0.051$	2.7	1.0
Ulvhäll	26.2	$0.243 \pm 0.099$	$0.107 \pm 0.095$	2.5	1.1
Ultuna	19.0	$0.275 \pm 0.064$	$0.079 \pm 0.064$	4.3	1.2
Klagstorp	34.4	$0.078 \pm 0.058$	$-0.073 \pm 0.058$	1.3	1.3
Varpnäs	28.6	$0.094 \pm 0.045$	$0.052 \pm 0.046$	2.1	1.1
Vassbo	32.8	$0.167 \pm 0.047$	$-0.008 \pm 0.048$	3.6	0.2

i själva verket är typiskt kurvlineärt, vilket även framgår vid jämförelse med de tidigare återgivna diagrammen rörande vallskördarna.

Däremot har i intet fall erhållits något säkert samband mellan vallskörden och nederbörden under försommaren föregående år. Fastän sambandet mellan dessa båda faktorer ej är så markerat, framgår dock av de erhållna resultaten, bortsett från ett par fall, att en viss tendens föreligger, i det att ett om än svagt så dock tämligen enhetligt samband finnes. Man skulle visserligen väntat sig, att beträffande de egendomar, där kortvariga vallar förekomma, skulle nämnda samband blivit mera påtagligt, men så har dock ej blivit fallet. Å andra sidan bör man givetvis icke förbise det förhållandet, att riklig nederbörd efter den 15 juni föregående år kan utöva stort inflytande på följande års vallskörd och därigenom motverka torra under den föregående undersökta perioden, vilket måste ge sig tillkänna genom ett svagare statistiskt samband beträffande denna period.

Det är sålunda tydligt, att försommarens nederbörd under skördeåret är den dominerande faktorn beträffande vallskördarna, medan nederbörden under samma tid föregående år synes vara mindre betydelsefull härvidlag. Som nämnts kunna dock icke förhållandena anses tillräckligt belysta genom här använda enkla metod, vilken givetvis blott får betraktas som en grov approximation.

E. Jämförande undersökningar på grundval av den officiella skördestatistiken.

Såsom tidigare framhållits, ansågs det lämpligast att grunda föreliggande undersökningar rörande sambandet mellan nederbörden och skördeutbytet på skörderesultat från enskilda gårdar, emedan ett dylikt material ur olika synpunkter borde vara ganska representativt för ifrågavarande ändamål, en uppfattning, som ett flertal forskare tidigare företrätt, exempelvis Höhne (1929), Neustädt (1929), Gerlach (1930), Wilhelm (1937) m.fl.

De av förf. verkställda undersökningarna ha emellertid av lätt insedda skäl måst begränsas till att omfatta ett fåtal egendomar. Euru vissa lagbundenheter kunnat påvisas beträffande sambandet ifråga, ligger det i sakens natur, att resultaten ej utan vidare kunna generaliseras och utsträckas till att gälla hela det område, inom vilket de undersökta egendomarna äro belägna. Fortsatta och väsentligt mera ingående undersökningar härutinnan måste följa, innan den fråga, som i detta arbete avhandlats, kan betraktas som tillräckligt belyst. Såsom ett komplement till undersökningarna beträffande de enskilda egendomarna ha för vissa lokala områden dylika sambandsberäkningar baserats på den officiella statistiken. Som tidigare anförts, måste dock en viss försiktighet iakttagas vid användning av detta material, då det i vissa fall torde få betraktas som alltför subjektivt. Beträffande det statistiska material, som dessa kompletterande undersökningar grundats på, visade det sig nödvändigt att i någon mån beskära detsamma, visserligen ej genom någon uteslutning av enskilda år utan därigenom att tidpunkten för undersökningsperiodens början måste väljas något med hänsyn till materialets art.

För att dessa undersökningar på lämpligaste sätt skulle kunna komplettera resultaten från de enskilda gårdarna, ha områdena valts med hänsyn till rådande nederbördsförhållanden. Som av nederbörds-kartan å fig. 18 framgår, är nederbörden i södra och mellersta Sverige under försommaren ganska varierande, vilket f.ö. i minst lika hög grad är fallet beträffande Norrland. Med ledning av nederbörds-



kartan ha ifrågavarande områden valts så att de komma att omfatta extremerna i båda riktningarna. Tre dylika områden ha undersökts på samma sätt som de enskilda egendomarna, nämligen dels Södra Möre härad i sydöstra Småland, dels Halmstads härad på västkusten och dels Gotlands län.

Enligt uppgifter i 1937 års jordbruksräkning omfattar Södra Möre härad tillsammans 16 socknar med en åkerareal av omkring 350 km<sup>2</sup>, Halmstads härad 12 socknar, helt eller delvis, med en åkerareal av 182 km<sup>2</sup>, och Gotland slutligen 92 socknar med en sammanlagd åkerareal av 399 km<sup>2</sup>. För de undersökta områdena torde sålunda primäruppgifterna angående hektarskördarna härröra från ett jämförelsevis stort antal uppgiftslämnare, vilket bör bidra till att en viss utjämning skett för eventuella feluppskattningar från de enskilda uppgiftslämnarnas sida.

Nederbördsförhållandena i de tre undersökta distrikten framgår av följande sammanställning:

Distrikt	Medelnederbörd i mm åren 1916-1940			
	maj-juni	juli-aug.	juli-sept.	maj-sept.
Södra Möre härad	72	105	160	232
Halmstads härad	108	197	272	380
Gotlands län	60	103	162	222

Jämförelse av dessa nederbördsuppgifter med nederbörden vid de undersökta gårdarna ger vid handen, att medelnederbörden i Södra Möre under vegetationsperioden utgör omkring 80 % av genomsnittliga nederbörden vid egendomarna ifråga, på Gotland 77 % och i Halmstads härad 132 % av densamma. Beträffande nederbörden under maj-juni är denna på Gotland blott 66 % av medelnederbörden vid de undersökta gårdarna, i Södra Möre 79 % och i Halmstads härad 118 % därav. Södra Möre och framför allt Gotland å ena sidan och Halmstads härad å den andra kunna alltså betraktas som ganska markanta extremer i nederbördshänseende, de båda förstnämnda områdena enligt Hesselman (1932) närmast av subarid till kontinental klimattyp och det sistnämnda av utpräglad humid karaktär, varför en undersökning rörande nederbördens

inverkan på skördeavkastningen i dessa områden bör vara ganska betydande.

I tab. 26-28 ha resultaten av de utförda undersökningarna rörande sambandet mellan nederbörden och skördeavkastningen sammanställts, och en motsvarande grafisk återgivning lämnas i fig. 25-27. Vissa synpunkter rörande undersökningarna torde kunna påkalla visst intresse.

Beträffande Södra Möre framgår av de anförda uppgifterna, att för stråsädens vidkommande peka resultaten i samma riktning som de tidigare undersökningarna. För höstsäden har sambandet blivit ganska obestämt, medan för vårsäden högt signifikanta samband erhållits. Vidare ligger maximipunkten vid ungefär samma x-värde som beträffande de tidigare återgivna summakurvorna, ett ganska intressant förhållande, då som nämnts medelnederbörden i Södra Möre ligger betydligt lägre.

Jämföras resultaten från Södra Möre och Halmstads härad framgår, att maximipunkten för de olika stråsädesslagen i senare fallet ligger något högre, ungefär vid den rådande genomsnittliga nederbörden, vilket som förut nämnts tyder på att växterna ha en viss förmåga att anpassa sig efter rådande förhållanden. I övrigt äro emellertid sambanden ganska likartade, sålunda föreligger även beträffande Halmstads härad ett intimt och typiskt kurvlineärt samband mellan nederbörden och vårsädens avkastning.

Beträffande rotfrukterna går som synes sambandet i negativ riktning under de på västkusten rådande nederbördsförhållandena. Medelnederbörden har här för de år undersökningarna omfatta uppgått till icke mindre än c:a 270 mm under juli-sept. I Södra Möre däremot har ett svagt kurvlineärt samband mellan rotfruktsskördarna och nederbörden erhållits, varvid toppunkten ligger vid ungefär samma värde som vid de fall tidigare, då kurvlineärt samband förelegat. Detta synes styrka, att en nederbördsmängd under juli-sept. på omkring 200 mm bör vara av lämplig storleksordning.

Av särskilt intresse är att jämföra resultaten rörande vallarna. Ehuru nederbörden i Halmstads härad i genomsnitt varit ungefär 35 % högre än i Södra Möre, har som synes maximipunktens läge blivit ungefär densamma, i båda fallen dock åtskilligt högre än den beräknade optimipunkten vid den tidigare sammanställningen av vallskördarna.

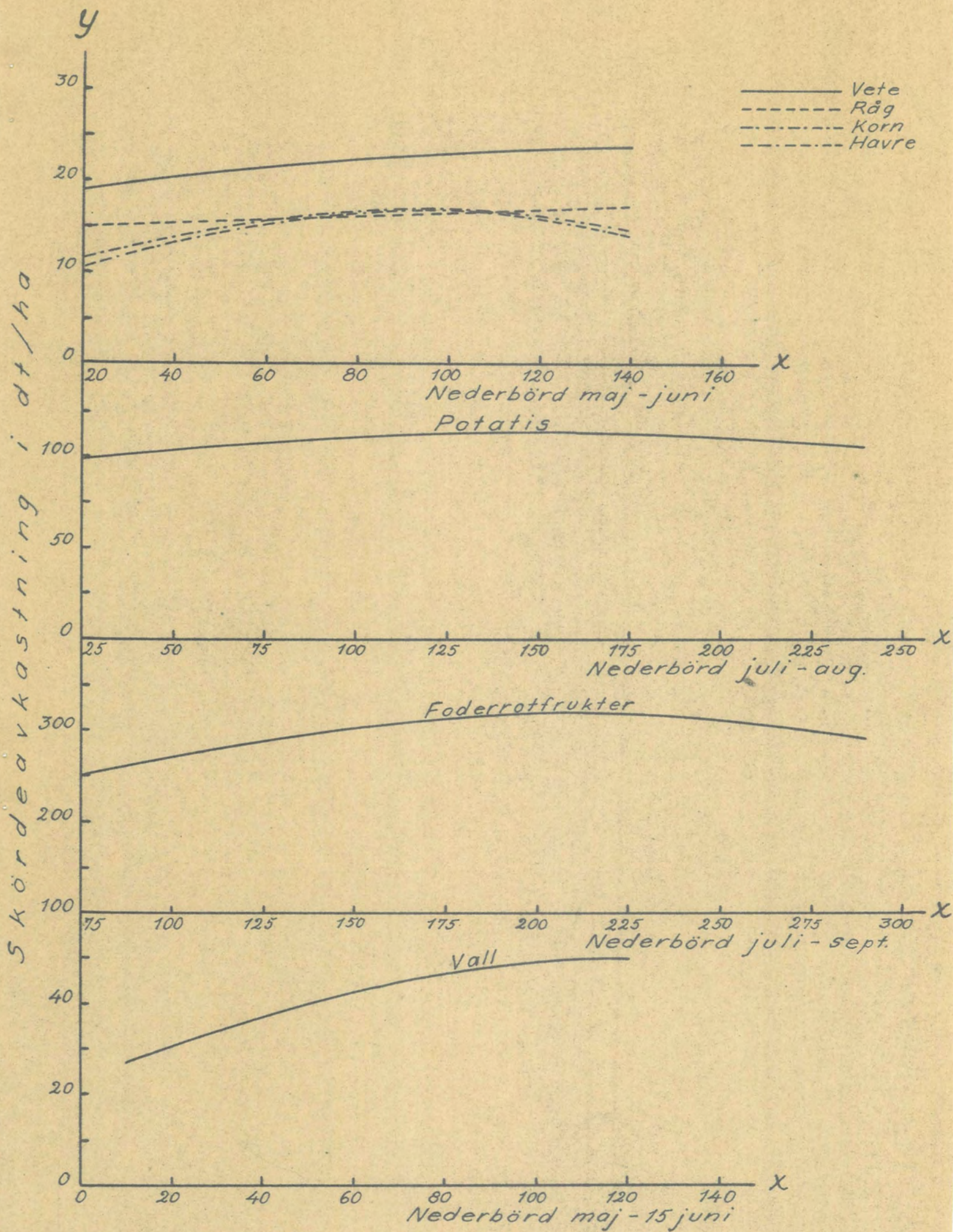


Fig. 25. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) i Södra Møre härad åren 1916-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 26.

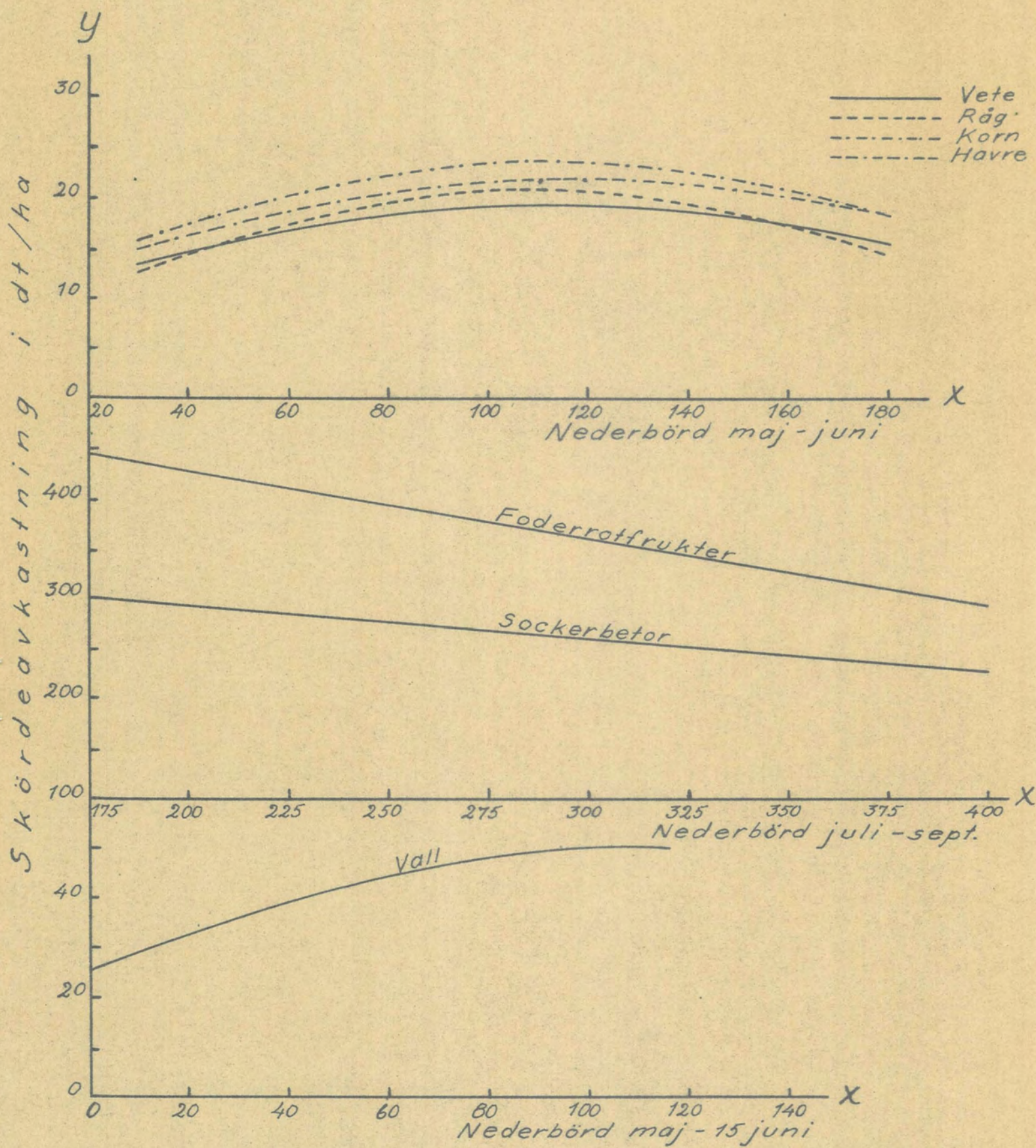


Fig. 26. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) i Halmstads härad åren 1916-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 27.

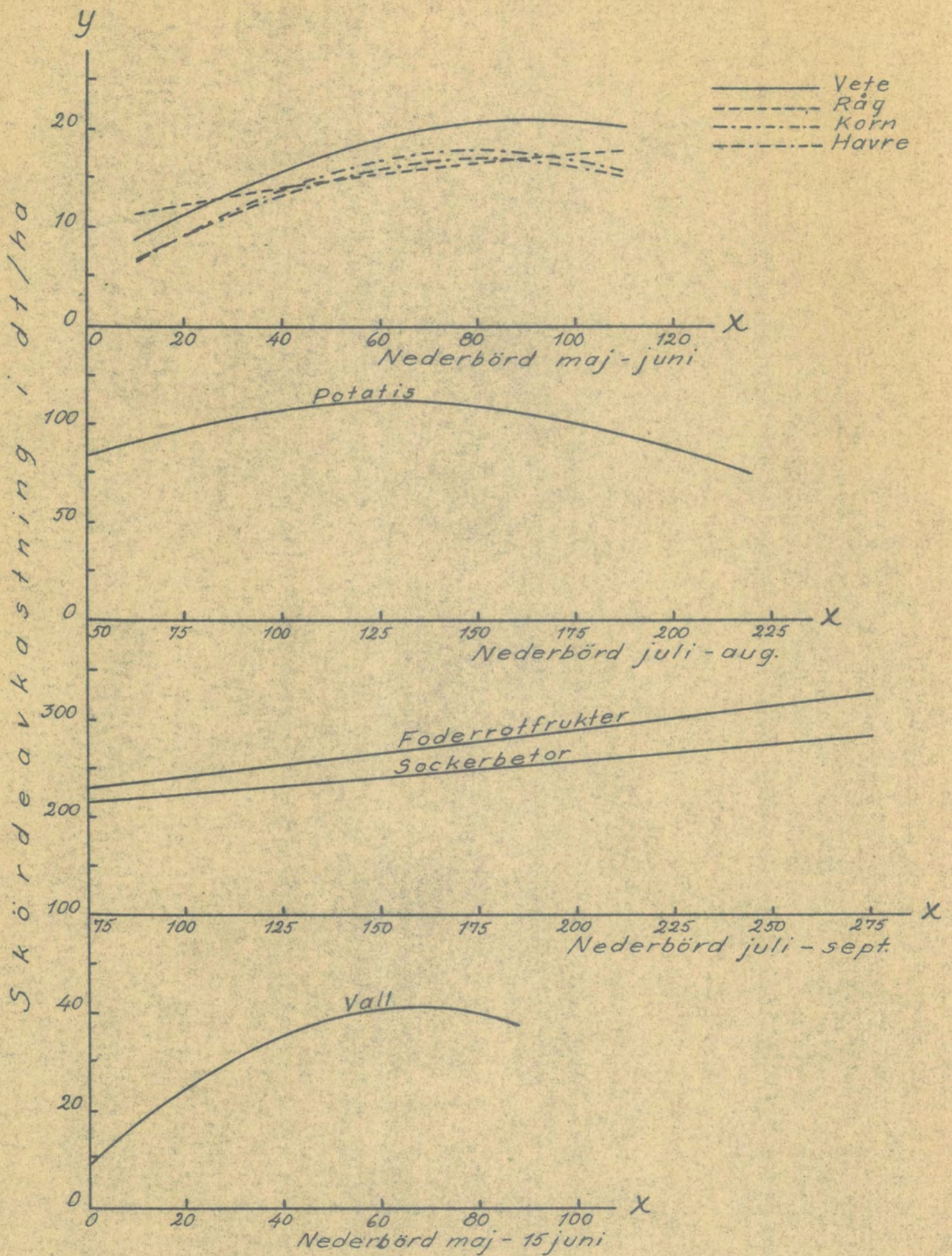


Fig. 27. Samband mellan nederbörd i mm (x) och skördeavkastning i dt/ha (y) på Gotland åren 1914-1940. De mot kurvorna svarande sambandsfunktionerna återfinnas i tab. 28.

Beträffande Gotland framgår omedelbart av tab. 28 och fig. 27 nederbördens stora inflytande på skördeutbytet. För samtliga undersökta grödor har sålunda positivt samband erhållits. På grund av den i allmänhet ringa nederbörden på Gotland är denna tydligen här den faktor, som är av utslagsgivande betydelse för skördeavkastningen. Även för höstsåden, speciellt vetet, råder ett intimt samband med försommarnederbörden. För såväl vårsåd som potatis ha signifikanta samband med nederbörden under de angivna perioderna kunnat påvisas. Beträffande rotfrukterna visade ej sambandskurvorna någon nämnvärd tendens att böja av vid hög nederbörd under juli-sept., varför lineär utjämning verkställdes, för såväl sockerbetor som foderrotfrukter utvisande ganska säkert positivt samband. Samma förhållande har tidigare påvisats av Högberg (1926). — Beträffande vallarna förefinnes som synes en fullständigt dominerande verkan av nederbörden under försommaren, men anmärkningsvärt nog har kurvan en säkert definierad avvikelse från den räta linjen med en toppunkt vid omkring 70 mm, d.v.s. vid ungefär 75 % över den genomsnittliga nederbörden under ifrågavarande period.

Av de erhållna statistiska resultaten framgår, att i de fall kurvlineära samband mellan nederbörden och skördeutbytet på Gotland erhållits, ligger maximipunkten icke obetydligt lägre än å de erhållna sambandskurvorna beträffande fastlandet, Södra Möre inbegripet. Å andra sidan är dock skillnaden avsevärd mellan den genomsnittliga nederbörden särskilt under försommaren och den teoretiskt beräknade lämpligaste nederbördsmängden. Som nämnts, är genomsnittsnederbörden på Gotland under maj-juni 60 mm, under det att maximipunkten för vårsåden enligt de erhållna kurvorna skulle ligga mellan 80 och 85 mm, alltså skulle ett deficit på inemot 40 % förefinnas.

På grund av den ringa nederbörden under försommaren i sådana trakter som Södra Möre och Gotland är det naturligt, att vallarnas avkastning måste intimt sammanhänga med försommarens nederbörd. Därjämte torde man kunna räkna med, att med hänsyn till den i allmänhet ringa nederbörden även under den övriga delen av vegetationsperioden bör nederbörden under föregående år utöva en icke oväsentlig inverkan, särskilt med hänsyn till vallinsådden och därmed även på skördeutbytet. Detta bekräftas också av följande undersökningar härutinnan.

Beträffande Södra Møre erhöles sålunda följande samband mellan vallskörden i dt/ha ( $y$ ), nederbörden maj - 15 juni under skördeåret ( $x_1$ ) och motsvarande period föregående år ( $x_2$ ):

$$y = 20.1 + (0.257 \pm 0.050)x_1 + (0.126 \pm 0.050)x_2,$$

d.v.s.  $t_{b_1} = 5.1$  och  $t_{b_2} = 2.5$ , alltså mycket stark inverkan av såväl nederbörden under skördeåret som under föregående år.

För vallskördarna på Gotland erhöles på samma sätt det multipla sambandet

$$y = 13.6 + (0.299 \pm 0.061)x_1 + (0.172 \pm 0.059)x_2$$

sålendes även här signifikant samband beträffande båda faktorerna.

Dessa resultat tyda sålunda på att inom områden med enligt Hesselman (1932) låg humiditet (kontinentala områden) utövar nederbörden även under närmast föregående år ganska starkt inflytande på vallarnas avkastning. Lämpligt avpassad bevattning vid vallinsådden torde därför under sådana förhållanden ofta vara en ur produktions-teknisk synpunkt väl motiverad åtgärd. Att därjämte bevattning under skördeåret härvid bör kunna i väsentlig grad öka avkastningen från vallarna framgår tydligt av ovan erhållna resultat. Denna fråga har i följande avsnitt tagits upp till närmare diskussion.

#### IV. Diskussion och kritik.

Enligt föreliggande undersökningar rörande sambandet mellan nederbörden och olika åkerkulturväxternas avkastning synes för flertalet undersökta platser en ganska bestämd relation mellan de båda faktorerna föreligga. De erhållna resultaten böra dock som tidigare framhållits tagas med en viss reservation och blott betraktas som ett ungefärligt mått på sambandet ifråga. Detta icke minst av den anledningen, att den använda delen av vegetationsperioden vid undersökningarna varit relativt lång. Man måste givetvis räkna med att nederbörden kan utöva väsentligt olika inverkan på skördeutbytet, om den är koncentrerad till början, mitten eller slutet av undersökningsperioden eller om den är mera jämnt fördelad över densamma. Härtill har ingen hänsyn kunnat tagas vid undersökningarna. Vidare är det naturligtvis icke heller betydelselöst, om nederbörden faller i form av talrika smärre skurar eller i mera koncentrerad form som ihållande regn, då i förra fallet en stor del av nederbörden kan hinna avdunsta utan att komma vegetationen tillgodo.

Å andra sidan kan man dock räkna med, att i den mån undersökningarna omfattat en längre följd av år, kommer en viss utjämning att ske för sådana faktorer, som verka extremt i en viss riktning, t.ex. om nederbörden under något år varit mycket ojämnt fördelad över undersökningsperioden. Detta framgår bäst av det faktum, att resultaten från de undersökta platserna i stort sett överensstämma ganska väl.

Vid föreliggande undersökningar har i motsats till tidigare utförda undersökningar, varvid så gott som undantagslöst lineärt samband mellan de olika faktorerna förutsatts och därpå grundade metoder använts, utjämning av givna data verkställt medelst en andra-gradsparabel. Beträffande flertalet platser har därvid en ganska väl definierad maximipunkt (optimum) erhållits. Detta gäller såväl stråsäd som vallväxter och potatis, däremot ej i samma grad beträffande rotfrukter. Särskilt de beräknade summakurvorna ge vid handen, att



den använda metoden torde vara ganska användbar för ifrågavarande ändamål, då därvid högt signifikanta samband mellan nederbörd och skördeavkastning kunnat påvisas.

Som tidigare framhållits, torde det vid undersökningar rörande sambandet mellan en klimatfaktor och skördeutbytet kunna starkt ifrågasättas, om lineära utjämningsmetoder över huvud taget äro användbara, om icke sambandets verkliga förlopp först undersökts. Om sålunda ett typiskt kurvlineärt samband föreligger mellan nederbörd och skördeutbyte, måste lineär utjämning ge olika resultat allt efter rådande nederbördsförhållanden. Detta belyses ganska väl av tidigare utförda undersökningar. Sålunda erhöles exempelvis Alexandrov (1905), Schei- nert (1929), Gerlach (1930), Wilhelm (1937), Cole (1938) m.fl. positivt samband mellan försommarens nederbörd och stråsädesskördarna, medan å andra sidan en negativ effekt av nederbörden under denna tid ofta påvisats (Mawley 1898, Hooker 1907, Sando 1922, Neustädt 1929 m.fl.). Likaså ha undersökningar rörande potatisskördarnas variation med nederbördsförhållandena givit varierande resultat, än positivt samband med högsommarens nederbörd (Hecker 1911, Smith 1915, Schulze 1929, Baumann 1937 m.fl.) än ett mycket vagt eller närmast obefintligt samband (t.ex. de Montessus de Ballore 1932), och än ett klart negativt (Hooker 1907, Watt 1912, Prytz 1936 m.fl.). Det är högst troligt, att dessa och åtskilliga andra undersökningar skulle givit mera enhetliga resultat, om undersökningsmetodiken modifierats något med hänsyn till materialets art. Detta illustreras ju för övrigt på ett markant sätt av förf. egna undersökningar, då lineär utjämning av det sammanslagna materialet från de olika egendomarna — ett material, som därvid omfattade inemot 300 enskilda värden — gav till resultat, att varken för stråsäd eller potatis förelåg något som helst samband mellan nederbörden och skördeutbytet eller på sin höjd ett mycket obestämt och diffust sådant. Att de båda faktorerna dock ej varierat oberoende av varandra utan tvärtom ett ganska intimt samband mellan desamma förefunnits framgick emellertid på ett otvetydigt sätt vid den kurvlineära utjämnigen av de givna data.

Beträffande grödor, som kräva avsevärt högre nederbörd än den i allmänhet rådande, således för våra förhållanden främst vallarna, måste givetvis positivt samband erhållas även vid lineär utjämning, vilket också framgår av de egna undersökningarna. Tidigare undersökning-

är ha ävenledes i stort sett givit entydiga resultat rörande sambandet mellan försommarens nederbörd och vallarnas avkastning (Hooker, 1907, Nielsen 1908, Witte 1922, 1923, 1924, Brouwer 1930, Osvald 1931, Kristensen 1937, 1941 m.fl.), blott någon enstaka forskare har kommit till motsatt uppfattning härutinnan, exempelvis Höhne (1932).

Om sålunda den i föreliggande arbete använda undersökningsmetoden i viss mån bättre torde karakterisera sambandet mellan nederbördsfaktorn och skördeutbytet än lineära beräkningsmetoder, är därmed dock icke sagt, att metoden är den mest lämpliga. Parabeln är ju en tvångsstyrd och ganska stel kurva samt till följd av sin matematiska byggnad fullkomligt symmetrisk med avseende på toppunkten. Det är ingalunda säkert utan tvärtom högst osannolikt, att lagbundenheterna i naturen exakt följa en dylik kurva; redan Wollny (1897) var av den uppfattningen, att den nedåtgående grenen av sambandskurvan mellan en växtfaktor och skördeutbytet var brantare än den uppåtstigande. Den här tillämpade metoden måste sålunda uppfattas som en approximeringsmetod, om än ganska användbar för ifrågavarande ändamål. De erhållna värdena på det optimala nederbördsbehovet för olika kulturväxter inom olika områden få därför icke betraktas som definitiva; hade i stället utjämning av de givna data verkställts t.ex. medelst en tredjegradskurva, är det ganska troligt, att optimipunkten tenderat att ligga vid en högre nederbördsmängd. Å andra sidan kan det dock starkt ifrågasättas, huruvida en dylik förbättring av metoden skulle giva så mycket mera tillförlitliga resultat, att den vore arbetsekonomiskt motiverad.

En annan fråga av intresse är orsaken till att vid undersökningarna en optimal avkastning med avseende på nederbörden i de flesta fallen kunnat konstateras. Inledningsvis har framhållits, att nederbörden sedan den väl fallit egentligen är en markfaktor och icke en meteorologisk faktor, varför dess inverkan på växtligheten alltså till väsentlig del kommer att yttra sig genom samspelet med de övriga markfaktorerna. Man kan icke gärna tänka sig, att vattnet som sådant verkar skadligt, då det förekommer i överskott, utan orsaken måste vara att vid ökad vattenhalt i jorden andra markfaktorer förekomma i otillräcklig mängd, och detta i första hand beträffande

markluften. Med inträdande syrebrist måste givetvis följa en nedsatt skörd. Kan blott syrebristen, som främst uppstår genom stillastående, stagnerande vatten i marken, avhjälpas, torde man kunna räkna med stigande skörd upp till en ganska hög vattenhalt. Sålunda fann Mitscherlich (1912), att om vid vegetationsförsök kärlen blott voro väl dränerade, erhöles bästa resultatet vid högsta vattenhalt i jorden, alltså då alla kapillära porer voro vattenfyllda.

Att överhuvud taget ett kurvlineärt samband mellan nederbörden och skördeutbytet förefinnes avser Lundegårdh (1930) bero på att sambandskurvan är sammansatt av två komponenter, en stigande "vattenkurva" och en fallande "genomluftningskurva".

Den slutliga frågan är sedan huruvida de i föreliggande undersökningar erhållna resultaten rörande sambandet mellan nederbörden och skördeavkastningen äro praktiskt tillämpliga, d.v.s. användbara för en bedömning av växtodlingsbetingelserna ur nederbördssynpunkt i de delar av vårt land, som undersökningarna representera, samt i vad mån en ökning av nederbörden eller rättare vattenfaktorn genom hydrotekniska åtgärder i det ena eller andra fallet bör kunna verka i produktionsfrämjande riktning. Innan denna för det praktiska jordbruket viktiga fråga upptages till diskussion torde det vara lämpligt att något närmare skärskåda de vid undersökningarna erhållna resultaten.

Medelst den använda undersökningsmetodiken har som nämnts i flertalet fall erhållits ett för en viss nederbördsmängd teoretiskt beräknat optimum i skördeutbyte. Vidare har genomsnittliga nederbörden å de olika platserna och för de olika undersökta delarna av vegetationsperioden uträknats (jfr de bilagda tabellerna). Den slutsatsen ligger därför nära till hands, att skillnaden mellan den genomsnittliga och den för en viss gröda beräknade optimala nederbördsmängden bör vara ett mått på det förhandenvarande nederbördsdeficit och därmed även på den effekt, som utfyllnad av detta deficit genom bevattning kan förväntas medföra. Vi skola först undersöka, hur detta beräknade nederbördsdeficit under olika förhållanden ställt sig.

Beträffande stråsåden finnes för de undersökta egendomarna en sammanställning å sid. 80. Denna sammanställning visar, att ett visst

nederbördsdeficit under maj-juni skulle föreligga, särskilt för vårsädens vidkommande, men att detta dock icke är av någon större dimension. Det skulle sålunda ej vara den genomsnittliga nederbörden, som behövde ökas i nämnvärd mån utan fastmer nederbörden under de enskilda åren, då försommartorka är rådande. Detta framgår av det i flertalet fall påvisade intima sambandet mellan nederbörden under maj-juni och vårsädens avkastning.

I Södra Möre och på Gotland samt i övrigt inom sådana områden, där nederbörden under försommaren som regel är låg (jfr nederbörds-kartan å fig. 18) äro förhållandena annorlunda; här synes ett ganska betydande deficit för stråsådesodlingen även under ur nederbördssynpunkt normala år föreligga, varför sålunda här en mera allmän ökning av försommarens nederbörd borde verka produktionsfrämjande, i synnerhet med avseende på vårsäden, som enligt undersökningarna ställer större krav på nederbörden under försommaren än höstsäden.

Beträffande potatis framgår av de erhållna resultaten tydligare än för stråsåden den av olika forskare påvisade tendensen hos kulturväxterna att anpassa sig efter rådande klimatförhållanden (Baur 1924, Less 1926, Knitter 1929 m.fl.). För så gott som samtliga fall har här erhållits ett mer eller mindre starkt kurvlineärt samband med en — till en viss grad — av rådande nederbördsförhållanden beroende optimipunkt. Det torde dock vara förhastat att på grundval av de föreliggande resultaten draga några slutsatser, huruvida en ökning av nederbördsfaktorn skulle komma att medföra någon mera allmän höjning av potatisskördarna. Visserligen har ett ofta ganska tydligt samband mellan juli-augustinederbörden och avkastningen erhållits — summakurvan är högt signifikant — men dels sammanfaller som av de enskilda undersökningarna framgår maximipunkten i stort sett med medel-nederbörden och dels har spridningen av skördedata i allmänhet varit stor, tydande på att åtskilliga andra faktorer starkt inverkat på avkastningen (jfr Witte 1922 b).

Vad rotfrukterna beträffar, ha resultaten som tidigare framhållits här blivit minst enhetliga, och i flertalet fall har utjämning medelst en parabel givit en rät eller nära nog rät linje. De anförda tabellerna och diagrammen utvisa, att det beräknade sambandet mellan rotfruktsskördarna och nederbörden under juli-sept. gått i olika rikt-

ningar, positiv beträffande östra Sverige och Gotland, negativ för södra och västra Sverige. Under det att å sydligare breddgrader utförda undersökningar härutinnan givit ganska enstämmigt positiva resultat (Scheinert 1929, Höhne 1929, Göselle 1930, Berce och Wilboux 1935 m.fl.), har å andra sidan undersökningar å ungefär samma breddgrader som våra antingen visat, att ingen eller ringa inverkan av nederbörden förefanns (ex. Wiley 1903, Mc Dougall 1920) eller också givit resultat i motsatt riktning (ex. Kristensen 1937, 1941). Detta torde bero på att i nordligare trakter har utom nederbörden även temperaturen stark inverkan på rotfrukternas avkastning, emedan man här närmar sig odlingsgränsen för dessa, särskilt beträffande sockerbeter och foderbeter. Sålunda konstaterade Cederborg (1935) temperaturens betydelse för sockerbetsodlingen i södra Skåne, och i samma riktning synas de egna undersökningarna peka, ehuru temperaturfaktorn ej varit föremål för närmare undersökningar. Beträffande östra Sverige synas emellertid de undersökta rotfruktsslagen vara tacksamma för relativt riklig nederbörd under den del av vegetationsperioden som undersökningarna omfattat, d.v.s. juli-sept., ehuru på grund av resultatens karaktär några slutsatser rörande eventuellt förefintligt nederbördsdeficit under denna period icke kunna dragas. I de fall kurvlineärt samband erhållits, har det teoretiskt beräknade nederbördsoptimum i stort sett sammanfallit med medelnederbörden.

Av de föreliggande undersökningarna framgår, att den gröda, för vilken en höjning av försommarens nederbörd i allmänhet torde verka mest gynnsamt, är vallarna, vilket är i full överensstämmelse med tidigare undersökningar i såväl nordiska som utomnordiska länder. För samtliga undersökta gårdar och större områden skulle enligt de erhållna resultaten ett ganska betydande nederbördsdeficit föreligga, i det att den beräknade optimala nederbörden ofta överstigit medelnederbörden under 6-veckorsperioden maj-15 juni med 60 till 70 procent. Ur produktionsteknisk synpunkt skulle därför en ökning av nederbördsfaktorn flerstädes vara motiverad, detta främst beträffande östra Sverige samt framförallt Gotland men även å andra platser med liknande nederbördsförhållanden, som dem undersökningarna omfattat.

De verkställda undersökningarna rörande sambandet mellan för-

sommarens nederbörd och vallarnas avkastning ha samtliga gällt slåt-  
tervallar. Däremot ha inga undersökningar kunnat utföras beträffande  
permanenta betesvallar, då förf. icke haft tillgång på erforderliga  
avkastningssiffror härutinnan. Det ligger emellertid i sakens natur  
och bekräftas genom den praktiska erfarenheten, att inom den inten-  
sivt drivna beteskulturen, där avkastningen per arealenhet under  
gynnsamma förhållanden kan vara mycket hög, är nederbörden jämte  
lämpligt avpassad gödsling av avgörande betydelse för avkastningen.  
Vad här sagts beträffande nederbördsdeficit för slåttervallarna tor-  
de därför i minst lika hög och säkerligen högre grad även gälla be-  
tesvallarna.

Ehuru det av nedan närmare anförda skäl torde vara vanskligt  
att på grundval av de erhållna resultaten angiva några bestämda  
optimala nederbördsmängder för olika växtslag beträffande svenska  
förhållanden, torde en jämförelse mellan tidigare uppgifter härut-  
innan och de egna undersökningarna vara av visst intresse. I ne-  
danstående tabell har därför gjorts en sammanställning av de gynn-  
sammaste nederbördsförhållandena i Tyskland enligt Wohltmann (1904)  
och Freckmann (1930) samt för svenska förhållanden enligt förf.  
undersökningar. För de olika växtslagen har därvid angivits neder-  
bördsmängden blott under den del av vegetationsperioden de egna  
undersökningarna omfattat.

Gröda	Nederbörds- period	Gynnsammaste nederbördsmängd		
		Enligt Wohltmann 1904	Enligt Freckmann 1930	Enligt egna un- dersökningar (ungefärliga värden)
Höstvete	maj-juni	130	150	90 - 95
Höstråg	" "	130	140	95 - 100
Korn	" "	110	140-150	100
Havre	" "	140	140-150	110
Potatis	juli-aug.	145	160-180	140-160
Rotfrukter	juli-sept.	180	240-250	200
Vall	maj-juni	140	180-220	100 <sup>x)</sup>

x) Gäller tiden maj - 15 juni.

Som framgår av de anförda uppgifterna skulle nederbördsbehovet i genomsnitt för de södra och mellersta delarna av Sverige vara väsentligt lägre än i Tyskland, vilket givetvis sammanhänger med de olika temperaturförhållandena. Det förefaller som om skillnaden skulle vara mindre för potatis- och rotfruktsodlingen än beträffande stråsåden, ehuru samtliga anförda värden torde böra tagas med en viss reservation. Det bör vidare framhållas, att uppgifterna för tyska och svenska förhållanden ej äro direkt jämförbara på grund av att vegetationsperioden börjar tidigare, ju längre söderut man kommer. Det är sålunda en avsevärd skillnad i tid mellan vårbrukets början i mellersta Tyskland och i Mellansverige.

De i föreliggande undersökningar erhållna värdena på optimala nederbörden för olika grödor och på olika platser tyda visserligen på att våra kulturväxter till en viss grad ha förmåga att anpassa sig efter rådande nederbördsförhållanden — ehuru beträffande Gotland det enligt undersökningarna avsevärt lägre nederbördsbehovet där sannolikt till en viss grad bör tillskrivas jordartsförhållandena — men att dock på det hela taget det teoretiskt beräknade nederbördsdeficit företer ganska stora olikheter från trakt till trakt. Om vi tills vidare utgå från att detta beräknade nederbördsdeficit är nöjaktigt bestämt uppställer sig då frågan, om nederbördsförhållandena, eventuellt genom åtgärder från jordbrukarens sida, böra rättas efter växtodlingen eller omvänt denna inriktas efter nederbörden. Det ligger givetvis i sakens natur, att växtodlingen i en viss trakt bör ha en sådan inriktning, att den <sup>som möjligt</sup> så väl lämpar sig för nederbördsförhållandena i trakten och dess klimatiska betingelser överhuvud taget. Framförallt är det av betydelse, att av de olika kulturväxterna för trakten ifråga lämpliga sorter odlas, ett förhållande, som bl.a. Höhne (1929) starkt betonat. Som bekant har ju också den moderna växtförädlingen särskilt uppmärksammat sortfrågans stora betydelse och strävar efter att få fram för olika klimatförhållanden lämpliga sorter med långt gående anpassning härutinnan. I detta sammanhang må vidare nämnas, att vid Lantbrukshögskolans växtsystematisk-genetiska institution pågå under ledning av dess föreståndare, professor Turesson, under-

sökningar för att av olika kulturväxter kunna ställa nya, mera torresistenta sorter till jordbrukets förfogande än vad för närvarande är fallet. Sedd på längre sikt bör en utveckling i denna riktning givetvis vara av stor betydelse för växtodlingen i vårt land med hänsyn till det mer eller mindre utpräglade nederbördsdeficit, som för de olika växtslagen trots allt otvivelaktigt förefinnes.

Å andra sidan är det dock klart, att växtodlingen i en viss trakt aldrig kan tänkas bli helt anpassad efter rådande nederbördsförhållanden, då detta med hänsyn till de olika växtslagets varierande nederbördsbehov skulle medföra en till men för en rationell jordbruksdrift alltför ensidig inriktning av växtodlingen. Jordbrukaren måste därför som regel vara hänvisad till att gå en medelväg härutinnan. Att en viss anpassning av växtodlingen efter nederbördsförhållandena bör förekomma är dock helt naturligt. Att så även är fallet framgår av officiella uppgifter rörande arealanvändningen i olika län och naturliga jordbruksområden. Som ett belysande exempel härpå har i nedanstående tabell medelnederbörden under maj-juni åren 1881-1920 enligt Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalts Årsbok sammanställts med arealanvändningen i vissa svenska län 1940 enligt den officiella skördestatistiken. Områdena kunna sägas representera ganska olika klimattyper och ha i översikten ordnats efter stigande humiditet.

L ä n	Medel- nederbörd i mm un- der maj - juni	Åkerarealens användning i pro- cent av totala åkerarealen						
		Höst- vete	Höst- råg	Korn	Hav- re	Slät- ter- vall	Höst- säd + korn	Hav- re + vall
Gotland	61	9.3	8.2	11.0	3.9	28.1	28.5	32.0
S. Kalmar	79	6.7	11.8	5.1	15.2	25.5	23.6	40.7
Malmöhus	86	9.7	5.1	8.2	4.4	18.6	23.0	23.0
Uppsala	86	9.0	1.9	1.5	7.6	31.4	12.4	39.0
Södermanland	88	12.4	2.6	0.4	19.2	32.0	15.4	51.2
Östergötland	91	7.7	4.3	2.5	14.1	26.6	14.5	40.7
Skaraborg	98	6.2	5.7	0.5	26.0	32.4	12.4	58.4
Göteb. o. Bohus	103	4.9	3.9	0.3	24.4	32.6	9.1	57.0
Halland	116	3.4	8.3	1.0	23.9	26.4	12.7	50.3
S. Älvsborg	120	1.4	4.1	0.4	27.8	42.5	5.9	70.3



På Gotland, där försommarens nederbörd är lägst, intager som synes kornodlingen en framträdande plats, medan havreodlingens omfattning är ganska ringa. I de västra länen är däremot förhållandet omvänt. Med ökad nederbörd under försommaren minskar i stort sett den relativa omfattningen av såväl höstsäd som korn, medan den mera vattenkrävande havre- och vallodlingen får ett alltmer ökat utrymme. De anförda uppgifterna ge alltså vid handen, att genom den praktiska erfarenheten viss anpassning av växtodlingen efter nederbördsförhållandena befunnits lämplig.

Efter denna diskussion rörande det enligt föreliggande undersökningar teoretiskt beräknade nederbördsdeficit under olika förhållanden och för olika växtslag skola vi återkomma till den slutliga frågan: Äro de vid dessa undersökningar erhållna resultaten tillfyllest för att man ur dem skall våga draga den slutsatsen, att under förutsättning att jordens kulturtillstånd är tillfredsställande utfyllnad av det sålunda beräknade nederbördsdeficit genom fältbevattning bör kunna medföra optimal skörd?

Ehuru den i föreliggande arbete använda undersökningsmetodiken otvetydigt givit vid handen, att för växtodlingen i Syd- och Mellansverige ett nederbördsdeficit flerstädes föreligger, torde dock förf. undersökningar i föreliggande skick icke kunna anses utgöra tillräckligt underlag för en dylik slutledning. Såsom vid flera tillfällen tidigare framhållits, innebär den här inslagna vägen för bestämning av sambandet mellan nederbörden och skördeutbytet en ganska grov approximation, även om den å andra sidan torde få anses som mera ändamålsenlig än hittills använda undersökningsmetoder. Genom det använda förfaringssättet har erhållits ett bruttosamband mellan skördeavkastningen och den sammanlagda nederbördsmängden under en viss angiven del av vegetationsperioden. Huruvida nederbörden under övriga delar av året inverkat på avkastningen eller ej har däremot icke tagits hänsyn till, icke heller till övriga klimatfaktorers större eller mindre inverkan härutinnan. Att antaga att av klimatfaktorerna endast nederbörden under en viss del av året skulle ha inflytande på skördeavkastningen är givetvis att väsentligt förenkla problemet;

även om den i föreliggande arbete undersökta oberoende variabeln utövat en i flertalet fall ganska stark inverkan på den beroende variabeln — skördeavkastningen — är dock steget långt till att förutsätta densamma som allennarådande.

För erhållande av för det praktiska jordbruket tillräckligt nogga definierade uttryck för sambandet mellan nederbörden under olika delar av vegetationsperioden och skördeutbytet är det därför nödvändigt, att samspelet mellan nederbörden och övriga meteorologiska faktorer i deras inverkan på skördeavkastningen beaktas. En möjlighet att komma fram här är att använda multipel kurvlineär regression och dymedelst hålla övriga inverkanse faktorer konstanta. Härigenom skulle man erhålla ett i möjligaste mån renodlat nettosamband mellan nederbörden och skördeavkastningen, och det därvid erhållna värdet på i olika fall förekommande nederbördsdeficit komme att ge bättre vägledning rörande praktiska åtgärder för kompensering av detsamma än vad föreliggande undersökningar kunna ge. Det är emellertid självfallet, att en dylik undersökning för att medföra åsyftat resultat måste bli synnerligen omfattande ochkrävande.

Genom föreliggande undersökningar har således fastställts, att ett nederbördsdeficit i södra och mellersta Sverige under viss del av vegetationsperioden med avseende på de undersökta åkerkulturväxterna flerstädes föreligger, det återstår att med beaktande av vad ovan anförts närmare undersöka, hur stort ifrågavarande deficit är och därmed i vad mån för olika växtslag bevattningsåtgärder böra kunna verka i produktionsfrämjande riktning. För närvarande pågå under ledning av Lantbrukshögskolans hydrotekniska institution med statsmedel understödda bevattningsförsök i fält för utredning av denna fråga. Härvid får man ett direkt mått på de skördeökningar, som erhållas genom bevattning med olika vattengivor. Då emellertid dessa undersökningar hittills blott pågått ett fåtal år och vidare av kostnadsskäl ett jämförelsevis ringa antal dylika försök kunnat utläggas, skulle en undersökning rörande nederbördsförhållandena i stort med avseende på växtodlingen i vårt land, upplagd efter här angivna riktlinjer, säkerligen vara värdefull för belysning av frågan om bevattning av åkerjord som produktionsfrämjande faktor och kunna tjäna som bakgrund fill

och vägledning för den direkta försöksverksamheten härutinnan samt sist men icke minst även möjliggöra ett fastställande av bevattningens effekt i förhållande till den naturliga nederbörden, ett för den fältmässiga bevättningsverksamheten givetvis mycket viktigt men hittills ej tillräckligt utrett spørsmål.

---

### S a m m a n f a t t n i n g.

Föreliggande undersökningar avse att belysa frågan om sambandet mellan nederbörden och olika åkerkulturväxters avkastning. Undersökningarna ha omfattat stråsäd, potatis, rotfrukter och slåttervall.

Sedan vattnet som växtfaktor samt rådande uppfattningar rörande de allmänna lagbundenheterna mellan växtfaktorerna och skördeutbytet inledningsvis berörts har lämnats en översikt av det betydande antal tidigare utförda undersökningar, som föreligger rörande sambandet mellan nederbörden och kulturväxternas avkastning. Översikten (sid. 15-45) har dock begränsats till de växtslag, som de egna undersökningarna omfattat.

Undersökningarna grunda sig på skördeuppgifter från åtta lantbruksskolor i södra och mellersta Sverige (se kartan å fig. 18) och omfatta i flertalet fall 40-årsperioden 1901-1940. Därjämte ha vissa kompletterande undersökningar på grundval av den officiella statistiken verkställt.

I motsats till tidigare undersökningar på området, varvid så gott som undantagslöst lineärt samband mellan nederbörden och skördeavkastningen förutsatts och därpå grundade undersökningsmetoder tillämpats, ha föreliggande undersökningar utförts genom utjämning av de givna data enligt minsta kvadratmetoden medelst en andragradsparabel, sedan först viss korrektion av primärmaterialet med hänsyn till tidsvariationen verkställt, såsom närmare angivits å sid. 60.

Den använda andragradskurvan har visat sig beskriva sambandet mellan de undersökta faktorerna väsentligt bättre än en rät linje, detta på grund av att ifrågavarande samband i realiteten vanligen icke är lineärt. I anslutning härtill ha de tidigare utförda undersökningarna diskuterats, varvid viss kritik riktats mot desamma och framförallt mot de av resultaten dragna slutsatserna rörande det

samband mellan nederbörd och skördeutbyte, som i det ena eller andra fallet ansetts föreligga.

Vid föreliggande undersökningar har funktionssambandet mellan de undersökta faktorerna ofta varit starkt kurvlineärt och därigenom givit en väl definierad optimipunkt. Sambandets art har i varje särskilt fall bestämts genom att medelfelet för de i funktionen ingående koefficienterna beräknats enligt en i texten närmare angiven metod (sid. 58).

Av undersökningarna har framgått, att för ett och samma växtslag synes nederbördsbehovet i stort sett vara detsamma å olika platser inom det undersökta området — givetvis dock något varierande med hänsyn till jordartens beskaffenhet etc. — även om nederbördsförhållandena varit ganska olika. Detta förefaller främst vara förhållandet beträffande stråsäd och vallar.

Analogt med ett flertal tidigare undersökningar har sambandet mellan försommarens nederbörd och stråsädesskördarna visat sig vara starkast för vårsäden, där ofta högt signifikanta samband erhållits. Även för höstsäden har dock i flera fall statistiskt säkert samband mellan avkastningen och maj-juninederbörden kunnat påvisas. Detta har främst varit fallet med höstvetet, under det att rågen i allmänhet visat sig vara mera indifferent härutinnan.

Enligt de erhållna resultaten skulle inom de områden undersökningarna omfattat för höstvetet en nederbördsmängd under maj-juni av 95-100 mm vara gynnsammast, medan för rågen nederbördsbehovet skulle vara c:a 90-95 mm. Vårsäden ställer enligt undersökningarna något större krav på nederbörden under ifrågavarande period än höstsäden; sålunda skulle för korn omkring 100 mm och för havre omkring 110 mm under nämnda period vara de gynnsammaste nederbördsmängderna.

Beträffande potatis torde enligt de erhållna resultaten en nederbördsmängd av 140-160 mm under juli-augusti, då för medelsena och sena potatissorter den starkaste vattenupptagningen äger rum, vara gynnsammast. Potatisen synes dock i högre grad än gräsen kunna anpassa sig efter rådande nederbördsförhållanden, i det att optimipunktens läge varierat mer eller mindre i förhållande härtill.

För rotfrukterna äro de erhållna resultaten mindre samstämmiga. Sålunda visade sig sambandet mellan avkastningen och nederbör-

Tab. 1. Skörd i dt/ha vid Alnarps skoljordbruk åren 1901-1940.

År	Höst- vete	Höst- råg	Korn	Havre	Pota- tis 1)	Socke- betor	Foder- betor	Vall till hö
1901	31.6	27.4	30.1	28.8	140	410	-	x)
1902	33.8	33.3	38.7	43.3	216	310	400	x)
1903	39.4	33.6	33.9	38.0	245	375	566	x)
1904	39.9	29.7	42.1	41.2	181	341	432	x)
1905	30.3	30.4	38.4	33.5	268	374	881	26.0
1906	36.5	37.0	38.3	34.7	233	436	983	49.9
1907	29.8	33.9	35.8	40.2	203	315	789	48.1
1908	37.8	33.2	27.6	36.5	275	396	830	63.1
1909	31.1	34.8	33.7	40.8	228	339	657	46.2
1910	26.4	25.0	36.8	36.5	293	398	630	47.0
1911	35.9	37.4	34.2	32.0	179	348	505	38.8
1912	34.8	26.5	37.4	40.7	200	343	850	43.5
1913	39.5	31.4	40.7	34.5	217	363	749	36.7
1914	30.6	30.7	31.3	32.4	132	400	760	36.7
1915	37.0	32.9	31.8	35.2	192	341	650	33.8
1916	38.7	35.8	37.3	33.8	142	355	715	51.0
1917	20.7	24.2	22.0	17.4	204	361	628	30.7
1918	43.5	41.9	35.2	25.2	147	364	576	27.8
1919	34.8	37.2	32.0	28.1	172	334	608	37.4
1920	31.3	35.6	26.0	31.1	114	284	471	73.3
1921	44.5	39.1	36.1	32.9	365	369	637	45.0
1922	36.8	45.4	38.3	40.8	180	350	655	44.2
1923	38.2	41.0	37.3	44.5	207	309	637	64.8
1924	42.9	33.0	36.0	40.0	208	273	513	36.1
1925	41.6	40.2	37.8	38.1	271	418	843	56.3
1926	33.8	34.6	36.5	40.4	189	427	823	63.4
1927	30.3	31.0	29.8	-	105	326	550	70.9
1928	45.9	35.2	43.6	41.6	209	332	596	50.1
1929	39.4	33.4	38.9	42.1	168	370	550	56.2
1930	28.1	41.8	34.3	-	162	397	612	61.6
1931	25.4	32.0	35.8	-	230	344	636	47.9
1932	35.0	33.4	41.1	-	199	397	646	56.2
1933	41.3	36.6	35.4	-	187	443	730	42.9
1934	41.3	39.9	44.5	-	145	435	794	56.5
1935	32.8	34.2	43.3	-	190	441	728	63.5
1936	38.2	26.2	37.1	-	207	433	715	71.5
1937	37.9	35.5	32.2	-	174	411	651	60.5
1938	44.5	37.9	49.9	-	222	392	635	68.9
1939	35.0	41.8	38.6	-	151	388	419	59.6
1940	27.6	36.2	36.7	-	246	429	773	40.0
Medeltal	35.6	34.5	36.1	36.1	199	371	662	50.0
Medel- areal i ha	47.5	9.1	45.2	14.1	3.7	50.8	12.8	32.1

1) Endast medelsena och sena sorter medtagna.

x) Vallskörden sammanslagen med skörden från strandängarna.

Tab. 2. Nederbörd i mm vid Alnarp under maj - sept. 1901-1940.

År	Maj	Juni	Juni 1-15	Juli	Aug.	Sept.	Maj- Sept.
1901	52	108	88	58	34	31	283
1902	69	40	21	51	48	37	245
1903	8	41	11	53	101	46	249
1904	53	44	6	22	55	15	189
1905	46	0	0	91	116	38	291
1906	34	45	22	24	70	29	202
1907	37	66	19	45	57	7	212
1908	66	82	40	64	65	52	329
1909	24	43	30	45	62	38	212
1910	40	40	5	76	60	53	269
1911	10	50	22	35	31	24	150
1912	13	61	18	33	99	11	217
1913	11	45	33	41	50	20	167
1914	23	12	2	67	31	54	187
1915	32	8	1	91	55	37	223
1916	37	72	53	40	103	46	298
1917	14	10	6	50	95	67	236
1918	8	30	4	89	51	82	260
1919	3	43	21	82	59	37	224
1920	147	38	19	68	46	33	332
1921	19	59	19	40	101	42	261
1922	16	57	11	87	88	76	324
1923	22	32	26	84	77	42	257
1924	77	10	7	68	50	72	277
1925	16	55	2	53	56	99	279
1926	40	35	22	80	65	74	294
1927	36	96	33	90	138	58	418
1928	54	80	34	41	133	24	332
1929	59	81	11	40	27	49	256
1930	80	64	21	135	31	92	402
1931	32	45	23	121	58	57	313
1932	53	22	5	54	20	103	252
1933	14	61	0	90	37	30	232
1934	45	28	11	35	85	54	247
1935	54	87	35	42	32	102	317
1936	55	5	5	102	66	18	246
1937	105	55	33	70	72	59	361
1938	62	49	31	75	78	32	296
1939	20	36	1	64	44	18	182
1940	22	31	0	62	100	82	297
Medeltal	40	47	19	64	66	49	265

Tab. 3. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha (y) vid Alnarp åren 1901-1940.

Gröda	Antal år i under- sök- peri- oden	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a+bx+cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korrela- tionsför- hållande $r$	$t_r$
					a	b	c			x	y		
Höstvete	40	maj-juni	87	35.6	26.8	0.215±0.097	-0.00109±0.00048	2.2	2.3	99	37.5	0.664±0.089	7.5
Höstråg	40	"	87	34.5	32.7	0.057±0.092	-0.00035±0.00045	0.6	0.8	82	35.1	0.164±0.154	1.1
Korn	40	"	87	36.1	19.9	0.395±0.063	-0.00198±0.00031	6.3	6.4	100	39.5	0.689±0.083	8.3
Havre	28	"	83	36.1	14.2	0.490±0.099	-0.00221±0.00049	4.9	4.6	111	41.3	0.718±0.092	7.8
Potatis	40	juli-aug.	130	199	52	2.147±1.164	-0.00723±0.00380	1.8	1.9	148	212	0.304±0.144	2.1
Socketbetor <sup>x)</sup>	40	juli-sept.	179	371	383	-0.065±0.133	-	0.5	-	-	-	-0.080±0.157	0.5
Foderbetor <sup>x)</sup>	39	"	180	662	587	0.415±0.466	-	0.9	-	-	-	0.149±0.157	0.9
Vall	36	maj-15 juni	57	50.0	27.0	0.589±0.142	-0.00241±0.00086	4.2	2.8	122	62.9	0.781±0.065	12.0

x) För dessa grödor är funktions sambandet rätlinigt, varför korrelationsförhållandet  $r$  blir identiskt med korrelationskoefficienten r. Jfr texten!



Tab. 4. Skörderesultat i dt/ha vid Bollerups skoljordbruk

åren 1913 - 1940.

År	Höst- vete	Höst- råg	Korn	Havre	Pota- tis	Socket- betor	Foder- betor	Kål- röt- ter	Vall till hö
1913	27.9	26.1	25.7	24.0	140	308	703	538	52.0
1914	24.0	29.0	25.7	15.0	185	291	434	336	45.5
1915	27.0	11.5	18.3	24.7	200	295	460	692	14.5
1916	23.0	20.7	25.0	21.7	110	240	430	531	38.8
1917	16.5	26.9	11.9	9.0	106	356	569	600	42.9
1918	22.5	28.1	19.2	27.4	-	-	473	220	30.2
1919	22.9	26.6	25.5	21.3	70	-	487	-	55.1
1920	25.7	26.9	21.0	21.6	39	-	485	579	59.1
1921	28.8	41.3	25.0	-	191	-	440	382	25.3
1922	20.8	25.1	35.4	-	150	-	623	514	44.4
1923	21.3	22.3	30.9	-	100	-	598	714	52.1
1924	22.4	22.6	22.4	-	140	-	x)	x)	33.2
1925	42.6	24.7	27.0	21.3	166	-	x)	x)	60.8
1926	26.0	20.2	30.9	33.8	141	-	675	616	55.7
1927	21.3	19.6	20.5	18.0	107	-	707	590	46.1
1928	26.8	36.8	34.1	32.5	158	300	740	727	50.0
1929	27.5	30.0	34.1	35.2	116	394	713	730	46.6
1930	28.5	36.0	25.4	26.9	179	365	668	717	85.9
1931	24.9	26.4	24.6	33.6	157	291	552	815	65.3
1932	35.4	44.6	33.2	23.0	140	436	792	748	62.1
1933	32.3	35.5	33.1	-	185	390	767	830	51.8
1934	36.9	39.7	27.7	-	196	360	594	522	54.8
1935	38.0	31.0	41.0	-	118	400	687	708	71.2
1936	30.7	29.0	27.0	-	100	364	887	613	63.8
1937	37.0	34.0	26.8	-	162	409	894	784	61.3
1938	39.5	35.0	35.4	-	210	397	922	688	56.2
1939	38.0	37.0	32.7	-	210	420	941	797	47.3
1940	15.0	33.1	24.3	-	189	380	570	680	40.0
Medel- tal	28.0	29.3	27.3	24.3	147	355	647	627	50.4
Medel- areal i ha	67.3	15.6	56.0	15.2	6.7	6.7	23.0	8.6	95.7

x) Skördeuppgifterna för foderbetor och kålrötter sammanslagna i verksamhetsberättelserna för dessa år.

Tab. 5. Nederbörd i mm vid Bollerup under maj - sept. 1913-1940.

År	Maj	Juni	Juni 1-15	Juli	Aug.	Sept.	Maj- Sept.
1913	10	35	19	27	46	9	127
1914	43	8	4	53	22	75	201
1915	44	1	0	84	47	19	195
1916	34	60	47	48	74	62	278
1917	11	21	9	45	89	57	223
1918	12	37	5	102	58	141	350
1919	12	62	46	114	45	33	266
1920	97	84	58	45	48	45	319
1921	14	41	27	52	90	22	219
1922	7	34	12	84	71	83	279
1923	41	44	33	27	101	28	241
1924	79	7	6	41	65	109	301
1925	39	26	7	49	99	86	299
1926	28	45	41	74	48	71	266
1927	48	95	29	94	112	73	422
1928	72	60	23	27	80	33	272
1929	32	44	8	36	22	32	166
1930	73	37	8	122	57	111	400
1931	54	23	8	164	55	48	344
1932	85	3	0	60	36	88	272
1933	25	96	0	92	30	41	284
1934	32	33	10	45	63	58	231
1935	32	75	26	74	34	101	316
1936	30	2	2	105	83	31	251
1937	47	30	19	56	105	59	297
1938	37	42	18	78	33	46	236
1939	13	59	10	54	59	74	259
1940	33	8	3	69	85	74	269
Medel- tal	39	40	17	69	63	61	271

Tab. 6. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha (y) vid Bollerup åren 1913-1940.

Gröda	Antal år i under- sök- peri- oden	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a + bx + cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korrela- tionsför- hållande $r$	$t_r$
					a	b	c			x	y		
Höstvete	28	maj-juni	78	28.0	0.189±0.142	-0.00093±0.00072	20.0	1.3	1.3	102	29.6	0.200±0.181	1.1
Höstråg	28	"	78	29.2	0.058±0.147	-0.00029±0.00074	26.9	0.4	0.4	100	29.8	0.042±0.189	0.2
Korn	28	"	78	27.3	0.240±0.151	-0.00115±0.00076	16.9	1.6	1.5	104	29.5	0.301±0.172	1.7
Havre	16	"	84	24.3	0.141±0.180	-0.00077±0.00087	19.1	0.8	0.9	91	25.5	0.225±0.234	1.1
Potatis	27	juli-aug.	130	147	0.933±1.208	-0.00380±0.00429	95	0.8	0.9	123	153	0.211±0.184	1.1
Socketbetor	18	juli-sept.	182	355	-0.190±0.174	-	390	1.1	-	-	-	-0.270±0.217	1.2
Foderbetor	26	"	190	647	-0.551±0.388	-	751	1.4	-	-	-	-0.284±0.180	1.6
Kålrötter	25	"	190	627	-0.640±0.430	-	748	1.5	-	-	-	-0.296±0.182	1.6
Vall	28	maj-15 juni	56	50.4	1.112±0.139	-0.00596±0.00088	12.0	8.0	6.8	93	63.9	0.865±0.048	18.0

Tab. 7. Skörderesultat i dt/ha vid Bjärka-Säby skoljordbruk  
åren 1907-1940.

År	Höst- vete	Höst- råg	Korn	Havre	Pota- tis <sup>x)</sup>	Kål- röt- ter <sup>x)</sup>	Vall till hö
1907	24.4	13.4	24.5	17.7	172	364	58.4
1908	29.1	29.2	23.3	20.8	241	450	61.7
1909	31.2	23.5	21.9	17.1	264	496	65.1
1910	22.9	16.7	18.4	17.2	256	607	42.0
1911	30.0	24.6	27.8	9.6	254	396	42.9
1912	28.0	13.5	24.7	20.3	162	505	53.4
1913	18.9	16.3	25.5	16.3	246	511	41.7
1914	23.0	26.8	9.1	13.5	208	368	28.0
1915	14.2	16.8	18.8	26.7	304	607	56.5
1916	28.0	16.8	32.1	16.0	189	513	49.5
1917	17.8	14.4	14.4	8.0	281	363	28.7
1918	30.6	28.6	18.9	13.9	204	560	22.1
1919	20.4	16.5	22.0	25.4	228	562	58.1
1920	29.5	21.6	25.2	21.6	210	397	72.6
1921	33.0	33.5	23.0	21.9	235	381	47.5
1922	21.8	22.5	24.3	25.1	266	515	48.2
1923	32.0	33.5	27.5	27.8	217	516	46.4
1924	18.3	10.9	19.8	20.0	153	497	49.3
1925	34.8	31.5	30.1	24.7	214	381	53.6
1926	28.3	26.3	21.9	23.1	176	389	47.8
1927	25.4	-	17.7	20.1	127	278	55.8
1928	37.0	35.5	26.4	25.7	260	617	38.4
1929	34.1	32.8	28.0	28.3	224	601	41.4
1930	32.5	31.4	33.0	25.3	261	689	48.6
1931	19.4	22.0	23.5	-	164	356	52.7
1932	33.9	28.9	27.4	28.5	269	709	52.7
1933	32.2	36.7	32.1	32.3	253	604	51.7
1934	37.1	32.0	31.3	29.6	309	745	46.1
1935	33.5	26.8	28.6	28.7	173	563	50.8
1936	30.5	19.3	25.2	34.0	204	523	51.1
1937	38.7	30.4	30.2	34.1	186	575	36.4
1938	38.0	33.8	31.4	26.4	102	643	47.5
1939	36.9	25.8	29.9	32.8	291	527	56.4
1940	27.1	19.6	20.7	29.4	258	397	34.4
Medel- tal	28.4	24.4	24.6	22.8	222	504	48.2
Medel- areal i ha	23.3	15.3	13.4	20.4	4.7	9.5	76.3

x) Skördarna angivna i hl i årsberättelserna. Här omräknade  
varvid 1 hl potatis satts = 0.7 dt och 1 hl kålrötter =  
= 0.6 dt.

Tab. 8. Nederbörd i mm vid Bjärka-Säby under maj-sept. 1907-1940.<sup>x)</sup>

År	Maj	Juni	Juni 1-15	Juli	Aug.	Sept.	Maj- Sept.
1907	45	87	55	97	88	18	335
1908	72	54	34	72	52	32	282
1909	53	71	33	87	53	30	294
1910	43	39	8	108	143	49	382
1911	11	41	5	51	86	24	213
1912	28	121	68	15	225	28	417
1913	6	46	21	109	92	49	302
1914	37	15	5	18	47	37	154
1915	87	21	9	113	66	37	324
1916	25	118	61	78	84	25	330
1917	4	41	18	23	55	42	165
1918	3	56	3	61	50	155	325
1919	18	63	30	50	44	45	220
1920	28	49	9	44	63	45	229
1921	13	54	24	26	76	28	197
1922	14	85	11	70	62	81	312
1923	38	59	25	32	116	68	313
1924	87	49	41	134	55	64	389
1925	55	48	11	31	29	26	189
1926	64	93	64	51	20	49	277
1927	63	92	19	64	73	70	362
1928	22	52	18	34	112	50	270
1929	38	49	10	109	33	38	267
1930	47	40	19	77	54	56	274
1931	95	23	17	62	48	23	251
1932	36	40	13	107	33	55	271
1933	66	29	0	95	29	50	269
1934	41	38	16	95	86	61	321
1935	24	59	24	80	20	72	255
1936	54	64	16	110	76	29	333
1937	27	47	27	67	74	105	320
1938	37	51	37	103	118	68	377
1939	17	43	3	127	30	1	218
1940	36	26	18	85	98	66	311
Medeltal	39	55	22	73	70	49	287

x) Uppgifterna för åren 1907-08 gälla nederbördsstationen i Linköping.

Tab. 9. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha vid Bjärka-Säby åren 1907-1940.

Gröda	Antal år i under- sök- peri- oden	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a + bx + cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korrela- tionsför- hållande $\eta$	$t_\eta$
					a	b	c			x	y		
Höstvete	34	maj-juni	94	28.4	22.5	0.143±0.207	-0.00077±0.00101	0.7	0.8	93	29.2	0.144±0.168	0.9
Höstråg	33	"	91	24.4	10.3	0.364±0.127	-0.00207±0.00066	2.9	3.1	88	26.3	0.480±0.134	3.6
Korn	34	"	94	24.6	5.2	0.407±0.165	-0.00193±0.00081	2.5	2.4	105	26.7	0.402±0.144	2.8
Havre	33	"	93	22.8	3.4	0.406±0.111	-0.00189±0.00056	3.6	3.4	108	26.3	0.583±0.115	5.1
Potatis	34	juli-aug.	143	222	150	1.124±0.791	-0.00392±0.00257	1.4	1.5	143	231	0.260±0.160	1.6
Kålrötter	34	juli-sept.	192	504	317	0.974±0.311	-	3.1	-	-	-	0.484±0.131	3.7
Vall	34	maj-15 juni	62	48.2	31.2	0.445±0.205	-0.00219±0.00146	2.2	1.5	102	53.8	0.497±0.129	3.9

Tab. 10. Skörderesultat i dt/ha vid Ulvhälls skoljordbruk

åren 1913-1940.

År	Höst- vete	Korn	Havre	Pota- tis	Kål- rötter	Vall till hö
1913	11.0	19.3	18.6	77	360	28.6
1914	23.6	10.5	17.3	71	240	28.3
1915	15.9	16.9	25.5	160	-	22.0
1916	14.7	21.3	10.2	133	234	40.0
1917	10.7	15.3	10.9	164	384	21.2
1918	30.0	21.1	22.1	185	370	22.5
1919	29.4	15.6	27.0	147	480	34.0
1920	38.7	24.9	19.9	185	510	52.0
1921	32.2	29.5	25.6	150	240	50.0
1922	28.0	20.5	16.6	212	480	47.0
1923	28.5	23.0	14.0	112	480	57.0
1924	22.3	14.4	12.7	144	443	55.6
1925	33.3	20.7	-	192	464	41.3
1926	27.4	27.5	-	164	480	55.7
1927	26.6	19.1	18.5	126	480	56.5
1928	25.8	23.2	-	157	540	62.0
1929	18.1	21.0	20.7	152	532	68.0
1930	31.1	7.3	-	133	593	63.5
1931	12.6	23.0	-	168	247	50.5
1932	26.8	22.0	30.4	175	526	74.0
1933	34.3	18.6	-	178	312	40.0
1934	37.4	37.3	-	214	623	33.3
1935	24.6	-	-	175	240	39.9
1936	31.1	-	-	146	571	59.3
1937	35.6	-	-	168	434	57.5
1938	38.6	-	32.5	161	569	59.5
1939	35.2	-	38.3	190	448	51.0
1940	25.0	-	23.7	252	433	40.0
Medel- tal	26.7	20.6	21.4	160	434	46.8
Medel- areal i ha	34.4	15.1	9.3	3.5	6.2	59.9

Tab. 11. Nederbörd i mm vid Ulvhäll under maj - sept. 1913-1940. x)

År	Maj	Juni	Juni 1-15	Juli	Aug.	Sept.	Maj- Sept.
1913	11	54	37	119	114	37	335
1914	52	37	11	17	7	32	145
1915	65	25	12	92	58	80	320
1916	45	64	32	49	68	21	247
1917	10	36	22	64	53	34	197
1918	4	64	21	44	52	136	300
1919	49	85	21	106	65	47	352
1920	35	46	8	72	140	37	330
1921	15	94	29	76	51	13	249
1922	29	45	1	61	109	70	314
1923	63	56	37	67	119	102	407
1924	62	23	7	50	34	80	249
1925	28	27	16	68	31	44	198
1926	54	19	13	16	48	56	193
1927	77	26	8	82	36	66	287
1928	14	57	17	52	89	36	248
1929	77	73	37	60	49	39	298
1930	24	47	34	83	175	44	373
1931	49	23	16	67	85	37	261
1932	64	56	16	66	33	61	280
1933	60	12	2	110	60	34	276
1934	32	56	11	64	52	36	240
1935	35	37	26	68	23	124	287
1936	68	26	8	84	124	56	358
1937	27	46	17	80	32	86	271
1938	34	52	10	94	89	28	297
1939	26	47	20	114	34	41	262
1940	20	13	9	90	76	38	237
Medel- tal	40	45	18	72	68	54	279

x) Uppgifterna för åren 1913-16 gälla nederbördsstationen i Sursa, c:a 12 km nordost om Ulvhäll, för åren 1917-18 nederbördsstationen i Västerås samt för åren 1919-22 nederbördsstationen i Strängnäs.



Tab. 12. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha (y) vid Ulvhäll åren 1913-1940.

Gröda	Antal år i under- sök- peri- oden	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a + bx + cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korre- lations- förhål- lande $r$	$t_r$
					a	b	c			x	y		
Höstvete	28	maj-juni	85	26.7	1.1	0.578±0.263	-0.00298±0.00140	2.2	2.1	97	99.1	0.410±0.157	2.6
Korn	22	"	88	20.6	6.1	0.304±0.333	-0.00147±0.00170	0.9	0.9	103	21.8	0.190±0.206	0.9
Havre	18	"	91	21.4	11.4	0.228±0.235	-0.00118±0.00126	1.0	0.9	97	22.4	0.224±0.224	1.0
Potatis	28	juli-aug.	140	160	88	1.195±0.458	-0.00428±0.00153	2.6	2.8	139	172	0.495±0.143	3.5
Kålrötter	27	juli-sept.	193	434	321	0.585±0.376	-	1.6	-	-	-	0.297±0.176	1.7
Vall	28	maj-15 juni	58	46.8	33.8	0.224±0.100	-	2.2	-	-	-	0.404±0.158	2.6

Tab. 13. Skörderesultat i dt/ha vid Ultuna skol-  
jordbruk åren 1904-1940.

År	Höst- vete	Höst- råg	Korn	Pota- tis	Kål- röt-	Vall till hö
1904	34.4	21.9	-	125	-	42.7
1905	35.6	29.1	-	232	-	14.8
1906	34.4	30.2	22.2	107	-	37.9
1907	17.6	16.7	20.6	177	-	41.7
1908	35.8	28.7	29.2	165	-	37.9
1909	29.1	23.5	14.4	136	-	38.2
1910	24.6	24.5	29.1	103	-	44.5
1911	29.6	23.8	19.8	74	480	31.0
1912	29.7	25.1	25.4	133	468	54.7
1913	11.7	27.5	26.1	146	-	36.3
1914	29.6	29.6	9.1	110	277	41.7
1915	19.4	26.8	-	249	576	28.8
1916	17.4	19.4	22.9	124	497	70.5
1917	12.6	7.3	11.9	60	-	10.0
1918	27.1	29.2	13.5	158	250	24.1
1919	24.6	28.8	17.4	182	595	26.0
1920	23.1	20.9	20.5	176	348	52.7
1921	31.6	36.9	28.4	194	284	26.9
1922	16.0	20.1	21.0	235	244	23.3
1923	21.7	27.2	-	163	889	55.3
1924	25.7	18.2	25.9	113	573	34.4
1925	35.0	32.4	23.4	140	576	41.5
1926	34.0	30.9	25.7	129	586	37.8
1927	23.8	-	21.2	71	494	41.5
1928	30.2	-	29.7	160	599	43.3
1929	24.8	-	38.2	124	686	35.7
1930	33.0	-	32.3	124	754	36.7
1931	22.3	-	19.7	97	533	44.1
1932	29.7	-	27.5	106	756	55.6
1933	34.0	27.7	24.8	191	717	63.4
1934	38.2	-	36.1	163	740	57.7
1935	36.3	-	29.3	124	767	46.4
1936	25.2	-	17.5	146	530	35.9
1937	39.0	-	-	131	673	46.4
1938	39.2	-	40.7	117	573	52.4
1939	40.8	-	42.5	121	767	45.0
1940	24.0	-	16.6	127	600	20.2
Medel- tal	28.1	25.3	24.5	141	565	39.9
Medel- areal i ha	20.6	12.9	9.0	2.5	2.4	31.3

Tab. 14. Skörderesultat i dt/ha å Kungsängen åren 1904-1940.

År	Höst-råg	Korn	Havre	Kål-röt-ter	Vall till hö	Hö från slåtter-äng
1904	26.0	18.5	8.9	273	27.2	15.9
1905	23.6	19.0	15.2	-	24.3	16.3
1906	29.0	25.7	16.2	266	42.5	18.8
1907	20.7	16.6	24.8	390	46.0	24.9
1908	31.8	25.3	20.0	429	44.9	19.7
1909	26.4	16.3	12.5	360	44.1	24.6
1910	23.8	21.1	21.4	540	34.1	20.0
1911	27.3	25.3	20.5	644	18.3	15.0
1912	24.0	20.6	20.7	672	57.3	37.9
1913	21.5	23.4	21.8	139	42.0	20.4
1914	29.1	20.8	6.4	358	43.7	14.2
1915	19.0	15.7	22.2	480	55.5	28.2
1916	-	18.4	11.1	518	43.2	32.9
1917	11.2	15.1	21.1	92	18.3	14.8
1918	36.6	30.9	22.2	500	27.6	19.4
1919	29.0	18.2	24.2	630	40.0	28.6
1920	25.4	24.7	18.2	540	42.9	18.6
1921	36.6	29.5	17.1	426	49.9	25.6
1922	17.2	23.0	11.0	360	38.2	31.2
1923	20.2	14.8	23.2	510	41.3	20.8
1924	11.4	20.4	19.0	528	31.6	12.0
1925	30.3	30.3	16.5	707	39.9	11.9
1926	18.0	25.9	19.0	563	42.8	-
1927	21.7	19.9	15.9	565	41.5	-
1928	-	28.1	30.8	609	42.3	16.9
1929	29.8	32.4	26.4	692	36.1	16.5
1930	-	34.2	23.0	738	46.5	-
1931	14.2	21.3	20.9	561	38.8	-
1932	37.2	21.8	22.9	774	43.8	-
1933	-	17.4	25.1	742	36.5	16.9
1934	41.5	31.0	36.4	704	52.6	22.2
1935	38.7	33.2	31.2	734	40.8	21.6
1936	25.8	14.9	25.9	592	42.3	13.9
1937	30.2	32.1	29.2	690	38.8	15.4
1938	36.0	38.5	32.9	652	57.8	9.2
1939	36.1	34.7	35.1	688	49.7	10.0
1940	25.8	23.8	28.5	500	22.4	10.0
Medel-tal	26.5	23.9	21.6	532	40.1	19.5
Medel-areal i ha	8.5	12.5	17.7	3.2	39.3	37.5

Tab. 15. Nederbörd i mm vid Ultuna under maj - sept. 1904-1940. x)

År	Maj	Juni	Juni 1-15	Juli	Aug.	Sept.	Maj- Sept.
1904	42	39	13	12	119	30	242
1905	12	25	10	46	68	44	195
1906	74	50	37	20	57	15	215
1907	47	41	14	60	111	28	287
1908	22	56	37	46	67	50	241
1909	70	27	26	86	46	21	250
1910	73	66	4	167	47	45	398
1911	4	37	11	47	32	67	187
1912	79	42	39	19	115	18	273
1913	12	55	26	109	91	6	273
1914	41	70	19	20	28	40	199
1915	53	28	11	131	64	88	364
1916	63	79	45	91	62	20	315
1917	13	12	4	61	37	43	166
1918	2	46	19	53	46	129	276
1919	25	107	39	68	80	71	351
1920	35	67	12	64	56	31	253
1921	23	82	11	61	49	23	238
1922	30	60	11	60	94	67	311
1923	47	47	30	36	163	115	408
1924	73	33	20	69	40	108	323
1925	15	29	20	119	32	47	242
1926	52	32	16	68	72	48	272
1927	66	59	12	119	73	81	398
1928	29	50	19	71	76	50	276
1929	77	91	30	72	54	33	327
1930	19	76	32	97	188	71	451
1931	38	22	5	41	103	46	250
1932	69	65	19	79	54	47	314
1933	34	21	15	130	37	27	249
1934	36	34	21	187	53	46	356
1935	43	46	25	62	40	144	335
1936	42	28	4	56	140	83	349
1937	27	47	16	50	32	97	253
1938	26	65	23	74	123	52	340
1939	14	66	32	99	71	85	335
1940	10	15	9	42	80	78	225
Medeltal	39	49	20	73	73	57	290

x) Nederbördsuppgifterna för 1-15 juni åren 1904-32 ha hämtats ur Bulletin Mensuel de l'Observatoire Météorologique de l'Université d'Upsal.

Gröda	Antal år i under- sök- peri- oden	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a + bx + cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korrela- tionsför- hållande $r$	$t_\eta$
					a	b	c			x	y		
<u>Ultuna:</u>													
Höstvete	37	maj-juni	88	28.1	12.5	0.401±0.144	-0.00223±0.00078	2.8	2.9	90	30.6	0.442±0.132	3.3
Höstråg	23	"	89	25.2	16.9	0.201±0.183	-0.00107±0.00106	1.1	1.0	94	26.4	0.253±0.195	1.3
Korn	32	"	85	24.5	-5.1	0.653±0.101	-0.00315±0.00054	6.5	5.8	104	28.8	0.784±0.068	11.5
Potatis	37	juli-aug.	146	141	48	1.157±0.657	-0.00318±0.00202	1.8	1.6	182	153	0.300±0.150	2.0
Kålrötter	28	juli-sept.	214	565	372	0.904±0.453	-	2.0	-	-	-	0.372±0.163	2.3
Vall	37	maj-15 juni	59	39.9	11.6	0.754±0.271	-0.00383±0.00203	2.8	1.9	98	48.7	0.608±0.104	5.8
<u>Kungsängen:</u>													
Höstråg	33	maj-juni	87	26.5	21.5	0.088±0.159	-0.00030±0.00087	0.6	0.3	147	27.9	0.161±0.170	0.9
Korn	37	"	88	23.9	10.6	0.327±0.112	-0.00176±0.00060	2.9	2.9	93	25.8	0.449±0.131	3.4
Havre	37	"	88	21.6	22.1	-0.025±0.090	-	0.3	-	-	-	-0.047±0.164	0.3
Kålrötter	36	juli-sept.	204	532	525	0.031±0.377	-	0.1	-	-	-	0.014±0.167	0.1
Nat. äng	32	maj-15 juni	58	19.5	13.2	0.110±0.0039	-	2.8	-	-	-	0.458±0.140	3.3

Tab. 17. Skörderesultat i dt/ha vid Klagstorps skoljordbruk  
åren 1901-1940.

År	Höst- vete	Höst- råg	Havre	Pota- tis	Kål- röt- ter	Ro- vor	Vall till hö
1901	23.4	14.4	-	131	-	-	-
1902	20.7	20.8	-	131	-	-	-
1903	-	12.8	-	108	-	-	-
1904	14.4	18.7	-	58	-	-	-
1905	27.4	21.8	19.5	139	-	535	-
1906	20.8	23.8	18.5	114	-	532	31.4
1907	13.7	13.7	13.0	48	-	645	40.2
1908	23.8	17.1	20.6	90	-	467	47.5
1909	15.9	16.2	16.7	72	520	720	31.2
1910	31.6	20.5	22.5	66	378	490	20.8
1911	33.9	20.1	15.2	46	420	554	26.1
1912	31.3	12.1	19.4	24	528	497	50.4
1913	14.9	14.0	16.2	187	595	626	28.0
1914	26.8	16.9	7.7	157	465	391	18.5
1915	16.3	14.8	22.4	196	638	548	20.0
1916	27.8	18.0	24.5	204	534	450	7.8
1917	7.7	4.8	22.3	185	506	509	23.8
1918	21.8	17.2	18.5	160	461	472	12.9
1919	20.7	11.6	30.1	170	538	640	26.4
1920	30.0	27.5	23.9	157	537	680	62.3
1921	23.8	20.0	22.0	225	570	742	47.0
1922	17.8	18.1	20.1	202	481	-	26.8
1923	17.1	21.0	20.3	195	564	648	32.7
1924	4.4	6.1	17.3	54	360	510	21.4
1925	23.8	20.9	15.5	156	408	253	16.8
1926	27.1	23.1	29.6	123	390	299	30.2
1927	23.1	16.7	19.0	23	111	111	31.1
1928	26.3	21.3	21.0	318	485	400	35.4
1929	23.8	20.2	21.3	211	530	400	44.2
1930	27.0	23.0	24.0	20	65	60	41.3
1931	9.6	11.1	19.6	82	-	340	31.6
1932	32.8	27.0	27.2	228	437	470	37.3
1933	23.4	25.3	21.6	240	-	-	39.8
1934	x)	31.1	24.2	314	-	410	48.5
1935	18.5	19.6	25.3	171	-	-	41.5
1936	21.7	20.4	x)	175	-	-	54.3
1937	x)	19.5	23.4	108	-	-	59.5
1938	44.8	22.1	x)	120	-	-	45.2
1939	x)	-	x)	168	-	-	48.8
1940	x)	-	x)	232	-	-	32.2
Medeltal	22.5	18.5	20.7	146	457	479	34.7
Medelareal i ha	29.3	23.0	64.3	2.6	7.6	7.6	119.7

x) Skörden ej sluttröskad vid verksamhetsberättelsens  
avgivande till Kungl. Lantbruksstyrelsen.

Tab. 18. Nederbörd i mm vid Klagstorp under maj-sept. 1901-1940.<sup>x)</sup>

År	Maj	Juni	Juni 1-15	Juli	Aug.	Sept.	Maj- Sept.
1901	11	103	63	9	85	14	222
1902	65	52	30	102	118	28	365
1903	37	37	9	70	135	59	338
1904	49	41	3	5	69	56	220
1905	18	55	11	66	67	38	244
1906	53	23	15	79	64	4	223
1907	30	71	21	106	112	6	325
1908	77	70	29	38	55	34	274
1909	27	74	37	45	52	65	263
1910	42	37	4	68	81	35	263
1911	10	46	6	25	67	19	167
1912	14	178	91	22	191	33	438
1913	11	23	18	58	45	67	204
1914	17	21	0	24	23	40	125
1915	60	14	10	148	35	61	318
1916	39	48	29	43	81	7	218
1917	23	60	3	27	88	34	232
1918	3	41	3	93	97	103	337
1919	6	95	22	36	90	71	298
1920	45	62	32	109	77	54	347
1921	22	55	19	15	146	17	255
1922	39	45	2	58	59	63	264
1923	50	37	32	61	118	62	328
1924	95	40	18	117	99	109	460
1925	59	28	16	46	28	49	210
1926	62	148	120	65	22	60	357
1927	99	126	19	102	112	94	533
1928	29	55	12	89	196	52	421
1929	58	40	11	78	57	58	291
1930	60	41	2	136	140	69	446
1931	71	45	29	77	68	59	320
1932	66	64	11	54	30	48	262
1933	57	27	0	45	26	65	220
1934	48	21	9	33	54	63	219
1935	8	57	31	118	32	98	313
1936	42	38	12	121	48	36	285
1937	85	56	12	23	5	141	310
1938	66	61	28	66	40	74	307
1939	13	52	11	85	48	21	219
1940	23	50	12	107	92	95	367
Medeltal	42	56	22	67	76	54	295

x) Avbrott i nederbörds­mätningarna vid Klagstorp dec. 1922-nov. 1927. Uppgifter för denna tid ha tagits från nederbördsstationen i Skövde, c:a 6 km norr om Klagstorp.

Tab. 19. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha (y) vid Klagstorp åren 1901-1940.

Gröda	Antal år i under- sök- peri- oden	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a + bx + cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korrela- tionsför- hållande $r$	$t_r$
					a	b	c			x	y		
Höstvete	35	maj-juni	100	22.5	20.2	0.023±0.015	-	1.5	-	-	-	0.257±0.158	1.6
Hösttråg	38	"	100	18.5	20.1	-0.016±0.020	-	0.8	-	-	-	-0.133±0.159	0.8
Havre	32	"	100	20.7	13.1	0.123±0.070	-0.00039±0.00027	1.8	1.5	154	22.6	0.359±0.154	2.4
Potatis	40	juli-aug.	143	146	-7.0	2.312±4.990	-0.00743±0.01529	0.5	0.5	156	173	0.106±0.156	0.7
Kålrötter	23	juli-sept.	205	457	5.4	5.381±1.941	-0.01369±0.00432	2.8	3.2	197	534	0.661±0.117	5.6
Rovor	28	"	199	479	-172	7.182±2.375	-0.01746±0.00531	3.0	3.3	206	567	0.585±0.124	4.7
Vall	35	maj-15 juni	64	34.7	22.4	0.335±0.163	-0.00171±0.00095	2.1	1.8	98	38.8	0.352±0.148	2.4



Tab. 20. Skörderesultat i dt/ha vid Varpnäs skäljordbruk

åren 1901-1940.

År	Höst- vete	Höst- råg	Hav- re x)	Pota- tis	Kål- röt- ter	Ro- vor	Vall till hö
1901	4.5	11.7	13.8	74	-	-	30.2
1902	13.6	7.8	10.1	39	-	-	16.8
1903	16.6	10.0	11.4	67	-	260	44.4
1904	4.1	10.2	15.1	58	-	317	27.7
1905	-	14.7	8.5	-	-	-	7.6
1906	-	19.0	13.8	108	-	428	35.2
1907	-	17.6	-	-	-	486	42.8
1908	-	17.0	17.1	-	-	600	43.8
1909	-	18.8	9.7	82	-	461	48.6
1910	13.4	16.7	20.0	196	-	460	39.8
1911	-	24.9	11.9	75	-	471	33.0
1912	-	18.1	22.4	120	540	613	47.3
1913	-	15.4	22.4	110	300	522	46.0
1914	-	28.6	8.6	76	433	678	31.7
1915	-	12.4	27.7	145	354	595	28.2
1916	-	20.8	20.3	103	300	416	40.0
1917	-	15.8	17.7	161	320	619	31.1
1918	15.6	17.0	13.1	171	167	549	18.6
1919	18.4	21.9	20.4	154	353	798	34.7
1920	-	21.2	21.2	167	210	510	50.2
1921	23.9	21.7	24.1	115	390	666	55.0
1922	18.0	20.9	20.5	140	426	580	45.3
1923	21.6	17.4	12.5	108	327	467	32.4
1924	9.0	9.4	9.6	104	150	217	31.2
1925	22.0	20.4	18.4	157	323	528	45.5
1926	28.5	20.3	20.2	145	504	544	55.5
1927	18.6	14.4	14.8	107	-	508	52.7
1928	15.3	18.1	12.1	164	220	503	42.3
1929	17.2	18.7	17.3	137	428	513	40.1
1930	13.3	27.6	22.2	173	420	595	40.3
1931	22.7	20.8	17.5	134	363	425	33.7
1932	40.2	30.3	26.8	-	467	555	32.8
1933	36.4	33.4	24.8	170	449	390	43.3
1934	37.0	22.3	22.0	146	444	443	44.0
1935	17.1	25.8	21.6	60	415	414	46.1
1936	21.6	21.2	23.4	194	374	472	49.3
1937	35.2	35.8	26.2	92	367	560	55.4
1938	35.7	22.5	23.7	147	486	471	45.9
1939	37.6	37.9	20.2	114	250	400	43.1
1940	16.8	24.3	33.0	160	463	-	24.0
Medeltal	21.2	20.1	18.1	124	366	501	38.6
Medelareal i ha	10.4	26.0	70.5	2.7	3.3	5.7	109.1

x) Åren 1903-1926 angavs skörden i verksamhetsberättelserna såsom vårsäd, varför troligen även en viss areal blandsäd och korn innefattas i skörderesultatet för nämnda år.

Tab. 21. Nederbörd i mm vid Varpnäs under maj - sept. 1901-1940.<sup>x)</sup>

År	Maj	Juni	Juni 1-15	Juli	Aug.	Sept.	Maj- Sept.
1901	18	92	40	5	43	6	164
1902	30	14	10	104	200	21	369
1903	22	57	39	58	130	45	312
1904	65	24	7	2	69	31	191
1905	20	21	2	62	91	67	261
1906	99	20	11	64	74	6	263
1907	43	98	55	125	137	17	420
1908	65	44	33	53	59	55	276
1909	76	53	24	74	91	132	426
1910	58	45	4	130	43	55	331
1911	29	23	2	22	38	41	153
1912	40	109	67	34	157	34	374
1913	38	27	11	104	81	11	261
1914	18	24	2	20	20	20	102
1915	64	11	7	172	39	72	358
1916	63	85	34	54	62	28	292
1917	8	50	10	65	104	36	263
1918	12	37	8	116	41	133	339
1919	12	54	27	50	82	75	273
1920	67	38	4	119	77	58	359
1921	50	56	14	42	142	31	321
1922	28	49	0	88	109	54	328
1923	75	92	55	93	163	123	546
1924	113	89	49	128	110	111	551
1925	83	44	8	69	28	37	261
1926	75	86	33	50	31	61	303
1927	92	128	22	88	49	115	372
1928	14	70	17	51	205	76	416
1929	90	45	19	49	115	36	335
1930	56	33	15	91	117	78	375
1931	54	19	6	104	76	48	301
1932	55	26	9	64	38	64	247
1933	66	52	3	60	27	63	268
1934	43	24	2	95	118	137	417
1935	14	52	41	22	38	129	255
1936	50	20	20	132	23	60	285
1937	93	48	19	28	33	126	328
1938	17	87	33	76	50	75	305
1939	26	32	16	110	91	22	281
1940	15	36	1	65	96	97	309
Medeltal	49	50	19	73	82	62	315

x) Uppgifterna för åren 1901-1917 gälla nederbördsstationen i Karlstad. Nederbördsräkningarna vid Varpnäs började 1 jan. 1918.

Tab. 22. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha (y) vid Varpnäs åren 1901-1940.

Gröda	Antal år i under- sök- perio- den	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a+bx+cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korrela- tionsför- hållande $r$	$t_\eta$
					a	b	c			x	y		
Höstvete	22	maj-juni	105	23.7	6.4	0.325±0.189	-0.00127±0.00073	1.7	1.7	128	27.2	0.374±0.183	2.0
Höstråg	40	" "	99	20.1	15.6	0.120±0.085	-0.00064±0.00035	1.4	1.8	94	21.2	0.382±0.135	2.8
Havre	39	" "	98	18.1	8.7	0.200±0.067	-0.00089±0.00028	3.0	3.2	112	19.9	0.460±0.126	3.7
Potatis	36	juli-aug.	156	124	28	1.323±0.333	-0.00388±0.00105	4.0	3.7	170	140	0.573±0.112	4.6
Kålrötter	28	juli-sept.	226	366	503	-0.608±0.243	-	2.5	-	-	-	-0.441±0.152	2.9
Rovor	36	" "	218	501	433	0.934±1.265	-0.00257±0.00873	0.7	0.3	180	517	0.212±0.159	1.3
Vall	40	maj-15 juni	68	38.6	13.1	0.723±0.142	-0.00407±0.0086	5.2	4.6	89	45.2	0.664±0.089	7.5

Tab. 23. Skörderesultat i dt/ha vid Vassbo skoljordbruk åren 1901-1940.

År	Höst- vete	Höst- råg	Korn	Havre	Pota- tis x)	Kål- röt- ter <sup>x)</sup>	Ro- vor <sup>x)</sup>	Vall till hö
1901	-	20.0	-	-	87	-	328	34.5
1902	-	12.4	-	-	187	-	252	43.4
1903	-	30.6	-	-	310	-	-	47.6
1904	-	16.4	-	-	143	-	516	38.9
1905	-	26.8	-	-	212	442	605	25.6
1906	-	23.7	-	-	204	556	694	47.3
1907	-	20.2	-	-	236	96	610	69.9
1908	-	22.7	-	-	219	300	790	50.4
1909	31.5	31.3	-	-	189	-	720	46.4
1910	32.4	25.4	-	-	211	250	940	64.7
1911	28.8	21.0	12.6	-	171	330	733	48.6
1912	34.3	11.2	22.4	-	200	378	600	47.8
1913	21.3	11.0	23.4	-	73	231	497	39.7
1914	28.4	27.9	25.6	-	47	372	600	30.2
1915	13.3	15.3	9.6	-	117	136	350	31.0
1916	18.7	12.2	8.9	24.6	49	-	386	49.1
1917	2.6	5.0	5.4	11.8	114	-	396	29.6
1918	20.9	24.6	18.1	17.1	101	167	400	32.2
1919	11.7	9.5	15.7	34.3	175	-	715	41.2
1920	16.5	13.6	14.3	14.8	81	-	602	59.8
1921	12.1	22.1	17.6	13.0	115	450	575	66.4
1922	9.1	11.6	12.3	10.1	114	242	428	46.5
1923	18.5	30.8	10.1	5.6	45	216	621	41.6
1924	9.7	21.0	10.3	12.4	36	230	451	45.1
1925	17.1	22.0	10.0	17.8	99	-	436	39.1
1926	22.4	7.6	10.7	11.7	87	271	267	58.4
1927	21.5	8.8	14.1	21.1	108	260	470	49.4
1928	10.4	21.2	10.1	13.7	67	200	360	52.0
1929	32.8	26.9	10.8	19.2	60	280	550	42.2
1930	24.4	27.2	11.2	11.0	120	260	620	36.8
1931	22.7	23.9	10.4	13.9	100	213	340	43.5
1932	33.8	30.6	8.1	13.5	117	640	650	36.4
1933	28.4	24.0	6.0	7.9	147	-	311	20.1
1934	28.8	21.7	6.5	16.7	100	250	500	44.7
1935	33.7	35.2	10.0	18.8	173	211	395	49.4
1936	6.7	15.7	12.8	16.8	141	260	567	32.2
1937	32.7	15.7	-	17.5	170	534	562	36.7
1938	27.9	16.5	-	13.8	107	154	400	43.1
1939	31.6	32.0	24.3	22.3	143	238	389	49.3
1940	7.1	10.9	-	9.1	189	250	409	17.8
Medeltal	21.6	20.2	13.2	15.5	134	290	514	43.3
Medelareal i ha	4.0	6.4	2.5	10.1	0.9	0.6	2.7	40.1

x) Åren 1901-1922 angavs i verksamhetsberättelserna potatisskördarna i hl, likaså åren 1905-1923 för kålrötter och 1901-1926 för rovor. Som reduktionsfaktor har räknats med 1 hl potatis = 0.7 dt och 1 hl kålrötter eller rovor = 0.6 dt.

Tab. 24. Nederbörd i mm vid Vassbo under maj - sept. 1901-1940.<sup>x)</sup>

År	Maj	Juni	Juni 1-15	Juli	Aug.	Sept.	Maj- Sept.
1901	7	68	30	20	35	16	146
1902	41	36	24	69	111	42	299
1903	58	40	19	104	154	50	406
1904	48	47	6	2	75	52	224
1905	13	22	8	73	138	55	301
1906	93	47	23	37	103	10	290
1907	63	62	10	77	111	12	325
1908	19	40	30	56	67	70	252
1909	57	41	26	39	66	58	261
1910	71	62	18	66	67	25	293
1911	20	39	15	58	22	90	229
1912	46	69	62	22	172	35	344
1913	12	65	7	129	92	26	324
1914	39	45	28	32	15	36	167
1915	35	20	8	142	47	104	348
1916	106	68	44	105	25	16	320
1917	14	55	6	107	95	32	303
1918	7	67	22	52	86	128	340
1919	23	81	13	58	47	43	252
1920	65	22	16	78	159	52	376
1921	36	99	55	84	92	67	378
1922	24	66	13	79	106	45	320
1923	85	57	30	50	79	113	384
1924	90	64	41	106	92	51	403
1925	21	34	8	98	29	47	229
1926	73	72	10	46	42	78	311
1927	77	99	28	123	110	120	529
1928	28	56	14	52	102	38	276
1929	76	80	41	48	93	38	335
1930	44	36	24	110	62	78	330
1931	93	24	15	84	90	31	322
1932	50	41	14	42	52	51	236
1933	19	21	2	45	47	55	187
1934	36	38	26	117	109	70	370
1935	23	84	49	56	47	142	352
1936	33	42	8	67	78	58	278
1937	56	39	18	38	18	74	225
1938	16	81	39	159	46	61	363
1939	35	57	18	93	66	32	283
1940	9	6	5	75	149	60	299
Medeltal	44	53	22	72	80	57	305

x) Uppgifterna för åren 1901-08 samt 1917-18 gälla nederbördsstationen i Falun, likaså nederbördsuppgifterna för 1-15 juni samtliga år.

Tab. 25. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha (y) vid Vassbo åren 1901-1940.

Gröda	Antal år i undersök. perioden	Nederbördsperiod	Medelnederbörd i mm	Medel-skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a + bx + cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi-punkt		Korrelationsförelhållande $\eta$	$t_\eta$
					a	b	c			x	y		
Höstvete	32	maj-juni	99	21.6	4.9	0.319±0.222	-0.00133±0.00325	1.4	0.4	120	24.1	0.277±0.163	1.7
Höstråg	40	"	97	20.2	10.7	0.215±0.169	-0.00107±0.00080	1.3	1.3	101	21.5	0.212±0.151	1.4
Korn	27	"	100	13.2	-5.4	0.381±0.155	-0.00172±0.00069	2.5	2.5	111	26.6	0.422±0.158	2.7
Havre	25	"	102	15.4	8.8	0.108±0.149	-0.00036±0.00068	0.7	0.5	150	16.9	0.245±0.188	1.3
Potatis	40	juli-aug.	152	134	112	0.148±0.180	-	0.8	-	-	-	0.132±0.155	0.9
Kålrötter	29	juli-sept.	218	290	513	-1.019±0.375	-	2.7	-	-	-	-0.463±0.146	3.2
Rovor	39	"	206	514	602	-0.425±0.407	-	1.1	-	-	-	-0.170±0.156	1.1
Vall	40	maj-15 juni	66	43	16.5	0.708±0.165	-0.00364±0.00108	4.3	4.4	97	51.0	0.660±0.089	7.4

Tab. 26. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha (y) i Södra Møre härad åren 1916-1940.

Gröda	Antal år i under- sök- perio- den	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a + bx + cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korrela- tionsför- hållande r	t <sub>r</sub>
					a	b	c			x	y		
Höstvete	25	maj-juni	72	21.5	17.7	0.070±0.128	-0.00021±0.00080	0.5	0.3	(170)	(23.7)	0.327±0.179	1.8
Höstråg	25	" "	72	15.6	14.4	0.018±0.018	-	1.0	-	-	-	0.207±0.191	1.1
Korn	25	" "	72	15.7	8.7	0.156±0.055	-0.00080±0.00034	2.8	2.4	97	16.2	0.583±0.132	4.4
Havre	25	" "	72	15.1	6.6	0.202±0.058	-0.00101±0.00036	3.5	2.8	100	16.6	0.706±0.100	7.1
Potatis	40	juli-aug.	105	108	88	0.315±0.314	-0.00099±0.00395	1.0	0.3	159	113	0.200±0.152	1.3
Foderrot- frukter	25	juli-sept.	160	300	183	1.263±0.852	-0.00302±0.00801	1.5	0.4	209	315	0.359±0.174	2.1
Vall	40	maj-15 juni	50	39.9	23.0	0.462±0.096	-0.00201±0.00090	4.8	2.2	115	49.6	0.728±0.075	9.8

Tab. 27. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha (y) i Halmstads härad åren 1916-1940.

Gröda	Antal år i under- sök- peri- oden	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a + bx + cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korrela- tionsför- hållande $r$	$t_{\eta}$
					a	b	c			x	y		
Höstvete	25	maj-juni	108	23.3	13.6	0.184±0.219	-0.00080±0.00101	0.8	0.8	115	24.2	0.195±0.192	1.0
Höstråg	25	"	108	19.2	4.7	0.289±0.151	-0.00132±0.00069	1.9	1.9	109	20.6	0.396±0.169	2.3
Korn	25	"	108	22.6	9.0	0.261±0.115	-0.00115±0.00053	2.3	2.2	114	23.9	0.463±0.157	2.9
Havre	25	"	108	21.2	8.8	0.223±0.087	-0.00092±0.00040	2.6	2.3	121	22.3	0.554±0.139	4.0
Socketbetor	24	juli-sept.	271	271	353	-0.304±0.237	-	1.3	-	-	-	-0.253±0.191	1.3
Foderbetor	25	"	272	416	463	-0.174±0.253	-	0.7	-	-	-	-0.142±0.196	0.7
Vall	30	maj-15 juni	68	44.6	24.6	0.453±0.161	-0.00189±0.00119	2.8	1.6	120	51.7	0.718±0.088	8.2



Tab. 28. Samband mellan nederbörden i mm (x) och avkastningen av olika grödor i dt/ha (y) i Gotlands län åren 1914-1940.

Gröda	Antal år i under- sök- peri- oden	Neder- börds- period	Medel- neder- börd i mm	Medel- skörd i dt/ha	Sambandsfunktion $y = a + bx + cx^2$			$t_b$	$t_c$	Maximi- punkt		Korrela- tionsför- hållande $r$	$t_{\eta}$
					a	b	c			x	y		
Höstvete	27	maj-juni	60	17.8	5.4	0.331±0.123	-0.00175±0.00099	2.7	1.7	94	21.0	0.717±0.093	7.7
Höstråg	27	"	60	14.9	10.3	0.094±0.076	-0.00024±0.00061	1.2	0.4	(196)	(19.6)	0.638±0.113	5.6
Korn	27	"	60	15.0	3.1	0.342±0.093	-0.00205±0.00075	3.7	2.7	83	17.4	0.756±0.083	9.1
Havre	27	"	60	14.7	3.4	0.330±0.098	-0.00202±0.00079	3.4	2.6	82	16.9	0.704±0.097	7.3
Potatis	27	juli-aug.	112	103	39	1.123±0.436	-0.00436±0.00170	2.6	2.6	129	111	0.475±0.149	3.2
Socketbetor	27	juli-sept.	162	245	189	0.344±0.151	-	2.3	-	-	-	0.416±0.159	2.6
Foderrot- frukter	27	"	162	270	194	0.465±0.225	-	2.1	-	-	-	0.382±0.164	2.3
Vall	27	maj-15 juni	41	32.8	9.7	0.925 ± 0.219	-0.00683 ± 0.00240	4.2	2.8	68	41.0	0.778 ± 0.076	10.2

L i t t e r a t u r f ö r t e c k n i n g .

- + Abbe, C., 1905. A first report on the relation between climate and crop. U.S. Dep. of Agr., Weather Bureau, Bull. N:o 36. Washington.
- X Alexandrov, A., 1905. Influence of spring precipitation on the yield of oats and potatoes and on the starch content of potatoes. Zeml. Ghaz. N:o 41, p. 579. Abstract in Exp. Sta. Rec. 19:115.
- Alnarps lantbruks- och mejeriinstitut, lantbruksskola och egendom:  
Berättelse över verksamheten åren 1901-1918, 1932-1933 samt 1936-1940. /Årsskrift från Lantbruks- och Mejeri-institutet vid Alnarp 1920-1932 samt 1935./ Malmö.
- Alsberg, C. and Griffing, E., 1929. Forecasting wheat yields from the weather: Elements of an unsolved problem. Wheat Studies of the Food Res. Institute, vol. V, p. 1.
- Arrhenius, O., 1926. Vattnet som vegetationsfaktor. I. Medd. n:r 295 från Centralanst. för försöksväs. på jordbruksomr.
- Azzi, G., 1915. The influence of meteorological factors on the yield of grain in the Province of Bologna. Trudy Selsk. Khoz. Met. N:o 14. Abstract in Exp. Sta. Rec. 34:208.
- " - , 1921. Ricerche sperimentali sul periodo critico del frumento rispetto alle piogge. Nuovi Ann. Min. Agr. anno 1, n:o 2. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 12.
- X - " - , 1922. The problem of agricultural ecology. Monthly Weather Review, vol. 50, N:o 4, p. 193.
- X Barkley, H., 1927. The victorian wheat harvest. Climatic controls and world prices. Wheat and Grain Rev. 7:18. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 14.
- Baule, B., 1918. Zu Mitscherlichs Gesetz der physiologischen Beziehungen. Landw. Jahrb., Bd 51, S. 363.
- + Baumann, H., 1936. Der Ernteausschlag dieses Jahres, eine Folge seines Witterungsablaufes. Mitt. für die Landw. 51. Jahrg., Heft 46, S. 1016.

- + Baumann, H., 1937. Die land- und volkswirtschaftliche Bedeutung von Dürrejahre im deutschen Anbaugebiet, kritisch untersucht auf Grund des Witterungsverlaufes im 20. Jahrhundert. Landw. Jahrb., Bd 84, S. 377.
- " - , 1938. Witterungsverlauf und Ernteertrag in der Kurmark bei den Hauptgetreidearten und Kartoffeln. Ibid. Bd 86, S. 823.
- Baur, F., 1924. Beziehungen zwischen Niederschlagsmenge und Ernteertrag in Niederbayern. Met. Zeitschr., Heft 6, S. 170.
- X Beauverie, J., 1923. Influence de la hauteur d'eau météorologique pendant la "periode critique" du blé sur le rendement. Compt. Rend. Acad. Sci. 176:707. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 16.
- Beck, F.X., 1926. Korrelationen zwischen Getreideernten und Monatssummen der Niederschläge in Baden. Diss. Freiburg.
- X Bennet, M.K. and Farnsworth, H., 1936. World wheat acreage, yields and climates. Wheat Studies of the Food Res. Institute, Vol. 13, p. 265.
- Berce, R. et Wilboux, R., 1935. Recherche statistique des relations existant entre le rendement des plantes de grand culture et les facteurs meteorologiques en Belgique. Bull. d. l'Inst. agr. & d. Stat. d. rech. de Gembloux. IV. 32. Ref. i Zeitschr. für Pflanzenern., Bd 42, S. 366.
- Berkner, 1922. Der Einfluss der Jahreswitterung auf Höhe und Güte der Erträge unserer Feldfrüchte. Ill. Landw. Zeitung, 42. Jahrg., S. 267.
- Bjärka-Säby lantbruksskola. Årsberättelser från arbetsåren 1906-1940. Linköping.
- X Blackman, F.F., 1905. Optima and limiting factors. Annales of Botany, vol. 19, p. 281.
- Blair, Th.H., 1913. Rainfall and spring wheat. Monthly Weather Review, vol. 41, N:o 10, p. 1515.
- " - , 1918. Partial correlation applied to Dakota data on weather and wheat yield. Ibid. vol. 46, N:o 2, p. 71.

Blair, Th.H., 1919. A statistical study of weather factors affecting the yield of winter wheat in Ohio. Monthly Weather Review, vol. 47, N:o 12, p. 841.

Blaschke, G., 1924. Einfluss der klimatischen Faktoren auf die Güte und Menge der Ernteerträge Preussens. Diss. Breslau.

× Blin, H., 1927. Les saisons pluvieuses et les rendement du blé. Journ. d'Agr. Pratique, Bd 48, p. 158.

Bogue, A.H., 1930. The relationships between the yield of wheat in the prairie provinces and the weather. Canada Dom. Bureau of Statist. Monthly Bull. Agr. Statist., vol. 23, N:o 265, p. 312.

Bollerups lantbruksskola: Verksamhetsberättelser för åren 1913-1940. Kungl. Lantbruksstyrelsens arkiv.

Bondorff, K.A., 1923. Om Forholdet mellem Planternes Ernaering og Stoffproduktion. Nordisk Jordbrugsforskn., S. 136.

× Briem, H., 1903. Günstiger Witterungsverlauf zum normalen Wachstum der Zuckerrübe. Blätter für Zuckerrübenbau, X. Jahrg., S. 1.

× Briggs, L.J. and Shantz, H.L., 1914. Relative water requirements of plants. Journ. of Agr. Res., vol. 3, p. 1.

× Brounov, P.I., 1908. The influence of meteorological conditions on the growth and yield of oats in the chernosem region. Trudy Selsk. Khoz. Met., N:o 4 I, S. 270. Abstract in Exp. Sta. Rec. 23:117.

Brouwer, W., 1926 a. Die Beziehungen zwischen Ernte und Witterung in der Landwirtschaft. Diss. Landw. Jahrb., Bd 63, S.1.

- " - , 1926 b. Die "kritischen Zeiten" und das "ökologische Optimum der Witterungsfaktoren", ein Mittel zum Bestimmen der Ernteerträge. Pflanzenbau, Bd III, S.330.

- " - , 1930 a. Klima und Grünlandsertrag. Mitt. der Deutschen Landw. Gesellschaft, S. 650.

× - " - , 1930 b. Der Einfluss des Wassers auf das Gedeihen von Gräsern im Reinbestand und die Wirkung auf die Wiesen-erträge. Landw. Jahrb., Bd 72, S. 375.

× Brückner, E., 1895. Der Einfluss der Klimaschwankungen auf die Ernteerträge und Getreidepreise in Europa. Geogr. Zeitschr., Erster Jahrg., S. 39. Leipzig.

X Galzecchi-Onesti, A., 1921. La distribuzione delle piogge in Italia in rapporto all'Agricoltura. Italia Agr. 58, N:o 2. Abstract in Exp. Sta. Rec. 45:809.

Cederborg, G.V., 1935. Klimat och betskörd. Sockerfabriken i Staf-fanstorp 1885-1934. Minnesskrift. S. 63.

Chaptal, L., 1924. La météorologie agricole et la prévision des ren-dements. Assoc. Franc. Avanc. Sci. Compt. Rend. 48: 1032. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 37.

Chilcott, E.C., 1927. The relations between crop yields and preci-pitation in the Great Plains area. U.S. Dep. of Agr., Misc. Circular N:o 81.

Claussen, 1922. Der Einfluss der Niederschläge auf den Ertrag der Frühkartoffeln. Ill. Landw. Zeitung, 42. Jahrg., S.108.

Clayton, E.S., 1930. Rainfall and wheat yields. Agr. Gaz. N.S. Wa-les. 41:566. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 38.

X van Cleef, E., 1915. The sugar beet in Germany, with special atten-tion to its relation to climate. Bull. of the Amer. Geogr. Soc., vol. 67, p. 241.

Y Cochran, B.A., 1935. A note on the influence of rainfall on the yield of cereals in relation to manurial treatment. Journ. of Agr. Sci., vol. 25, p. 510.

Cole, S.J., 1938. Correlations between annual precipitation and the yield of spring wheat in the Great Plains. U.S. Dep. of Agr., Techn. Bull. N:o 636.

Ekström, G. och Flodkvist, H., 1926. Hydrologiska undersökningar av åkerjord inom Örebro län. Sverig. Geol. Unders. Års-bok 19. Stockholm.

Engquist, F., 1924. Sambandet mellan klimat och växtgränser. Geol. Fören. Förhandl.

- " - , 1929. Studier över samtida växlingar i klimat och växt-ighet. Svensk Geografisk Årsbok, s. 7.

- " - , 1932. Om klimatets inverkan på skördevariationer. Ibid., s. 122.

Eredia, F., 1923. Correlazione tra la produzione del frumento e l'andamento annuale delle piogge in Sicilia. Atti R. Acad. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sci. Fis., Mat. e Nat. 32. N:o 10. S. 358. Abstract in Exp. Sta. Rec. 52:16.

Ezekiel, M., 1930. Methods of correlations analysis. New York.

Figuieredo, F.E.A., 1919 a. Contribuicao para o estudo do clima nas suas relacoes com a agricultura. Jor. Sci. Mat. Fis. e Nat. 2:39. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 62.

X - " - , 1919 b. Observacoes e estudos effectuados no laboratório de física agricola e no campo experimental de meteorologia do instituto superior de agronomia. Da influencia dos fenomenos meteorológicos na cultura do trigo. Bol. Assoc. Cent. Agr. Portug. 21:251. Ref. Ibid. S. 62.

X Fisher, R.A., 1921. Studies in crop variation. I. An examination of the yield of dressed grain from Broadbalk. Journ. of Agr. Sci., vol. 11, p. 107.

- " - , 1925. The influence of rainfall on the yield of wheat at Rothamsted. Phil. Trans. of the Royal Soc. of London, Ser. B, vol. 213, p. 89.

Flodkvist, H., 1927. Nya rön beträffande åkerbevattningen och dess ekonomiska förutsättningar. Handl. till Lantbruksveckan, s. 269.

- " - , 1941. Möjligheter att motverka torkans nedsättande inverkan på avkastningen från våra betesvallar. A: Bevattning. Sv. Vall- och Mosskulturfören. Kvartalskr. N:r 4, s. 332.

X Foss, H., 1938. Litt om landbruksmeteorologisk arbeide i Norge. Beretn. om Nord. Jordbruksforsk. sjette Kongress, s. 707. Uppsala.

Freckmann, W., 1930. Die Bedeutung der Feldberegnung für die deutsche Landwirtschaft. Schriften des Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtschaft, Heft 13, S. 8.

- " - , 1932. Wiesen und Dauerweiden. Berlin.

Frisch, R., 1934. Statistical confluence analysis by means of complete regression systems. Universitetets Økonomiske Institutt. Oslo.

- X Gassner, G., 1925. Der Einfluss des Klimas auf die Erntebeschaffenheit des Getreides. Mitt. der Deutschen Landw. Gesellschaft, S. 950.
- Geddes, A.E.M., 1922. Weather and the crop yield in the north-east counties of Scotland. Quart. Journ. of the Royal Met. Soc., vol. 48, p. 251.
- ✓ Gehrmann, E., 1927. Untersuchungen über den Wachstumsfaktor Wasser mit besonderer Berücksichtigung von Futtergewächsen mit mehreren Schnitten. Landw. Jahrb., Bd 65, S. 893.
- X Gehrmann, W., 1930. Untersuchungen über den Wasserverbrauch einiger Klee- und Grasarten bei einem und mehreren Schnitten in Beziehungen zum jeweiligen Wassergehalte des Bodens. Diss. Königsberg.
- Gerlach, M., 1926. Das Mitscherlichsche Verfahren zur Bestimmung des Düngerbedürfnisse der Böden. Zeitschr. für Pflanzenern., Teil B, Bd 5, S. 218.
- X Gerlach, M. und Nolte, O., 1927. Zur Bestimmung des Nährstoffgehaltes der Böden. Landw. Jahrb., Bd 65, S. 101.
- Gerlach, J., 1930. Die Beziehungen der Witterungsfaktoren zu den Ernteerträgen im Gebiet zwischen Magdeburg und dem Nordharz. Diss.
- Giöbel, G., 1932. Grundvattenståndet på Kungsängen. Medd. från Ultuna Lantbruksinst. nr 46.
- X Grohmann, E.A., 1904. Der Einfluss der Witterung auf den Ertrag der Zuckerrüben nach Menge und Güte. Deutsche Landw. Presse, S. 83.
- X Grouven, H., 1872. Ueber den Zusammenhang zwischen Witterung, Boden und Düngung in ihrem Einflusse auf die Quantität und Qualität der Kartoffel-Ernte. Neue Landw. Zeitung, IX. Jahrg., S. 516. Glogau.
- Gösele, L., 1929. Untersuchungen über Beziehungen zwischen Witterung und Ernteertrag in der Landwirtschaft. Landw. Jahrb., Bd 68, S. 253.
- " - , 1930. Die Abhängigkeit der Ernteerträge von den Niederschlagsmengen während der Hauptwachstumszeit. Archiv für Pflanzenbau, Bd 4, S. 271.

Hanamann, J., 1901. Der Einfluss der meteorologischen Factoren auf das Gedeihen der Zuckerrübe und Braugerste. Zeitschr. für das landw. Versuchswesen in Oesterreich, 4. Jahrg., S. 1073.

Hannay, A.M. and Lacy, Mary, G., 1931. The influence of weather on crops: 1900-1930. U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118.

Hecker, A., 1911. Die Jahreswitterung in ihrem Einflusse auf die Beschaffenheit der Gersten, Kartoffeln und Zuckerrüben. Landw. Jahrb., Bd 41, S. 417.

Hellriegel, H., 1883. Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues. Braunschweig.

Helweg, L., 1912. Forskellige Dyrkningsforsøg med Rodfrukter. Tidsskr. for Planteavl, Bd 19, S. 592.

X - " - , 1917. Dyrkningsforsøg med Rodfruktsstammar 1914-1916. Ibid. Bd 24, S. 2.

Hesselman, H., 1932. Om klimatets humiditet i vårt land och dess inverkan på mark, vegetation och skog. Medd. från Statens Skogsförsöksanst, Häfte 26, N:r 4.

Hessling, N.A., 1922. Relations between the weather and the yield of wheat in the Argentine republic. Monthly Weather Review, vol. 50, N:o 6, p. 302.

X Hickmon, W.C., 1920. Weather and crops in Arkansas, 1819 to 1879. Ibid. Vol. 48, N:r 8, p. 447.

Holdefleiss, P., 1925. Über den Einfluss der Witterungsfaktoren auf die Ernteerträge. Kühn-Archiv, Bd 9, S. 53.

- " - , 1929. Agrarmeteorologische Untersuchungen der landwirtschaftlich-klimatischen Bezirke der Provinz Sachsen. Ibid. Bd 20, S. 1.

- " - , 1930. Agrarmeteorologi. Die Abhängigkeiten der Ernteerträge vom Wetter und Klima. Berlin.

X Honecker, L., 1931. Betrachtungen über Ertrag und Qualität des Hafers in ihrer Abhängigkeit von Sorte und Jahreswitterung auf Grund der Ergebnisse sechsjähriger exakter Sortenversuche. Pflanzenbau, Bd VIII, S. 285.



Hooker, M.A., 1922. The weather and the crops in Eastern England 1885-1921. Quart. Journ. of the Royal Met. Soc., vol. 48, p. 115.

Hooker, R.H., 1907. Correlation of the weather and crops. Journ. of the Royal Statist. Soc., vol. 70, p. 1.

Hopkins, J.W., 1935. Weather and wheat yield in western Canada. I. Influence of rainfall and temperature during the growing season on plot yields. Canadian Journ. of Res., vol. 12, p. 306.

- " - , 1936 a. Weather and wheat yield in western Canada. II. Influence of pre-seasonal precipitation on plot yields. Ibid. Sect. C, vol. 14, p. 229.

- " - 1936 b. Weather and wheat yield in western Canada. III. Relation between precipitation and agricultural yields. Ibid. p. 240.

✓ Howard, A., 1916. The influence of the weather on the yield of wheat. Agr. Journ. of India, vol. 11, p. 351.

✓ Hoxmark, G., 1925. Las condiciones climatológicas y el rendimiento del trigo. República Argentina. Ministerio de Agricultura. Sección Prop. e Informes. Circ. 501.

✓ - " - , 1927. En maíz en la Argentina. Los rendimientos y las condiciones climáticas. Ibid. N:o 697.

✓ Hunt, H.A., 1918. Summer and winter rainfall and the wheat yield. In Results of Rainfall Observations made in South Australia and the Northern Territory. Bureau of Met. Melbourne, p. 73. Abstract in Exp. Sta. Rec. 43:208.

Hydrografiska Byrån: Årsbok n:r 1 - 8. 1908-1916. Stockholm.

Högberg, L., 1926. Om sockerbetsodlingens klimatiska betingelser och bevattningsproblemet. Medd. från Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt, Bd 3, N:r 7. Stockholm.

Höhne, E., 1929. Landwirtschaftlich-klimatologische Untersuchung des Gebietes zwischen mittlerer Saale und Pleisse. Diss. Kühn-Archiv, Bd 20, S. 379.

- " - , 1932. Einfluss der Witterung auf den Heuertrag und auf den Gehalt des Heues an Rohprotein. Archiv für Pflanzenbau, Bd 8, S. 345.

- ✓ Jones, M.G., 1926. Effect of weather on oats at Aberystwyth. Journ. Min. Agr. 33:425. Aug. 1926. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 73.
- Kalamkar, R.J., 1933. The influence of rainfall on the yield of mangolds at Rothamsted. Journ. of Agr. Sci., vol. 23, p. 571.
- ✗ Kassner, E., 1898. Meteorologi und Landwirtschaft mit besonderer Berücksichtigung des Zuckerrübenbaues. Blätter für Zuckerrübenbau, V. Jahrg., S. 342.
- ✓ - " - , 1901. Ueber die Niederschläge in Mitteldeutschland. Ibid. VIII. Jahrg., S. 21.  
" 1906.
- ✗ Keen, B.A., 1940. Weather and crops. Quart. Journ. of the Royal Met. Soc., vol. 66, p. 155.
- ✗ Kerék, J., 1934. Az időjárás befolyása az Alföldön a termés mennyiségére és minőségére. (Einfluss der Witterung auf die Quantität und Qualität der Ernte auf der ungarischen Tiefebene.) Budapest. Ref. i Bioklimatische Beiblätter der Met. Zeitschr., Bd 2, S. 191.
- ✗ Kharizomenov, S., 1911. The influence of rain and of temperature of the air on cereal crops in the Governments of Saratov, Samara, and Tambov. Selsk. Khoz. Viestnik Iugovostok. N:o 4-6. Abstract in Exp. Sta. Rec. 27:15.
- ✗ Kidson, E., 1929. Weather and wheat-yields at Lincoln College, New Zealand. New Zealand Journ. Sci. and Technol. 11: 141. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 42.
- ✓ Kincer, J.B., 1923. The climate of the Great Plains as a factor in their utilisation. Annals of the Assoc. of Amer. Geogr., vol. 13, p. 67.
- Kincer, J.B. and Mattice, W.A., 1928. Statistical correlations of weather influence on crop yields. Monthly Weather Review, vol. 56, N:o 2, p. 53.
- Klagstorps lantbruksskola: Verksamhetsberättelser för åren 1901-1940.  
Kungl. Lantbruksstyrelsens arkiv.
- ✗ Knitter, E., 1929. Beziehungen zwischen den klimatischen Faktoren und dem Pflanzenbau in Schlesien. Archiv für Pflanzenbau, Abt. A, Bd. 1, S. 273.

Kristensen, R.K., 1937. Vore Afgrøders Forhold til Klimaet. I. Tidsskr. for Planteavl, Bd 42, S. 145.

- " - , 1941. Vore Afgrøders Forhold til Klimaet. II. Nedbørens Indflydelse paa Afgrødesstørrelsen. Ibid. Bd. 45. S. 693.

Krüger, E., 1915. Niederschlags- und Erntemenge. Deutsche Landw. Presse, S. 420.

× Lange, A., 1938. Untersuchungen über den Wachstumsfaktor Wasser. Landw. Jahrb., Bd 85, S. 465.

Lawes, J.B. and Gilbert, J.H., 1880. Our climate and our wheat-crops. Journ. of the Royal Agr. Soc., vol. 16, p. 173. London.

× Lazarenko, A., 1908. Dependence of yields on the chief meteorological factors. Viestnik Russ. Selsk. Khoz. (Bul. Russ. Rural Econ.). N:o 24-28. Abstract in Exp. Sta. Rec. 21:526.

Leppan, H.D., 1927. Rainfall in relation to agriculture in the Transvaal. Transvaal Univ. Col. Bull. 12. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 114.

Less, E., 1926. Ueber die Abhängigkeit der Ernteerträge in Preussen von Niederschlägen und Temperatur. Landw. Jahrb., Bd 64, S. 241.

von Liebig, J., 1876. Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Neunte Aufl. Braunschweig.

× Lindhard, E., 1917. Graesmarksundersøgelser i Jylland 1905-1910. Tidsskr. for Planteavl, Bd 24, S. 674.

× Lubanski, F., 1896. Der Einfluss des Wetters auf den Rübenenertrag. Blätter für Zuckerrübenbau, III. Jahrg., S. 295.

✓ Luedecke, 1914. Neuere Untersuchungen über den Einfluss des Wassers auf den Ertrag von Acker, Wiese und Weide. Der Kulturtechniker, 17. Jahrg., S. 101.

Lundegårdh, H., 1930. Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Zweite Aufl. Jena.

× Mackenzie, W.A., 1924. Studies in crop variation. III. An examination of the yield of dressed grain from Hoos Field. Journ. of Agr. Sci., vol. 14, p. 434.

- X Martiny, H., 1927. Die Feldeberechnung in Mitteldeutschland. Arbeiten der Deutschen Landw. Gesellschaft, Heft 354.
- Mattice, W.A., 1926. The weather influence on crop production in regions of scanty rainfall. Monthly Weather Review, vol. 54, N:o 8, p. 336.
- " - , 1926. Weather and hay in New York state. Ibid. Vol. 54, N:o 11, p. 461.
- Mawley, E., 1898. Weather influences on farm and garden crops. Quart. Journ. of the Royal Met. Soc., vol. 24, p. 57.
- Mayer, A., 1871. Lehrbuch der Agrikulturchemie. Heidelberg.
- " - , 1898. Über den Einfluss kleinerer und grösserer Mengen von Wasser auf die Entwicklung einiger Kulturpflanzen. Journ. für Landw., Bd 64, S. 167.
- Mc Dougall, E.G., 1920. Influence of climate on the yield and quality of sugar beet in Canada. Canada Dom. Bureau of Statist. Monthly Bull. of Agr. Statist., vol. 13, N:o 146, p. 295.
- Meinardus, W., 1901. Einige Beziehungen zwischen der Witterung und den Ernteerträgen in Norddeutschland. Verhandl. des Siebenten Internationalen Geographen-Kongresses in Berlin 1899, Zweiter Teil, S. 421. Berlin.
- Meteorologiska Centralanstalten: Meteorologiska iakttagelser i Sverige. Bd 42-60. 1900-1918. Stockholm.
- Meyer, A., 1914. Über einige Beziehungen zwischen der Witterung und den Gersten- und Hafererträgen in den Grenzländern des europäischen Getreidebaues. Diss. Münster.
- Mills, F.C., 1924. Statistical methods. London.
- X Misner, E.G., 1926 a. Relation of corn-belt rainfall to the production and price of corn. N.Y. Col. Agr. (Cornell). Dept. Agr. Econ. and Farm Management, Farm Econ. 35:473. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 133.
- " - , 1926 b. Relation of rainfall in New York to the production and price of hay. N.Y. Col. Agr. (Cornell) Dept. Agr. Econ. and Farm Management, Farm Econ. 35:495. Ref. Ibid. p. 133.

- Mitscherlich, E.A., 1909. Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrages. Landw. Jahrb., Bd 38, S. 537.
- " - , 1912. Das Wasser als Vegetationsfaktor. Ibid. Bd 42, S. 701.
- " - , 1926. Zur Bestimmung des Nährstoffgehaltes des Bodens. Ibid. Bd 64, S. 191.
- " - , 1927. Ein Beitrag zur Erforschung des bodenkundlichen Wachstumsfaktor Wasser. Ibid. Bd 66, S. 437.
- " - , 1928. Die zweite Annäherung des Wirkungsgesetzes der Wachstumsfaktoren. Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düngung, Abteil A, Bd 12, S. 273.
- de Montessus de Ballore, M.R., 1926. Sur la non-corrélation en France entre les pluies et les récoltes. La Meteorologie, p. 412.
- " - , 1932. Relation entre la pluviosité et l'importance des récoltes de pomme de terre. Ibid. p. 467.
- Mortensen, M.L., 1909. 21 Aars Dyrkningsforsøg med Sorter af toradet Byg. Tidskr. for Planteavl, Bd 16, S. 10.
- Mundt-Petersen, Kerstin, 1937. Havreodlingen i Sverige i dess beroende av klimatiska faktorer. Sveriges Utsädesf. Tidskr., Årg. 47, s. 389.
- Musbach, F.L. and King, M.L., 1924. The weather as a factor in crop production. Journ. Amer. Soc. Agr., vol. 16, p. 381.
- X Naumann, J.K., 1923. Die Gestaltung des Landwirtschaftsbetriebs in Sachsen unter dem Einflusses des Klimas. Diss. Leipzig. Ref. i Jahrbuch der Philosophischen Fakultät zu Leipzig für das Jahr 1923, S. 171.
- Neuhaus, J., 1929. Das Betriebssystem und das Klima. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Betriebssystem und Klima an Betrieben in ganz Deutschland. Diss. Gießen.
- Neustädt, W., 1929. Landwirtschaftlich-klimatologische Charakteristik Anhalts als Regenschattengebiet des Harzes. Diss. Kühn-Archiv, Bd 20, S. 305.

Nielsen, P., 1908. En analytisk Undersøgelse av Plantedækket i en- og fleraarige Graesmarker 1877-1888. Vejrligets Indflydelse paa Udbyttet. Tidskr. for Planteavl, Bd 15, S. 256.

X Nielsen, P. og Lindhard, E., 1909. Udbytteforsøg med forskellige Graesarter i Renbestand 1880-1904. Ibid. Bd 16, S. 393.

Nilsson-Ehle, H., 1927. Sveriges spannmålsodling och dess framtidsutsikter. Handl. till Lantbruksveckan.

Osvald, H., 1931. Beteskontrollen vid Flahult 1923-1930. Sv. Mosskulturfören. Tidskr., Årg. 45, s. 287.

Pallesen, J. and Laude, H., 1941. Seasonal distribution of rainfall in relation to yield of winter wheat. U.S. Dep. of Agr., Techn. Bull. N:o 761.

Pascoe, T., 1912. Rainfall and the wheat yield. Journ. of the Dep. of Agr. of South Australia. N:o 3. S. 292. Abstract in Exp. Sta. Rec. 28:213.

Patton, P., 1927. The relationship of weather to crops in the Plains Region of Montana. Montana Agr. Exp. Stat., Bull. N:o 206.

Pedersen, A., 1940. Vort Klima og Plantedyrkningen. Ugeskrift for Landmaend, S. 429.

Peiper, 1925 Ueber den Einfluss der Witterung auf den Knollenansatz und das Knollengewicht der Kartoffel. Pflanzenbau, II. Jahrg., S. 309.

X Petermann, A., 1890. Ueber den Einfluss der Witterung auf das Wachstum und die Zusammensetzung der Zuckerrübe. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physik, Bd XIII, S. 357.

Pfeiffer, Th., Blanck, E. und Flügel, M., 1912. Wasser und Licht als Vegetationsfaktoren und ihre Beziehungen zum Gesetze vom Minimum. Landw. Versuchs-Station, Bd 76, S. 169.

Pirotta, R., 1925. l'Institut International d'Ecologie Agricole. Revue Internationale de Renseignements Agricole. Rapport au Comité Permanent de l'Institut d'Agriculture. Nouv. Série, Vol. III, p. 822. Rom.

Pitman, G.W., 1926. Weather and potatoes in Wyoming. Bull. of the Amer. Met. Soc., vol. 7, p. 14. (Authors abstract.)

Prxiscikhovskii, R., 1912. Rains and the cereals crop in the Government of Kherson, Russia. Internatl. Inst. Agr. (Rome). Bur. Agr. Intell. and Plant Diseases. Bul. 3:362. Febr. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 154.

- ✓ Prytz, K., 1930. Undersøgelser af Sammenhængen mellem Vejrlig og Høstudbytte. Ugeskrift for Landmænd, S. 340.
- " - , 1935. Vejrligets Indflydelse paa Jordens Fuktighedsforhold samt paa Høstudbyttet. Beretn. om Nordisk Jordbrugsforsk. femte Kongress, S. 293. København.
- " - , 1936. Om Klimaets eller Vejrligelementernes Indflydelse paa Høstudbyttet. Ugeskrift for Landmænd, S. 805.
- " - , 1938 a. Om nogle forskellige matematiske Metoder till Undersøgelse af Vejrligets Indflydelse paa Høstudbyttet og lignende. Beretn. om Nordisk Jordbrugsforsk. sjette Kongress, S. 695. Uppsala.
- " - , 1938 b. Forslag til landbrugsmeteorologiske undersøgelser, omfattende beregningsmæssig undersøgelse af sammenhængen mellem vejrlig og grundvandstand og mellem vejrlig og høstudbytte i forhåndenværende observationsmateriale. Ibid. S. 689.
- " - , 1938 c. Landbrugsmeteorologisk Udvalgs Beretning og Forslag. Ibid. S. 680.
- " - , 1939. Orienterende landbrugsmeteorologiske Litteraturoversigter. Nordisk Jordbrugsforsk., S. 461.
- ✓ Richardson, A.E.V., 1916. Relationship between average wheat yield and the winter rainfall. Journ. Dep. Agr. Victoria. 14:37. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p.158.
- ✓ - " - , 1925. Wheat and its cultivation. Relationship between wheat yield and rainfall. Journ. Dep. Agr. Victoria. 23:158. Ref. Ibid. p. 158.
- Rimpau, W., 1902. Die Wirkung des Wetters auf die Zuckerrüben-Ernten der Jahre 1891-1900. Landw. Jahrb., Bd 31, S. 471.
- ✓ Rippel, A., 1925. 1925. Wachstumsgesetze bei höheren und niederen Pflanzen. Freising-München.

- X Rippel, A. und Meyer, R., 1929. Ertragsgesetz gegen Wirkungsgesetz. Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Düngung, Abteil A, Bd 14, S. 1.
- Rivier, M.A., 1926. Influence de l'eau (pluie et arrosage) sur le blé et sur l'avoine avant et apres apparition de l'inflorescence. Annales de la Science Agron. française et étrangère, S. 303.
- Roberts, R.A., 1928. Correlation of yield in oats with meteorological observations at the University College Farm, Bangor, for the period 1903-1926. Journ. of Agr. Sci., vol. 18, p. 297.
- Roemer, Th. und Scheffer, F., 1933. Ackerbaulehre. Berlin.
- Russel, E.J., 1937. Soil conditions and plant growth. 7th edition. London.
- Sagnier et Tisserand, 1906. Le régime des pluies et les récoltes en Russie. Bul. Soc. Nat. Agr. France 66:32-38. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 164.
- Sando, W.J., 1922. The critical period of wheat at College Park. Maryland. Journ. of the Amer. Soc. of Agr., vol. 15, p. 400.
- Sanson, M.J., 1932. Influences météorologiques et rendements des pommes de terre en Loire-Inférieure. La Meteorologie, S. 475.
- Scheinert, R., 1928. Die Rechnung mit Rangordnungen, eine Methode zur Feststellung der Abhängigkeit der Ernteerträge von den Witterungsfaktoren. Pflanzenbau, V. Jahrg., S. 236.
- " - , 1929. Die Abhängigkeit der Ernteerträge von den Witterungsfaktoren. Diss. Kühn-Archiv, Bd 20, S. 143.
- X Schmieder, R., 1928. Der Einfluss des Klimas auf die Landwirtschaft in Thüringen. Diss. Weimar.
- X Schneidewind, W., 1907. Der Einfluss der Niederschläge auf die Höhe und Qualität der Ernten. Landw. Jahrb., Bd 36, S.574.
- X Schulz, P., 1907. Klimaschwankungen im mittleren Norddeutschland und ihr Einfluss auf die Ernteerträge. Diss. Halle.



- X Schulze, H., 1929. Die Schwankungen der barometrischen Hochlagen über Mitteleuropa und ihr Einfluss auf die Ernteerträge in Deutschland. Diss. Kühn-Archiv, Bd 20, S. 7.
- Schulze, R., 1929. Die Abhängigkeit der Ernteerträgen von den Witterungsfaktoren im Gebiet zwischen Saale, Mulde und Elbe. Diss. Ibid. S. 223.
- X Schwarz, R., 1932. Untersuchungen über den Wasserverbrauch verschiedener Gräser. Archiv für Pflanzenbau, Abt. A, Bd 8, S. 276.
- von Seelhorst, C., 1905. Beiträge zur Lösung der Frage nach dem Wasserhaushalt im Boden und nach dem Wasserverbrauch der Pflanzen. Journ. für Landw., S. 239.
- X von Seelhorst, C., 1906. Über den Wasserverbrauch von Roggen, Gerste, Weizen und Kartoffeln. Ibid. S. 316.
- " - , 1908. Über den Wasserverbrauch von Rüben, Roggen und Gerste auf einem Lehmboden im Jahre 1907. Ibid. S. 195.
- " - , 1911. Die Bedeutung des Wassers im Leben der Kulturpflanzen. Ibid. S. 259.
- X Seely, D.A., 1916. The climate of Michigan and its relation to agriculture. Mich. Agr. Exp. Station, Annual Report 1916-1917, p. 683.
- Shantz, H.L. and Piemeisel, L.N., 1927. The water requirement of plants at Akron, Colorado. Journ. of Agr. Res., vol. 34, p. 1093.
- Shaw, W.N., 1905. Seasons in the British Isles from 1878. Journ. of the Royal Statist. Soc., vol. 68, p. 247.
- " - , 1907. The law of sequence in the yield of wheat for Eastern England 1885-1905. Journ. of Agr. Sci., vol. 2, p. 17.
- X Smith, J.W., 1903. Relation of precipitation to yield of corn. Yearbook of the U.S. Dep. of Agr., p. 215. Washington 1904.
- " - , 1914. The effect of weather upon the yield of corn. Monthly Weather Review, vol. 42, N:o 2, p. 78.
- " - , 1915. The effect of weather upon the yield of potatoes. Ibid. Vol. 43, N:o 5, p. 222.

Snedecor, G., 1938. Statistical methods. Iowa.

X Spafford, R.R., 1916. The effect of climate and soil upon agriculture. Nebraska Univ. Studies, vol. 16, p. 91.

X Staerk, E., 1926. Studien über den Nutzwert von Gräsern und Kleearten unter dem Einfluss von Klima und Boden. Landw. Jahrb., Bd 64, S. 817.

Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt: Årsbok nr 1-22. 1919-1940. Stockholm.

Sundelin, G., 1923. Foderrotfrukterna, deras förädling och odlingsvärde. Sveriges Utsädesför. Tidskr., Årg. 33, s. 135.

X Taylor, G., 1920. Agricultural climatology of Australia. Quart. Journ. of the Royal Met. Soc., vol. 46, N:o 10, p. 331.

Tengwall, T.A. and van der Zyl, C.E., 1924. Het verband tusschen klimaat en suikerproduct op Java. Arch. Suikerindus. Nederland. Indië jaarg. 32, decl. 3. Meded. 4:65. Ref. i U.S. Dep. of Agr., Misc. Publ. N:o 118, p. 191.

X Thatcher, R.W., 1911. The relation of protein content of wheat to rainfall. Journ. of the Amer. Soc. of Agr., vol. 3, p. 42.

Tornier, R., 1912. Beziehungen zwischen Witterung, Düngung und Bodenertrag. Diss. Göttingen.

Ultuna lantbruksinstitut, lantbruksskola och egendom: Redogörelser för verksamheten åren 1904-1932. Uppsala.

Ultuna lantbruksskola och egendom: Redogörelser för åren 1933-1940. Tortuna.

Ulvhälls lantbruksskola: Verksamhetsberättelser för åren 1913-1940. Kungl. Lantbruksstyrelsens arkiv.

Wallén, A., 1917. Sur la corrélation entre les récoltes et les variations de la température et de l'eau tombée en Suède. Kungl. Vetensk. Akad. Handl., Bd 57, N:r 8. Sthlm.

- " - , 1920. L'influence de la température et de l'eau tombée sur les récoltes de quelques variétés de froment a Svalöf et a Ultuna. Geogr. Annaler. Stockholm.

- Wallis, B.C., 1915. Rainfall and agriculture in the United States. Monthly Weather Review, vol. 43, N:o 6, p. 267.
- Ward, R.C., 1919. The larger relations of climate and crops in the United States. Quart. Journ. of the Royal Statist. Soc., vol. 45, p. 1.
- Varpnäs lantbruksskola: Verksamhetsberättelser för åren 1901-1940. Kungl. Lantbruksstyrelsens arkiv.
- Vassbo lantbruksskola: Verksamhetsberättelser för åren 1901-1940. Falun.
- Watt, A., 1912. On the correlation of weather and crops in the east of Scotland. Journ. of the Scottish Met. Soc., vol. 16, p. 184.
- Vaughan, Lloyd D., 1920. Problems in relation between weather and crops. Monthly Weather Review, vol. 48, N:o 11, p. 641.
- Welton, F.A. and Morris, V.H., 1924. Wheat yield and rainfall in Ohio. Journ. of the Amer. Soc. of Agr., vol. 16, p. 731.
- " - , 1925. Climate and the clover crop. Ibid. Vol. 17, p. 790.
- Welker, E., 1928. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Klima und Ernte-Erträge in Württemberg. Diss. Hohenheim.
- Vik, K., 1914 a. Sukkerbetor eller andre rotvekster? 16 aars sammenligning av rotvekster. 24:de aarsberetning om Norges landbrukshøjskoles akervekstforsøk. S. 41. Kristiania.
- " - , 1914 b. Veirlagets betydning for potetdyrkingen. Ibid. S. 11.
- Wiley, H.W., 1903. The influence of soil and climate upon the composition of the sugar beet, 1901. U.S. Dep. of Agr., Bureau of Chem., Bul. N:o 74. Washington.
- Wilfarth, H., 1905. Über den Nährstoffverbrauch der Zuckerrübe und die Beziehungen derselben zur Wasseraufnahme. Biedermanns Centralblatt für Agrikulturchemie, Jahrg. 34, S. 167.
- Wilhelm, F., 1937. Die Abhängigkeit der Ernteerträge vom Wetter in der Goldenen Aue, dem Eichsfeld und dem Thüringer Becken. Diss. Kühn-Archiv, Bd 42, S. 187.

- Wishart, M.A. and Mackenzie, W.A., 1930. Studies in crop variation. VII. The influence of rainfall on the yield of barley at Rothamsted. Journ. of Agr. Sci., vol. 20, p. 417.
- Witte, H., 1922 a. De viktigaste vallgräsens avkastning i försök på Svalöf åren 1910-1921 samt nederbördens inflytande på olika års olika skörderesultat. Sveriges Utsädesf. Tidskr. Årg. 32, s. 21.
- " - , 1922 b. De viktigaste växtslagens avkastning på Svenska Mosskulturföreningens försöksgård Flahult under de senaste 20 åren. Sv. Mosskulturfören. Tidskr. Årg. 36, s. 149.
- " - , 1923. Rödklövers avkastning på Svalöf under åren 1908-1921 och nederbördens inverkan på skördeutbytet under olika år. Sveriges Utsädesför. Tidskr. Årg. 33, s. 169.
- " - , 1924. Avkastning och räntabilitet av betesvallar på vitmossjord å Svenska Mosskulturföreningens försöksgård Flahult under åren 1911-1922. Sv. Mosskulturför. Tidskr. Årg. 38, s. 165.
- Wohltmann, 1904. Die Möglichkeit der Ackerbewässerung in Deutschland: Über die landwirtschaftlich-physiologischen Gesichtspunkte. Arbeiten der Deutschen Landw. Gesellschaft, Heft 97, S. 5.
- Wolfe, T.K., 1925. A mathematical inquiry into the influence of the amount and distribution of rainfall on the yield of corn. Journ. of the Amer. Soc. of Agr., vol. 17, p. 356.
- Wollny, E., 1897. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik. Bd 20. II. Physik der Pflanze.
- Wälstedt, I., 1920. En återblick på Östgötafilialens 6-åriga verksamhet. Sveriges Utsädesf. Tidskr. Årg. 30, s. 127.
- Youle, G.U., 1911. An introduction to the theory of statistics. London.
- Zalenskii, R.G., 1915. Influence of the principal meteorological factors on winter rye. Trudy Selsk. Khoz. Met. N:o 14, S. 48. Abstract in Exp. Stat. Rec. 34:715.

*Meddel. från Nya Svalöf  
Abstract av nederländsk (Wolff)*

*Σ 243 arbeten*