
Samband mellan

Mark Gröda

Gödsling

Resultat från K-försöket

**en 33-årig studie av gödslingens inverkan på mark och
grödors egenskaper**

Studien genomförd 1958 – 1990 av

Bo D. Pettersson

Resultaten sammanställda av

Lars Kjellenberg och Artur Granstedt

Inledningsvis

Denna rapport är en sammanställning av resultat som samlats inom ramen för ett långliggande fältförsök under åren 1958 till 1990. Fältförsöket utfördes vid Järnainstitutet inom Nordisk Forskningsring. Försöket hade under hela denna tid samma uppläggning. Kvalitetsförsöket, eller K-försöket som det allmänt kom att kallas, torde vara unikt då det ger oss en möjlighet att studera hur olika gödseltyper på lång sikt inverkar på jord och gröda. Under hela försökstiden har en och samma person varit ansvarig för dess skötsel och utvärdering, agr. lic Bo D. Pettersson. Ända fram till sin bortgång i mars 1992 arbetade Bo med att slutgiltigt sammanställa resultaten från K-försöket. Sedan 1990 hade några av hans yngre kollegor varit honom behjälplig i detta arbete. Vålligt ställde Bo hela sin erfarenhet till förfogande åt de som av ödet utsetts att foga de sista pennstrecken till den livsgärning han utfört. Hans plötsliga bortgång innebar ett svårt avbräck i arbetet. Det vi i denna rapport har kunnat göra är att foga datateknik till den rika och levande erfarenhet som Bo samlat under alla försöksåren. I arbetet har Bo varit inspiratör och föredöme. Det är vår förhoppning att läsaren av denna rapport skall kunna uppleva några av de egenskaper som gjorde Bo till en av de stora forskarpionjärerna inom den biodynamiska odlingen.

Det har för oss varit omöjligt att diskutera alla olika frågor som det rika materialet väcker. Förhoppningsvis kan denna skrift bidra till att resultaten från K-försöket fortsätter att inspirera till forskning om sambandet mellan gödsling, mark och gröda.

Tack till

Det långliggande försöket påbörjades vid en tidpunkt då termen ekologi knappt var taget i bruk. Försöket skulle inte ha kunnat genomföras utan ekonomisk och moraliskt stöd från många olika personer, stiftelser och institutioner bland andra;

**Ekhagastiftelsen, Stockholm,
Skogs- och Jordbrukets ForskningsRåd,
Signe och Ane Gyllenborgs stiftelse, Helsingfors,
Stiftelsen Valloxen, Stockholm,
Svenska Demeterförbundet, Järna,
Stiftelsen Odin, Göteborg
Nordisk Forskningsring för Biodynamisk odling, Järna
Fond for Goetheanistisk Forskning, Slangerup**

Stödet genom råd och dåd från olika personer har under åren antagit sådana proportioner att det här är omöjligt att räkna upp alla som bidragit till att genomföra försöket.

Till alla som hjälpt till att förverkliga intentionerna med detta försök vill vi härmed rikta mitt varmt kända tack.

Järna 1998

Lars Kjellenberg

Artur Granstedt

INNEHÅLL

UTGÅNGSPUNKTER	1
TIDIGARE PUBLIKATIONER OM K-FÖRSÖKET	1
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	1
<i>Växtföljd</i>	2
<i>Försöksled och gödsling</i>	2
FÖRSÖKSPLATS	3
METODER	4
GENOMFÖRANDE	5
GÖDSLING	5
KALKNING	7
DE BIODYNAMISKA PREPARATEN	7
MÄTNINGAR OCH ANALYSER	8
<i>Mark</i>	8
<i>Kvävemineralisering och förfruktseffekt.</i>	9
<i>Betor</i>	9
<i>Potatis</i>	9
<i>Vall</i>	10
<i>Vårvete</i>	11
VÄDER	11
RESULTAT	14
MARK	17
<i>Markkartering</i>	17
<i>Markfysikaliska undersökningar</i>	19
<i>Markkemiska undersökningar</i>	19
Halten kol	19
Halten kväve	21
Kol-kväveknoten	22
Humusens egenskaper	22
pH	23
Halten fosfor, P ₂ O ₅	23
Halten kalium, K ₂ O :	23
Halten magnesium Mg:	24
<i>Markbiologiska undersökningar</i>	24
Daggmaskgångar	24
Markandning	24
Dehydrogenas aktivitet	24
Ureas aktivitet	25
POTATIS	26
<i>Skörd</i>	26
<i>Potatisens egenskaper</i>	26
Bladmögel	26
Antal huvud- och sidostjälkar	27
Sortering och lagring	27
Smak	27
Torrsustanshalt	29

Råprotein	29
Andelen renprotein	29
Fria aminosyror	29
Mörkfärgning av extrakt	30
Extraktupplösning eller extraktsönderfall	30
Mörkfärgning vävnad	30
Patologitest	30
Kristallbildsanalys:	31
Kvalitetsindex	31
BETOR	33
<i>Skörd</i>	33
<i>Betornas egenskaper</i>	34
Hals-rotbredd	34
Lagring	34
Torrsubstanshalt	34
Råproteinhalt	34
Extraktsönderfall	34
VÅRVETE	36
<i>Skörd</i>	36
<i>Vetets egenskaper</i>	37
Strållängd och liggsäd	37
Grobarhet hos kärnor	37
Andel stora kärnor	37
Tusenkovnvikt:	37
Volymvikt	37
Torrsubstanshalt	38
Falltal	38
Glutenhalt	38
Extraktupplösning eller extraktsönderfall	38
Fria aminosyror	38
Råprotein	38
Kristallbild	39
VALL	40
<i>Skörd</i>	40
<i>Vallens egenskaper</i>	41
Övervintring	41
Grönmassa	41
Andel hö per kg grönmassa	41
Botanisk sammansättning	42
Torrsubstanshalten	43
Råproteinhalt	43
KVÄVEMINERALISERING OCH FÖRFRUKTSVÄRDE	44
<i>Försöksåret 1989</i>	44
<i>Försöksåret 1990</i>	47
Morfologiska undersökningar	48
Skörd	51
Kväveomsättning	52
SAMBAND	56
MELLAN MÄTMETODER	56

MED ÅRSMÅNEN	59
<i>Temperatur</i>	59
<i>Nederbörd</i>	60
<i>Såtidpunkt</i>	60
<i>Skördetidpunkt</i>	61
<i>Odlingssäsongens längd</i>	61
UTVECKLINGEN UNDER FÖRSÖKSPERIODEN	61
VÄXTNÄRINGSBALANSER	65
JÄMFÖRELSE	67
KARAKTÄRISTIK AV FÖRSÖKSLEDEN	67
<i>K1</i>	67
<i>K2</i>	67
<i>K3</i>	68
<i>K4</i>	68
<i>K5</i>	69
<i>K6</i>	69
<i>K7</i>	69
<i>K8</i>	70
JÄMFÖRELSE MELLAN OLIKA TYPER AV GÖDSELBEHANDLINGAR	71
<i>Organisk eller mineralisk gödsel</i>	71
<i>Stegring av mineralgödselgivan</i>	78
<i>Olika former av organisk gödsel</i>	80
DE BIODYNAMISKA FÄLTPREPARATEN	82
DISKUSSION	89
FÖRSÖKETS MÅLSÄTTNINGAR	89
<i>Likvärdig skördenivå?</i>	89
<i>Jämförelse av gödselslag eller odlingssystem?</i>	90
BEKRÄFTAS K-FÖRSÖKET AV ANDRA FÄLTFÖRSÖK?	91
<i>Samband mellan mätmetoder</i>	91
<i>Potatis</i>	91
<i>Vårvete</i>	93
VAD ÄR KVALITET OCH HUR KAN DEN PÅVISAS?	93
<i>Kvaliteten i biodynamiska produkter</i>	93
Växten i ljus och skugga	94
Undersökningsnivåer	95
OLIKA GRUPPER AV ANALYSMETODER	96
<i>Skörd</i>	97
<i>Kemi</i>	98
<i>Tidsrelaterade</i>	99
<i>Sinnesbaserade</i>	100
SAMBAND MELLAN GÖDSLING, MARK OCH GRÖDA	105
<i>Helt utan gödsling</i>	105
<i>Blandgödsel</i>	105
<i>Mineralisk gödsel</i>	106
<i>Organisk gödsel</i>	106

SAMBAND MELLAN GÖDSLING OCH KVÄVEHUSHÅLLNING	107
<i>Gödsling och gödselhantering</i>	107
<i>Kvävemineraliserande förmåga</i>	108
<i>Förfruktsvärde</i>	108
<i>Kvävefixering</i>	109
DE BIODYNAMISKA FÄLTPREPARATEN	113
SLUTLIGEN	114
SAMMANFATTNING	115
LITTERATUR	116

Utgångspunkter

Hur påverkar olika sätt att gödsla våra livsmedels kvalitet? Denna fråga låter sig inte enkelt besvaras. Tre områden måste först genomlysas för att debatten skall bli fruktbar;

- vad menas med kvalitet?
- hur uppstår kvalitet?
- hur kan kvalitet påvisas?

När Nordisk Forskningsring för Biodynamisk odling grundades 1949 var dessa tre frågor av central betydelse. Vid utformningen av det fältförsök, kvalitetsförsöket eller K-försöket kallat, som inleddes 1958 bildade dessa tre frågor utgångspunkten. K-försöket anlades till att börja med som ett observationsförsök med ambitionen att bearbeta främst de två områdena:

- hur kan vi finna analysmetoder för att göra näringskvaliteten påvisbar?
- hur inverkar gödslingen på växtprodukternas egenskaper?

I och med att K-försöket kom att genomföras under 32 år på samma plats med i stort sett samma uppläggning blev även andra frågor väsentliga, bland annat:

- hur inverkar gödslingen på markprocesserna?
- vilken roll spelar årsmånen för näringskvalitetens bildning?
- hur inverkar gödslingen på grödans känslighet för extrema årsmåner?

Tidigare publikationer om K-försöket

Under årens lopp har följande delrapporter publicerats som redovisat resultat från K-försöket:

Engqvist (1961), Engqvist (1963), Pettersson och Engqvist (1963), Pettersson och Engqvist (1964), Pettersson (1967), Pettersson (1972), Pettersson o. v.Wistinghausen (1977), Pettersson (1979), Pettersson, Brinton o. v.Wistinghausen (1979) Pettersson, Reents o. v.Wistinghausen (1992).

Försöksuppläggning

Fältförsöket som anlades 1958 hade ursprungligen två syften:

- att tjäna som pilotförsök inför planeringen av andra mera detaljerade fältförsök
- att från försöket erhålla skördeprodukter på vilka man kunde finna fram metoder att påvisa olika växtprodukters kvalitet.

Den slutliga försöksuppläggningsen kom att omfatta 8 olika gödslingsvarianter med vardera fyra grödor. Detta innebar 32 olika parceller då K-försöket löpte utan upprepningar. Parcellstorleken var 36 m², skörderutan 27 m²

Växtföljd

Växtföljden var fyraårig och omfattade vårmete med insådd - ettårig vall - potatis - betor (under de första åren odlades här även andra grönsaker). Alla grödor odlades alla år i alla gödslingsvarianterna.

Försöksled och gödsling

K-försöket innehöll tre led som gödslades enbart med organiskt gödsel, en helt ogödslad variant, ett led som erhöll såväl organiskt som mineralisk gödsel, samt tre stegringsnivåer vad gäller den mineraliska gödslingen. Varje led kom att betecknas med bokstaven K samt en siffra från 1 till 8 enligt uppställningen på nästa sida.

Led K1 Stallgödsel som komposterats med de biodynamiska kompostpreparaten 502-507. Mellan 1962 och 1981 tillsattes varje år 1% köttmjöl samt 1% benmjöl (från 1974). Åren 1982-1989 ersattes detta med urintillsats. Behandling med de biodynamiska preparaten 500 och 501 skedde i fält.

Led K2 Som 1 dock utan behandling med de biodynamiska fältpreparaten 500 och 501.

Led K3 Färs stallgödsel. Under åren 1974- 1981 med tillsatts av 1 % köttmjöl och 1% benmjöl. Detta ersattes under åren 1982-1989 med tillsatts av urin.

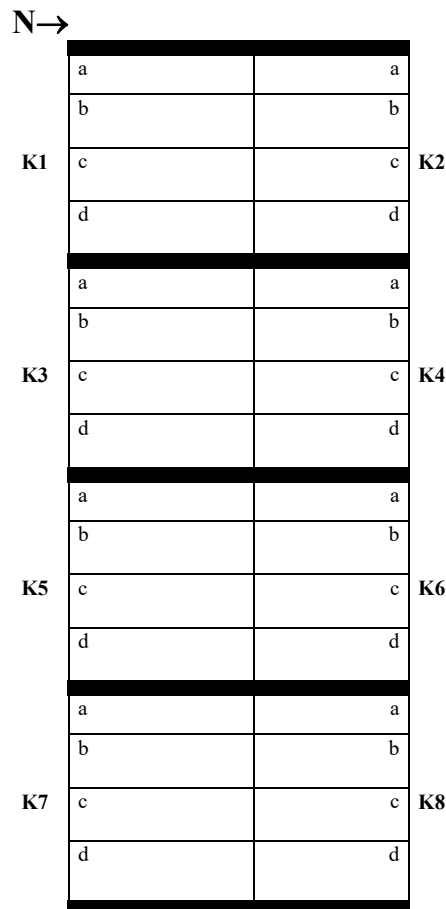
Led K4 Färs stallgödsel kombinerad med mineralgödsel. Givorna beräknades så att hälften av kvävegivan skulle komma från stallgödseln andra halvan från mineralgödseln.

Led K5 Ogödslad under hela försöksperioden.

Led K6 Mineralgödsel, låg giva. 1958-1973 som kalksalpeter och ammoniumsalpeter (till potatis), superfosfat och kalisulfat. Från och med 1974 som NPK 11-5-18 med mikroämnestillsats.

Led K7 Mineralgödsel som K6 medelhög giva, dubbel nivå gentemot K6 så väl av N, P och K.

Led K8 Mineralgödsel som K6, hög giva, kvävemängden fyra gånger så hög som K6, i övrigt som K7. Hälften av kvävet tillsattes som övergödsling i form av kalksalpeter eller ammoniumsalpeter (till potatis).



Figur 1 Fördelning av gödselled och parceller i K-försöket.

Gödslingen fördelades enligt tabell 1:

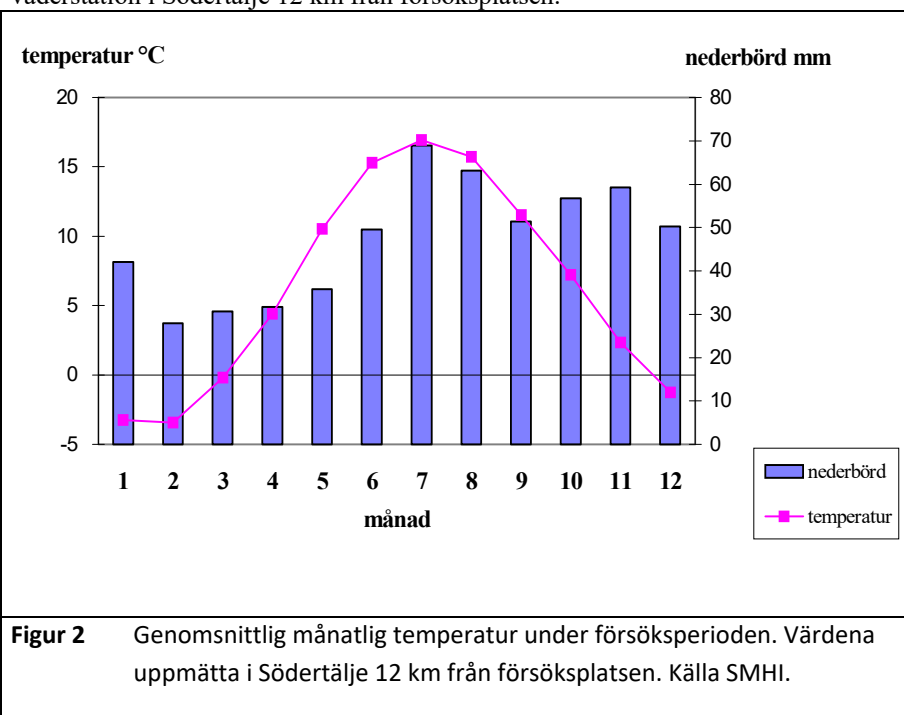
Led	Gödselslag	Vete	Vall	Potatis	Betor
K1,K2	Kompost	-	-	40%	60%
K3	Färsk stallgödsel	-	-	40%	60%
K4	Färsk stallgödsel, mineralgödsel, NPK	- 20%	- -	40% 40%	60% 40%
K5	Ogödslad	-	-	-	-
K6,K7,K8	Mineralgödsel P, K mineralgödsel N	- 20%	- -	40% 40%	60% 40%
Tabell 1 De procentuella uppdelningen av gödselgivorna inom ett växtföljdsomlopp i K-försöket.					

Försöksplats

Försöksplatsen kan grovt karaktäriseras genom nedanstående uppställning:

nordlig bredd	59,5°
östlig längd	17,4°
höjd över havet	10 m
årlig nederbörd	550 mm
årlig medeltemperatur	6°C
snöfria månader	(mars) april -oktober(november)

Klimatet i försöksområdet framgår av figur 2. Värdena är hämtade från SMHI's väderstation i Södertälje 12 km från försöksplatsen.



Klimattypen präglas starkt av försommartorka. Jorden har dock en god vattenhållande kapacitet. Jorden på försöksplatsen är en mellanlera med 25 - 30% lera. Humusinnehållet är mellan 4 -5%.

Metoder

Flera nya mätmetoder provades och vidareutvecklades under K-försökets gång. Några av dessa metoder kom sedan att användas i det fortsatta arbetet. De kommer här att kort presenteras i samband med resultatredovisningen. Mera information om metodutvecklingen i samband med K - försöket finns redovisat i:

Engqvist (1961), Engqvist(1963), Pettersson och Engqvist (1963), Pettersson och Engqvist(1964), Pettersson (1967), Pettersson(1970), Pettersson(1972), Pettersson (1979), Pettersson, Brinton o. v.Wistinghausen (1979).

Kemiska undersökningar av jord och gödsel samt flera av växtprodukterna har utförts vid Statens lantbrukskemiska laboratorium SLL, Uppsala. Smakundersökningar av potatis har genomförts av Statens centrala frökontrollanstalt. Markundersökningarna under åren 1976, 1985 och 1989 genomfördes av personal vid Institut für biologisch- dynamische Forschung, Darmstadt, Tyskland.

Beräkningar, statistiska bearbetningar och analys har i denna sammanställning genomförts med hjälp av dataprogrammen Excel 7.0 samt SPSS 7.5. Grafer och diagram har framställts med dataprogrammen Graph in the Box 95, Excel 7.0 samt SPSS 7.5.

Genomförande

Växtföljden bestod under försöksperioden av nedanstående grödor och sorter:

Gröda Vårvete (med insådd)	Försöksår 1958 - 1969 1970 - 1973 1974 - 1989	Sort Kärn II Pompe Drabant
Ettårig klöver - gräsvall	1958-1989	Rödklöver, ängssvingel, timotej, alsikeklöver, fr.o.m. 1978 lucern.
Potatis	1958 - 1973 1974 - 1981 1982 - 1985 1986 - 1989	King Edward VII Grata Bellona Provita
Betor	1958 - 1969 1970 - 1989	Rödbeta = Forma, Nova och Rubia Rödbeta = Forma, Nova och Rubia Fodersockerbeta = Kyros
Tabell 2 Använda sorter 1958-1989.		

Av betorna skördades såväl blast som beta, av potatis endast knölarna. Vallen skördades två gånger per år. Från och med 1970 återfördes andra skörden till försöksparcellen som grüngödsling. I vårvete skördades kärna och halm. För att undvika inverkan av torka i K-försöket bevattnades parcellerna vid torr väderlek. Bevattningen skedde framför allt under speciellt känsliga faser i grödans utveckling som t.ex. groning hos vårvete och betor (maj) samt för att främja storlekstillväxten hos potatis (juli-augusti).

Gödsling

Gödslingen skedde strax före sådd. Mineralgödselgivorna i K7 och K8 delades upp och gavs även som övergödsling. Mängden färsk stallgödsel som användes till K3 var 45 ton/ha till betor och 30 ton/ha till potatis. Samma gödselmängd lades upp till K1 och K2 för kompostering. Den mängd gödsel som var kvar efter komposteringen spreds sedan ut över försöksrutan. Pettersson, Reents och Wistinghausen (1992) uppger följande genomsnittliga värden vad gäller den årliga tillförseln av organisk substans i K1, K2, K3 och K4:

Tillförsel av	K1 och K2	K3	K4
Torkad vikt kg / ha	4066	3957	1979
därav organisk substans %	72	83	83
Organisk substans kg / ha	2928	3284	1643
Kol kg / ha	1640	1642	822
Tabell 3 Genomsnittlig årlig tillförsel av organisk substans K1, K2, K3 och K4. Ur Pettersson, Reents och Wistinghausen (1992).			

Gödslingsmängderna ändrades något under K-försökets gång. Dock hölls de alltid konstanta under ett och samma fyraåriga växtföljdsomlopp. Värt att notera är den kraftiga ökningen i gödslingsintensiteten i de organiskt gödslade leden under perioden 1970-1973. Ökningen betingades av en strävan att utjämna skillnader mellan försöksleden vad gäller mängden lätt tillgängligt kväve. Från och med 1974 sänktes åter gödslingsintensiteten i dessa led något. Vad gäller de mineraliskt gödslade leden sänktes givorna något under de första tre växtföljdsomloppen för att sedan, åtminstone vad gäller kväve åter höjas till gödselgivor som motsvarade ursprungsmängderna. De mineraliskt gödslade leden hade under den första fyra årsperioden höga givor av såväl fosfor som kalium. Under senare delen av K-försöket stabiliserades givorna av såväl fosfor som kalium så att de slutliga mängderna över hela försöksperioden i stort sett blev lika för K1, K2, K3, K7 och K8. Givorna av kväve, fosfor och kalium under de åtta växtföljdsomloppen framgår av tabell 4.

	År\Led	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Kväve	1958 - 61	80	80	61	47	0	34	69	137
	1962 - 65	60	58	57	42	0	23	46	94
	1966 - 69	67	67	77	49	0	19	39	78
	1970 - 73	111	111	162	97	0	31	63	125
	1974 - 77	90	90	108	70	0	31	63	125
	1978 - 81	74	74	103	67	0	31	63	125
	1982 - 85	76	76	96	64	0	31	63	125
	1986 - 89	84	84	98	64	0	31	63	125
	Medelvärde	80	80	95	62	0	29	58	117
Fosfor	1958 - 61	27	27	23	29	0	36	73	73
	1962 - 65	30	30	21	21	0	20	39	40
	1966 - 69	49	49	24	20	0	16	33	33
	1970 - 73	65	65	40	33	0	25	50	50
	1974 - 77	52	52	48	30	0	12	23	23
	1978 - 81	41	41	47	29	0	12	23	23
	1982 - 85	18	18	23	17	0	12	23	23
	1986 - 89	22	22	22	17	0	12	23	23
	Medelvärde	38	38	32	24	0	18	36	36
Kalium	1958 - 61	61	61	55	59	0	59	116	116
	1962 - 65	54	52	73	53	0	32	65	65
	1966 - 69	66	66	77	52	0	27	54	54
	1970 - 73	103	103	126	88	0	44	87	87
	1974 - 77	86	86	93	67	0	41	82	82
	1978 - 81	59	59	92	67	0	41	82	82
	1982 - 85	98	98	117	79	0	41	82	82
	1986 - 89	84	84	94	65	0	41	82	82
	Medelvärde	76	76	91	66	0	41	81	81

Tabell 4 Årligt tillförda mängder kväve, fosfor och kalium i fyra års perioder, kg/ha och år.

Om man slår ut tillförseln av näring på de olika grödorna fås de värden som framgår av tabell 5, på nästa sida. Vallen fick ej någon gödsling i något led. Vårvetet gödslades endast i de mineraliskt gödslade varianterna och där enbart med kvävegödsel.

Näringsämne	Gröda	K1	K2	K3	K4		K5	K6	K7	K8
					Org	Min.				
N	vall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	vete	-	-	-	-	25	-	23	46	94
	betor	192	192	228	74	50	-	46	93	187
	potatis	128	128	152	50	50	-	46	93	187
P	vall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	vete	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	betor	91	91	77	28	29	-	43	58	58
	potatis	61	61	51	19	19	-	29	86	86
K	vall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	vete	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	betor	182	182	218	79	79	-	98	195	195
	potatis	122	122	146	53	53	-	66	129	129

Tabell 5 Genomsnittlig tillförsel av N, P och K i kg/ha och år till olika grödor.

Kalkning

Under åren 1982-85 kalkades hela K-försöket. Målet var att uppnå ungefär samma pH-värde som vid försöksstart, det vill säga 6,5). Då pH-värdet sjunkit mindre i K1 och K2 blev de mängder som lades ut i de olika försöksleden de som framgår av tabell 6.

Led	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
kg Ca/ha	587	587	1570	1570	1570	1570	1570	1570

Tabell 6 Mängd total Ca i kg/ha tillförd vid kalkning under åren 1982-1985.

De biodynamiska preparaten

I K1 behandlades parcellerna med de biodynamiska fältpreparaten. Två olika preparat användes; humuspreparatet även kallat 500 och kiselpreparatet även kallat 501. Användningen av preparaten växlade något från gröda till gröda och från år till år. Humuspreparatet sprutades på våren i samband med sådd över samtliga parceller (även vall). Fram till och med 1964 behandlades även samtliga parceller i K1 med humuspreparatet efter skörd i oktober. Potatis och betor behandlades vanligen med humuspreparatet ytterligare en gång i slutet av maj eller början av juni. Kiselpreparatet sprutades ut över vallen i slutet av maj eller början av juni. Vid denna senare tidpunkt brukade även vårvetegrödan behandlas med 501. Alla grödor behandlades sedan med 501 i mitten av juli. Vissa år behandlades även samtliga grödor utom vårvete i slutet av juli och ibland även under augusti.

Mätningar och analyser**Mark**

Markartering genomfördes i de olika försöksleden så gott som vart fjärde år. Större markundersökningar genomfördes åren 1976, 1985 samt 1989. 1976 togs proverna i parcellen som varit bevuxen med vårvete med insådd (parcell a) samt i parcellen som varit bevuxen med potatis (parcell c). 1985 och 1989 togs prover från samtliga parceller.

År	1976		1985			1989		
Markdjup, cm	0-10	25-35	0-10	25-35	50-60	0-10	25-35	50-60
täthet	x	x	x	x		x	x	
porvolym	x	x	x	x		x	x	
pH	x	x	x	x	x	x	x	x
kol	x	x	x	x	x	x	x	x
kväve	x	x	x	x	x	x	x	x
fosfor	x	x	x	x	x	x	x	x
kalium	x	x	x	x	x	x	x	x
magnesium	x	x	x	x	x	x	x	x
humifiering			x			x		
daggmaskar	x		x			x		
markandning	x		x			x		
dehydrogenas	x	x	x	x	x	x	x	x
ureas	x	x	x	x	x	x	x	x
fulvo/huminsyrakvot							x	
Tabell 7 Gjorda analyser vid markundersökningar 1976, 1985 och 1989								

Kvävemineralisering och förfruktseffekt.

Studier av mineraliseringen av kväve genomfördes i försöksfältet inom ramen för ett separat projekt 1988, 1989 och 1990. I denna rapport kommer endast resultaten från de två sistnämnda åren att redovisas.

Betor

Betorna undersöktes med avseende på rötternas form, sorteringsförluster och lagringsförluster. Dessutom studerades rötternas innehåll av ts - halt, råprotein, kristallisation och extraktsönderfall. Fördelningen framgår av tabell 8.

Betor	Ar	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	Antal
Skörde egenskaper																																		
skör, beta		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	32
skörd, blast		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	32
rot/halsbredd		x		x	x																													3
sortering		x	x	x		x																												4
Analys																																		
råprotein										x																					x	x	x	4
extrakt sönderfall											x	x																						2
ts-halt		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	31
lagring		x	x	x	x																													7
kristallisation																x	x																	2

Tabell 8 Översikt av undersökningar och analyser utförda i betor 1958-1989.

Potatis

Under växtsäsongen studerades stjälkarnas utseende liksom förekomsten av olika parasiter, som t.ex. bladmögel. Efter skörd sorterades potatisen, lagringsförluster uppmättes liksom den sammanlagda storleken av avrenset. Smakegenskaper undersöktes såväl i samband med skörd som efter lagring. Dessutom analyserades potatisen vad gäller råprotein, renprotein, stärkelse, ts - halt, extraktsönderfall, kristallbildsvärden, fria aminosyror, kvalitetsindex, mörkfärgning av vävnad och mörkfärgning av extrakt. Fördelningen av analyser under försöksåren framgår av tabell 9.

Potatis	Ar	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	Antal
Botaniska egenskaper																																		
groddar	x	x	x	x	x	x	x	x	x																									8
stjälkar		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																						9
bladmögel			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x											x	x						x	x	x	x	14
patologitest										x	x	x	x																					4
Skörde egenskaper																																		
skörd	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	32
sortering	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	31
Analys																																		
råprotein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																	x	x		x	16
renprotein				x	x	x	x																											4
mörkfärgning vävnad										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22
stärkelse	x	x	x	x		x																												5
smak	x	x	x	x																														4
lagring	x	x	x								x									x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	17
ts-halt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	31
sönderfall extrakt									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	24
kristallbilder									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	24
mörkfärgning extrakt										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	23
fria aminosyror										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22
kvalitetsindex										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22

Tabell 9 Översikt av undersökningar och analyser utförda i potatisgrödan 1958-1989**Vall**

Vallen undersöktes med avseende på övervintring och botanisk sammansättning. Efter skörd har analyser gjorts av: råprotein och ts - halt. Fördelningen framgår av tabell 10.

Vall	Ar	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	Antal
Skörde egenskaper																																		
första skörd		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	31
andra skörd			x	x	x	x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	24
övervintring				x	x	x	x	x																										6
botanisk analys 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x														x	x	x	x	x	x	x	x	x	17
botanisk analys 2					x																			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
ts-halt																																x	x	2
råprotein																																x	x	3

Tabell 10 Översikt av undersökningar och analyser utförda i vallgrödan 1958-1989.

Vårvete

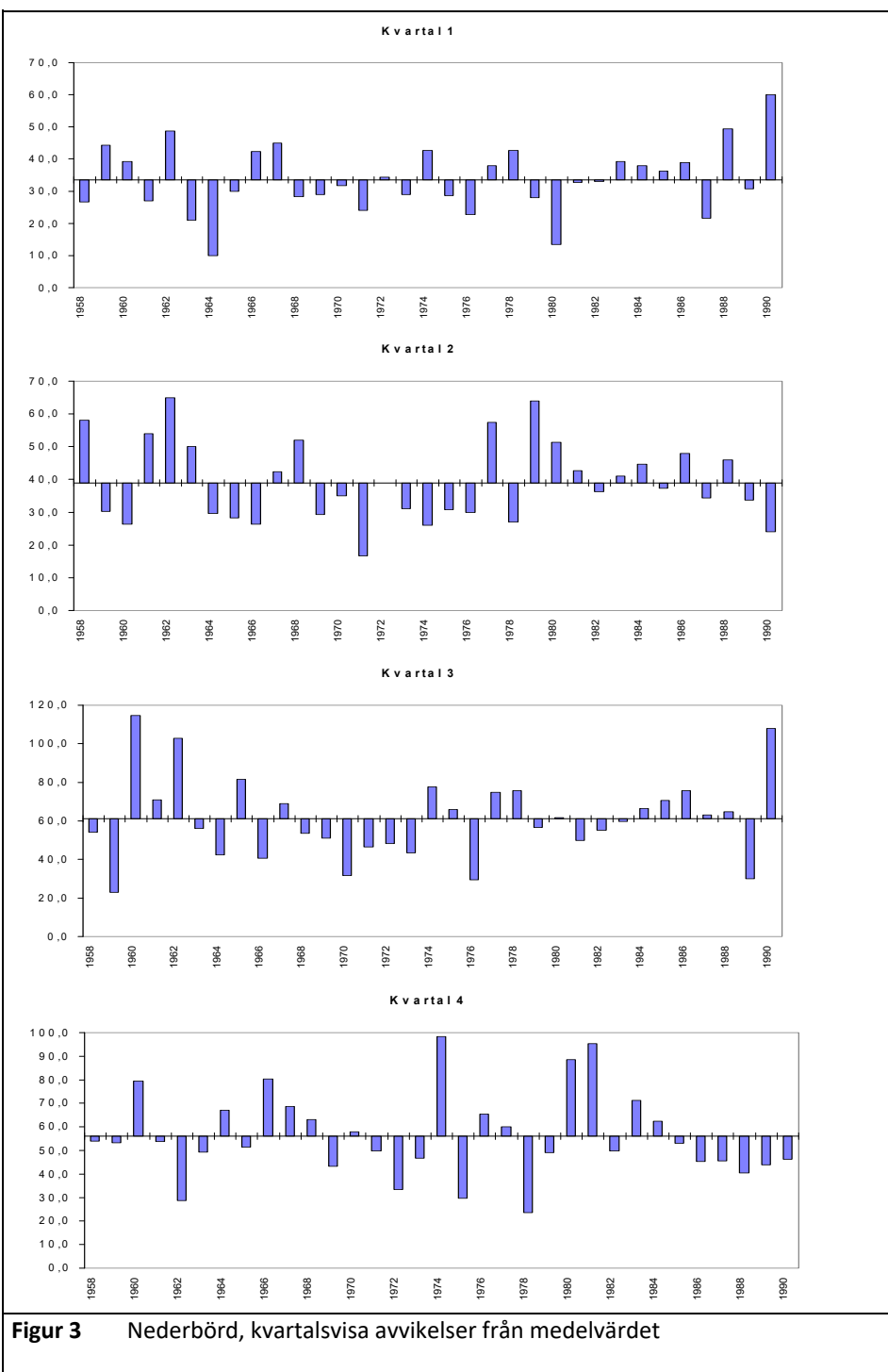
Analys av vårvetes utveckling under vegetationssäsongen utfördes vad gäller strållängd och liggsäd. Några år gjordes analyser av bladbredd, tidighet och sundhet. I samband med skörd fastställdes skördemängden av halm och kärna tillsammans med hektolitervikt, tusenkornvikt, kärnstorleksfördelning samt torrsustanshalt. Dessutom genomfördes följande analyser: våtqluten, torrqluten, råprotein, fria aminosyror, extraktsönderfall, kristallbildsvärden, falltal, sönderfall och organiska syror. Fördelningen framgår av tabell 11.

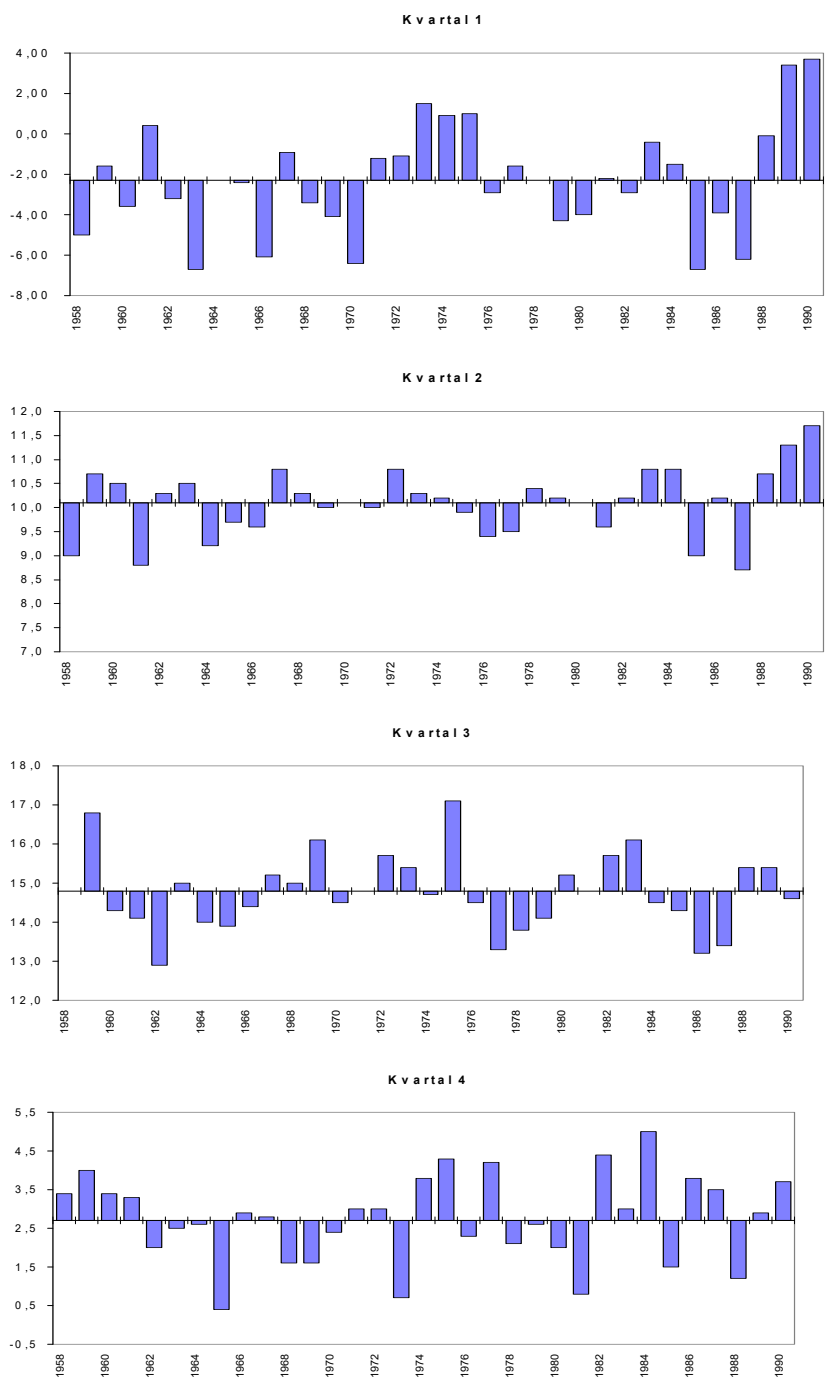
Vete	Är																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
------	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabell 11 Översikt av undersökningar och analyser utförda i vårvetegrödan 1958-1989

Väder

Som tidigare nämnts präglas försöksplatsen normalt av försommartorka. Under försöket uppträdde flera försommartorra år. Slutet av försöksperioden karaktäriserades liksom mitten av sjuttioalet av milda, relativt nederbördsfattiga vintrar. Av figur 3 och figur 4 framgår variationen kvartalsvis av nederbörd och temperatur. Värdena är speglade omkring medelvärdet för motsvarande kvartal under försöksperioden.





Figur 4 Temperatur, kvartalsvisa avvikelser från medelvärdet

Resultat

Förutsättningar vid försökets start

Den markkartering av försöksfältet som gjordes 1958 visade på små skillnader mellan de olika delarna av försöksplatsen. Fosfortalen låg något högre från början i östra delen av försöket, dvs i leden K7 och K8. Kalitalen var relativt jämna över försöksfältet vid starten. Kornstorleksfördelningen framgår av tabell 12.

Led	Lera	Mjåla	Mo	Sand
K1	28,2	62,2	8,0	1,8
K2	26,7	63,6	8,1	1,6
K3	27,2	61,9	9,4	1,5
K4	22,3	66,4	9,5	1,8
K5	30,4	61,5	6,7	1,4
K6	25,8	63,7	8,3	2,2
K7	32,7	59,5	6,0	1,8
K8	29,1	60,3	8,5	2,1
Tabell 12 Kornstorleksfördelning i % vid markundersökningar 1958				

En tendens till högre lerhalt i de södra försöksleden (udda led) kan dock skönjas. Lerhalten tycks dessutom öka något mot öster d.v.s. mot K7 och K8. K3 respektive K4 hade den lägsta lerhalten bland de udda respektive jämna försöksleden.

Inledande skillnader borde vara speciellt tydliga under de första försöksåren. Allra tydligast borde de visa sig i vallskörden under 1959 eftersom denna gröda i stort sett lämnats ogödslad. De relativa skördemängderna för de första försöksåren framgår av tabell 13, som är uppställd så att eventuella gradienter i försöket skall bli tydliga:

Led	Potatis	Betor	Vete	Vall	Rel	Led	Potatis	Betor	Vete	Vall	Rel
K1	92,0	117,5	126,5	77,5	103,4	K2	109,6	107,9	107,0	96,5	105,2
K3	106,0	118,3	122,0	119,5	116,4	K4	112,9	102,8	95,0	136,1	111,7
K5	93,0	76,7	88,9	109,7	92,1	K6	108,6	92,1	84,4	111,4	99,1
K7	96,1	92,4	91,9	75,8	89,0	K8	81,8	92,4	84,4	73,5	83,0
Tabell 13 Relativa skördemängder av potatis, betor och vete 1958 samt vall 1959. Försöksmedel för grödorna under skördeåret = 100.											

Analysen av den första skörden i de olika grödorna tycks tyda på att betingelserna var relativt likartade. Möjligen kan de ha varit något bättre i de mellersta delarna av försöksfältet, i K3 och K4. Led K7 och speciellt K8 hade anmärkningsvärt låga skördenivåer, speciellt i vallgrödan. Också K1 gav låga skördenivåer i vallgrödan. Även 1959-1960 tycktes K3 och K4 vara svagt gynnade. K7 och K8 avvek detta år inte negativt från övriga led medan K1 och K2 denna gång tycktes vara svagt missgynnade åtminstone vad gäller vetegrödan.

Variationen mellan parceller inom ett försöksled

Skulle det finnas en kontinuerlig gradient i fältförsöket borde parcellerna i varje led, i stigande eller fallande skala ordna sig enligt a, b, c och d enligt beteckningarna i figur 1. Tabell 14 visar den skördade mängden vid 1016 skördetillfällen. Siffrorna anger parcellernas relativtal gentemot försöksgenomsnittet för varje gröda. Av tabellen framgår att b-rutorna avvek signifikant från övriga parceller genom lägre skörd.

Parcell	Antal skördar	Relativskörd medel = 100	Standardavvikelse	Standardfel
a	256	105,9*	25,2	1,4
b	256	93,5	29,4	1,8
c	256	100,9*	35,4	2,2
d	248	102,7*	25,5	1,6
Tabell 14 De olika småparcellernas relativskördar, *=signifikans gentemot parcell b.				

Också c-rutorna visade en något lägre skördenivå. Den högsta skördenivån fanns i randparcellerna a och d. En analys av olika mätvärden i potatis visar att skillnaderna mellan olika parceller även gällde andra parametrar än skördemängden. Sammanlagt för alla gödslingsled hade ruta a det avgjort högsta indexvärdet i potatis. Skillnaden gentemot övriga rutor var signifikant. Halten fria aminosyror, extraktmörkfärgning och extraktsönderfall uppvisade även de signifikanta skillnader mellan rutorna. I samtliga led hade ruta a bättre värden än mittrutorna b och c. Ruta d avvek i vissa fall signifikant mot mittrutorna genom kvalitativt bättre värden. Även för undersökningar av torrsustanshalt, råproteinhalt och kristallbildsvärde var det de yttre rutorna som uppvisade bättre mätvärden än mittrutorna, även om skillnaderna inte alltid var signifikanta. Ruta d uppvisade dessutom signifikant större andel stora potatisar gentemot ruta b. De biodynamiska preparatens verkningar på skörden var tydligast i ruta c, dvs. rutan med den näst lägsta skördenivån. Detta gällde för alla grödor, med undantag för vallen.

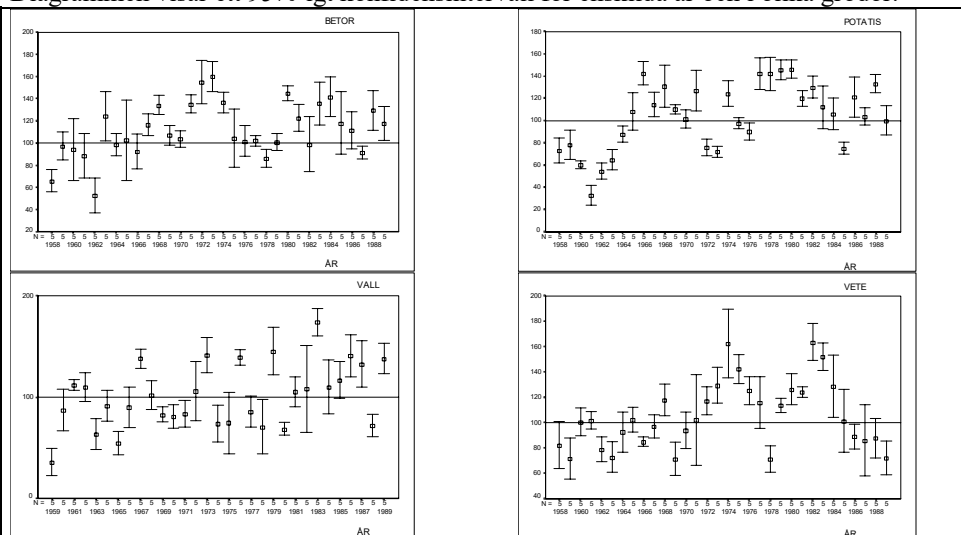
Variationen mellan sårader inom en parcell.

Under några år gjordes radvisa mätningar i potatis vilket tillåter en enkel bearbetning av frågan om granngrödans betydelse. Dessa undersökningar ger också ytterligare belysning på frågan om eventuella gradienter i försöksfältet. Resultaten visade en svag tendens till lägre skörd i de rader som gränsade mot vallgrödan. Någon tydlig längsgående gradient inom parcellerna framträdde inte.

År 1979 genomfördes en mer detaljerad studie i potatisgrödan som då befann sig med vall till vänster och gräskanten till höger. Potatisen från raderna närmast vallen tenderade att ha den längsta blasten och den högsta andelen små potatisar. Dessutom var angreppen av bladmögel högst närmast vallen medan kvalitetsindex överraskande nog var högst i dessa rader. Andelen prima potatisar efter lagring skilde inte så mycket mellan raderna.. Då potatisgrödan just 1979 befann sig i kanten av försöksrutan kan det inte uteslutas att dessa mätvärden är resultatet av kanteffekter i stället för negativa effekter av vallgrödan. Värdet av kvalitetsindex tycks t.ex. tendera att bli högt i raderna som odlats i kanten av parcellen. Det var dock en generell iakttagelser under försöksperioden att potatisen som växte närmast vallen oftare utvecklades sämre än potatisen i övriga delen av parcellen.

Variation mellan försöksåren.

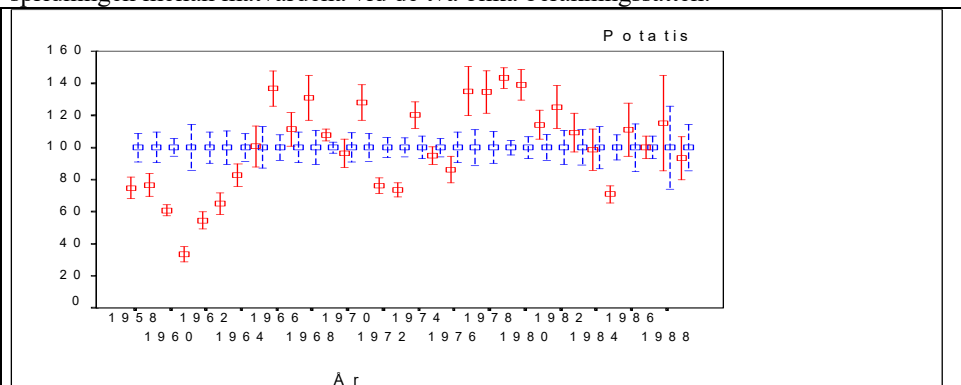
Variationen mellan enskilda år var oftast större än variationen mellan de olika försöksleden. Detta gör det mycket svårt att finna statistiskt signifikanta skillnader mellan de olika leden även om alla de 32 försöksåren används som en upprepning av försöket. Av figur 5 framgår variationen mellan olika försöksled och mellan försöksår. Diagrammen visar ett 95%-igt konfidensintervall för enskilda år och i olika grödor.



Figur 5 Variationen i skörd mellan olika försöksår.

Medelvärdet för hela försöksperioden = 100

Det är mot bakgrund av denna stora variation mellan försöksåren som den statistiska bearbetningen har baserats på relativa årsmedelvärden. I figur 6 framgår skillnaden i spridningen mellan mätvärdena vid de två olika beräkningssätten.



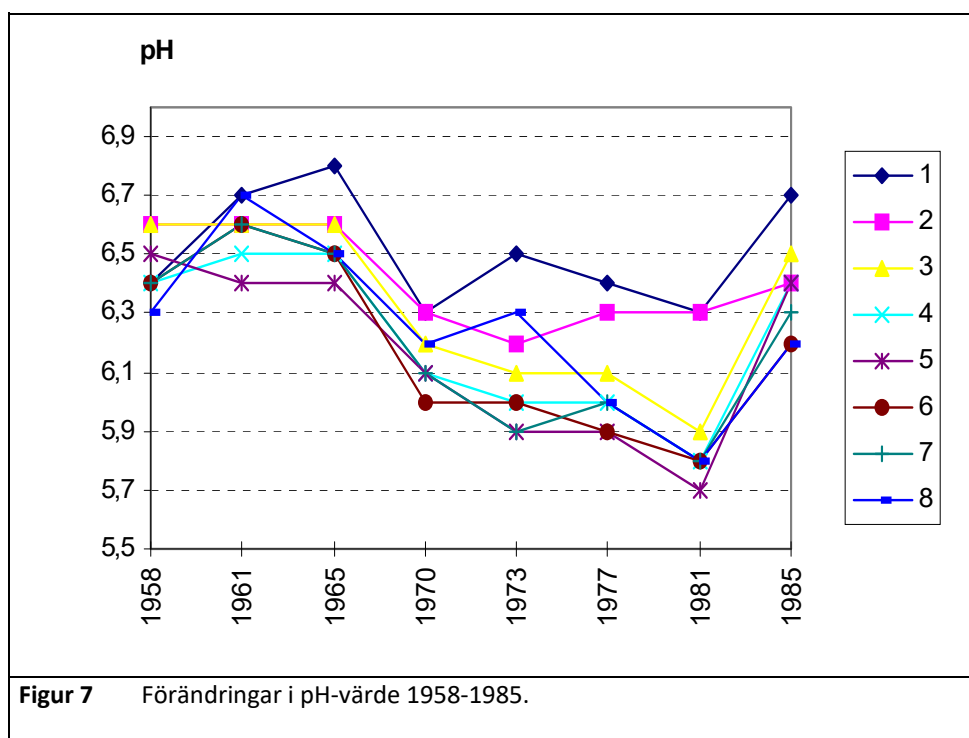
Figur 6 Jämförelse mellan olika variationsmått. Heldragna linjer visar variationen i förhållande till medelvärdet för hela försöksperioden. Streckade linjer visar variationen i förhållande till årsmedelvärde.

Mark

Tre större markundersökningar genomfördes åren 1976, 1985 och 1989. 1976 togs proverna i parcellen som varit bevuxen med vårvete med insådd (parcell a) samt i parcellen som varit bevuxen med potatis (parcell c). 1985 och 1989 togs prover från samtliga parceller. Resultat av markundersökningarna finns publicerade i: *Pettersson o. v. Wistinghausen (1977)*, *Pettersson, Brinton o. v. Wistinghausen (1979)* samt i *Pettersson, Reents o. v. Wistinghausen (1992)*

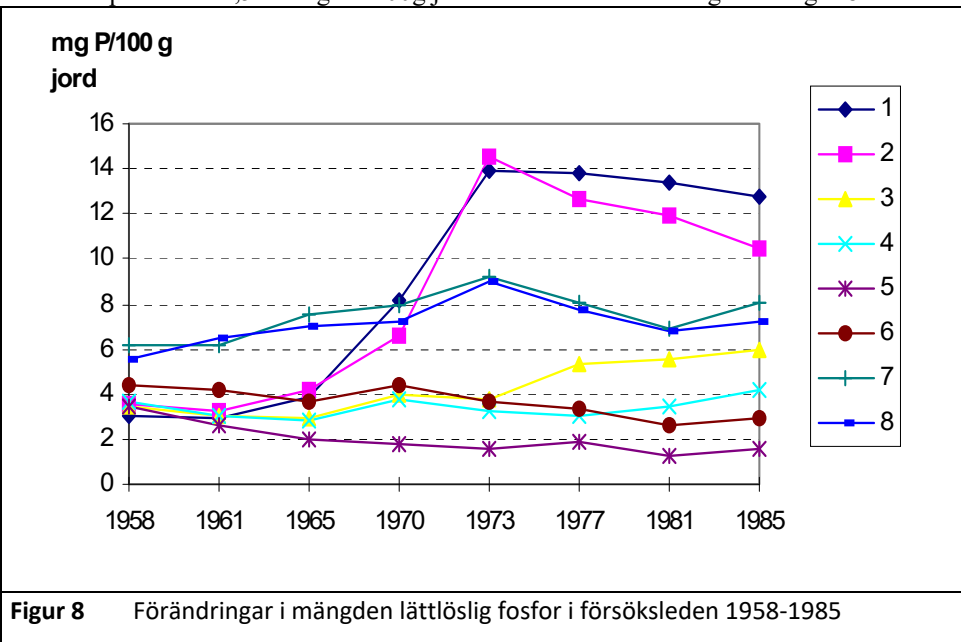
Markkartering

Markkartering genomfördes till att börja med årligen och sedan åtminstone vart fjärde år. Växtnäringsinnehållet i marken var jämnt över försöksfältet. Av figur 7 framgår att pH – värdet, som från början låg omkring 6,5, sjunkit i hela försöket från och med slutet av sextiotalet fram till kalkningen 1982 - 1985. Förändringen var störst i det ogödslade och de mineralgödslade leden. Kompostgödslade led drabbades minst av pH - förändringen. Allra minst var minskningen i K1. Även efter kalkningen kvarstod en del skillnader mellan leden vad gäller pH-värdet. Detta trots att K1 och K2 endast fått halva kalkgivan i förhållande till övriga led.

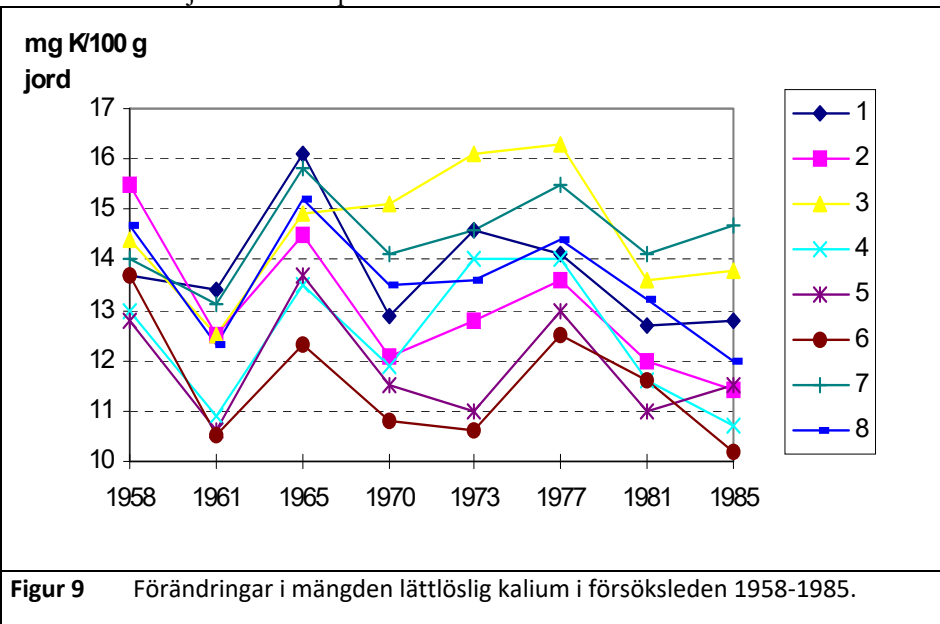


Fosforvärdena ökade i alla försöksled, K5 och K6 undantagna. Fosfortalen låg här något högre från början i östra delen av försöket, dvs. i leden K7 och K8. Den från 1970 ökade gödselgivan i de organiskt gödslade leden kom tydligt till synes. Framförallt avvek K1

och K2 med höga fosfortal. I det ogödslade ledet K5 stabiliserades fosfortalet tidigt kring ett värde på mellan 1,5 - 2 mg P / 100g jord. Resultaten finns återgivna i figur 8.



Kaliumvärdena skilde inte så mycket mellan leden vilket framgår av figur 9. Här var det framförallt K3 och K7 som låg något högre än övriga led. K8 visade under senare delen av försöket allt lägre kalital i jämförelse med K7 som fått samma kali-gödsling. K5 avvek inte nämnvärt från övriga led vad gäller kaliumtalen. Variationen mellan mätåren var stor framför allt i början av försöksperioden.



Markfysikaliska undersökningar

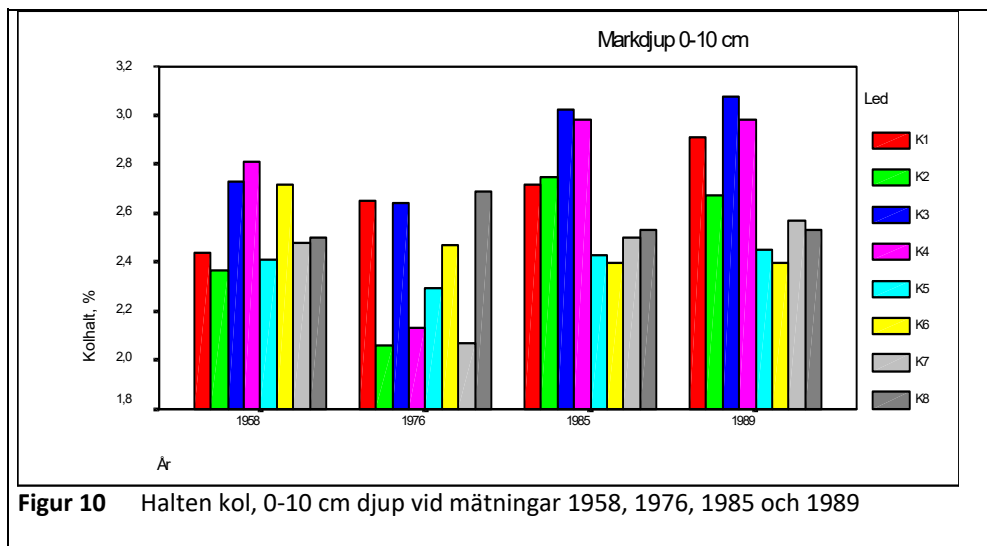
Mätningar 1976, 1985 och 1989 av jordtäthet, porvolym och vattenkapacitet gav endast små eller icke entydiga skillnader mellan försöksleden vad gäller matjorden. I alven var skillnaderna något större. Här gav de organiskt gödslade leden en större porvolym. Framför allt var det andelen luftporer som var högre i dessa led.

Markkemiska undersökningar

Halten kol

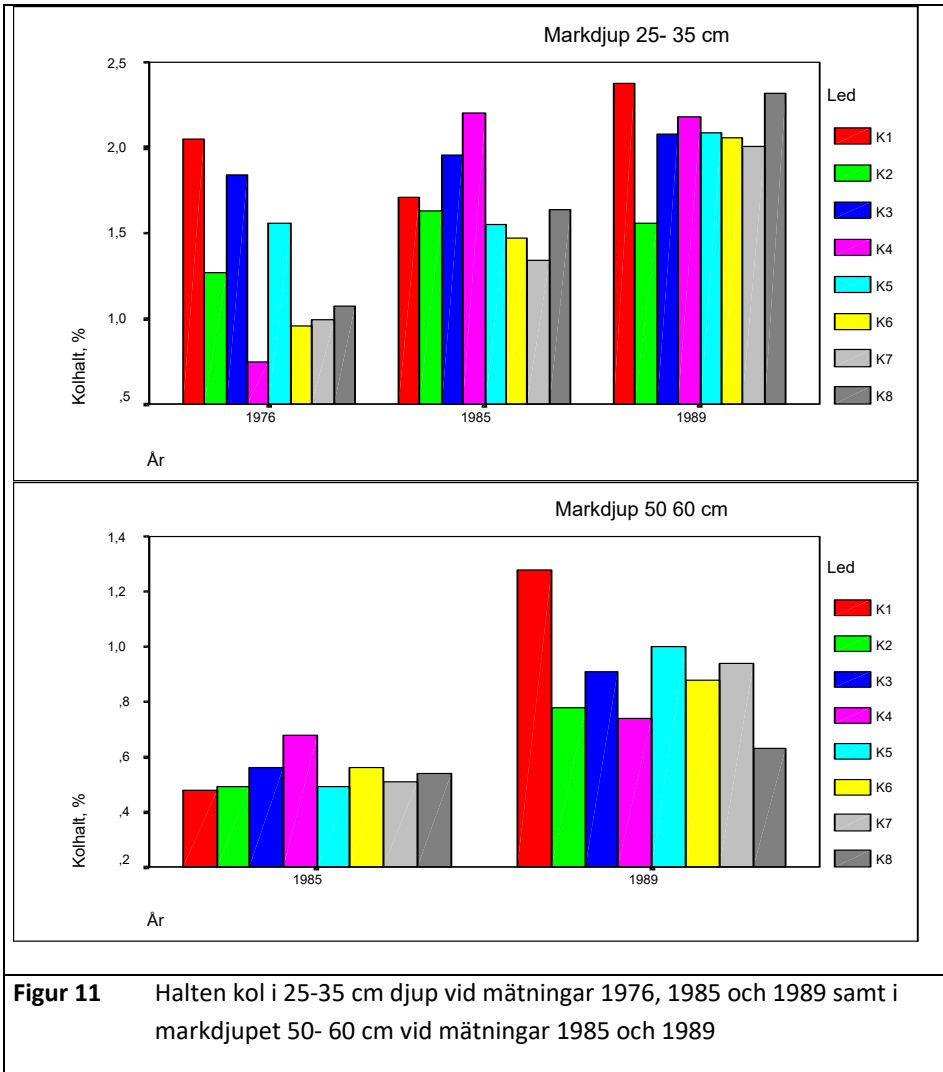
Genomfördes genom titrering efter våt föraskning (Lichterfelder metod modifierad enligt Richter) Kolhalten anger grovt mängden organiskt material i marken. Kol är av betydelse för markens struktur.

Halten kol ökade svagt i de flesta leden. 1976 uppvisade K1, K3 och K8 högst halter kol i matjorden. K2, K4 och K7 hade de lägsta halterna. Vid mätningen 1985 var denna skillnad borta. I stället uppvisade då de led som gödslats med organiskt gödsel dvs. K1, K2, K3 och K4 tydligt högre värden än övriga led. Denna gruppering kvarstod också 1989 även om K2 då uppvisade något lägre värden.



I markdjupet 25-35 cm, dvs. strax under plogdjup, var det större skillnader mellan leden. Värdena varierar dock på ett sätt som tyder på någon form av mätfel. 1976 hade K1 de tydligt högsta halterna kol i detta markdjup följt av K3 och K5. De led som erhållit mineralgödsel, dvs. K4, K6, K7 och K8 uppvisade lägre värden. Också K2 avvek i viss mån genom något lägre halter kol. 1985 hade K4 de högsta värdena följt av K3, K1, K8 och K2. K7 avvek detta år genom lägre halter kol. Det är denna stegring av kolhalterna i led K4 som pekar på mätfel vid provtagningen 1976. 1989 var det K2 som avvek genom lägre uppmätta halter kol i marken. Med undantag för K2 och K4 har halterna kol strax

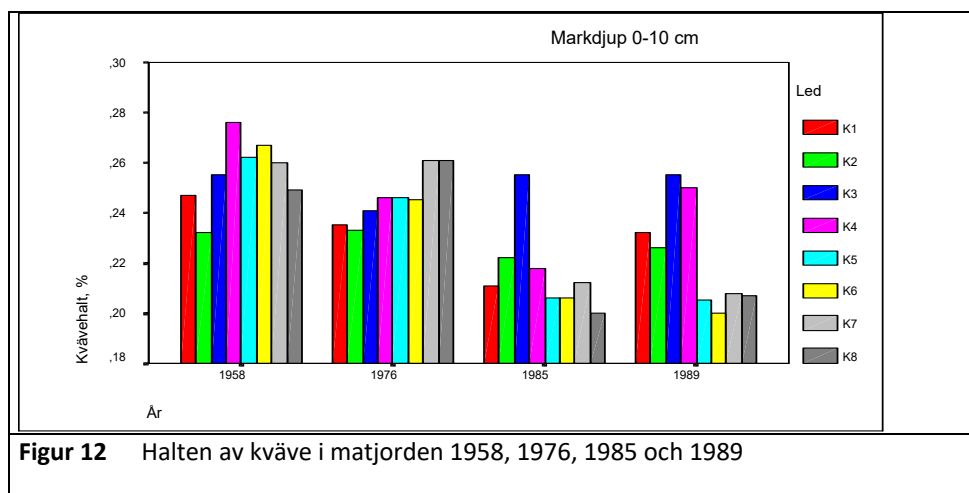
under plogdjup stigit anmärkningsvärt mycket under denna fyra-årsperiod. K1 och K8 uppvisade detta år de högsta halterna kol medan övriga led, K2 undantaget, låg relativt jämnt.



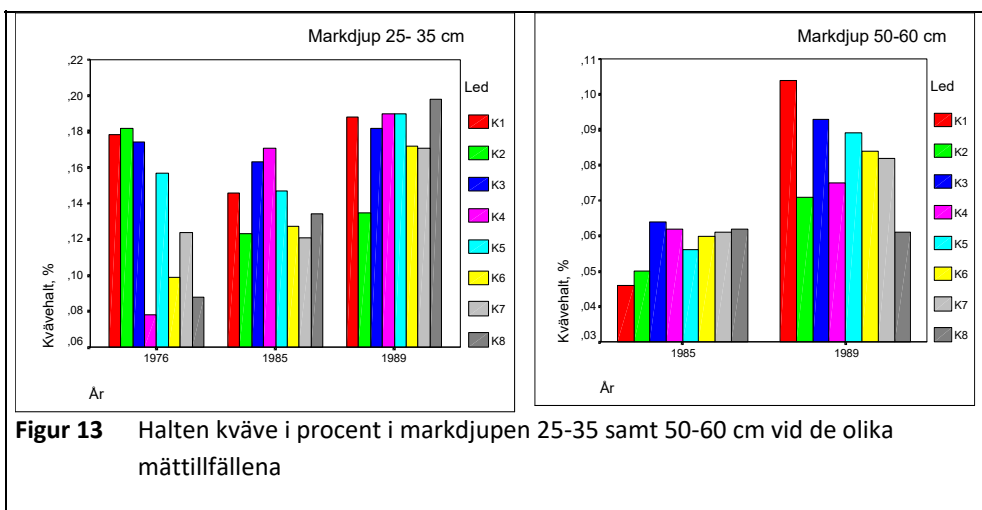
I markdjupet 50-60 cm genomfördes mätningar endast 1985 och 1989. Även här hade halterna kol stigit, speciellt i K1. 1985 låg de olika leden relativt jämnt med undantag för K4 som uppvisade de högsta värdena. 1989 avvek K1 genom tydligt högre halter kol. K5, K7, K6 och K3 bildade en mellangrupp medan K2, K4 och K8 hade de lägsta halterna kol.

Halten kväve

Analyserna utfördes enligt Kjeldahls metod som mäter den totala mängden kväve. I matjorden var halterna kväve relativt enhetliga mellan försöksleden och mellan de olika mättillfällena. 1976 uppvisade de mineralgödslade leden K7 och K8 högre halter kväve i matjorden, Möjligen berodde detta på att mätningarna detta år endast gjordes i parcellerna som varit bevuxna med potatis samt vårvete med insådd. 1985 och 1989 när mätningarna genomfördes i samtliga parceller var det framförallt K3 men även K4 som uppvisade något högre halter kväve i matjorden.



I skiktet strax under plogdjup varierade mätvärdena något mera. Om vi antar att det låga värdet 1976 i K4 i likhet med värdena för kolhalten troligen uppkom genom mätfel blir bilden lite mera enhetlig. 1976 och 1985 uppvisade de mineralgödslade leden något lägre halter kväve. Denna tendens fanns även 1989 men då avvek K8 genom höga halter kväve. 1985 och 1989 uppvisade K2 anmärkningsvärt låga halter kväve. I markdjupet 50-60 cm steg halterna kväve relativt mycket mellan 1985 och 1989, speciellt gällde detta i K1 men även i K3, K5, K6 och K7 ökade kvävehalterna.



Kol-kvävekvoten

Kol-kvävekvoten fastställs genom att dividera halten kol med halten kväve. Skillnaderna mellan leden utjämnas mot slutet av försöket. K1, K4 och i viss mån K3 tenderade att ligga högt vid de flesta av mätstillfällena. För K4 gäller även här de reservationer för eventuella mätfel som framfördes i samband med resultaten från mätningarna av halten kol i marken. Årsvariationerna var dock även här tydligare än variationerna mellan leden. K2 låg förvånansvärt lågt 1976. I de djupare markskikten tenderade kolkväve kvoten att vara lägre i de mineralgödslade leden vilket också framgår av tabell 15.

Led									
Markdjup	År	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
0-10	1958	9,9	10,,2	10,7	10,2	9,2	10,2	9,5	10,0
	1976	11,3	8,9	10,9	8,7	9,3	10,1	11,8	10,3
	1985	12,9	12,4	11,8	13,7	11,8	11,7	11,8	12,7
	1989	12,5	11,9	12,1	11,9	11,9	12,0	12,4	12,2
25-35	1976	11,5	7,0	10,6	9,6	9,9	9,7	8,0	12,2
	1985	11,7	13,3	12,0	12,9	10,5	11,6	11,1	12,2
	1989	12,7	11,6	11,4	11,9	11,9	12,0	11,1	11,7
50-60	1985	10,4	9,8	8,8	11,0	8,8	9,3	8,4	8,7
	1989	12,3	11,0	9,8	9,9	11,2	10,5	11,5	10,3

Tabell 15 Kol-kvävekvoten i olika markdjup vid de olika analystillfällena

Humusens egenskaper

Analyser 1985 och 1989 av humifieringsgrad och kvoten fulvo/ humisyror gav endast små skillnader mellan försöksleden.

pH

1976 och 1985 i fastställdes pH i 1 mol KCl, 1989 i 0,01 mol CaCl₂. Mellan 1976 och 1985 kalkades marken vilket ledde till en utjämning av pH-värdena i de olika försöksleden. Tendensen var att K1 hade de högsta pH-värdena i alla markdjup. De mineralgödslade leden K7 och K8 uppvisade låga värden i matjorden medan dessa led i det djupaste markskiktet låg förvånansvärt högt. Värdena för de djupare markskikten framgår av tabell 16.

		Led							
Markdjup	År	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
25-35	1976	5,5	5,3	5,2	5,3	5,2	5,4	5,4	5,4
	1985	5,5	5,2	5,1	5,0	5,2	5,2	5,4	5,2
	1989	5,7	5,3	5,5	5,1	5,3	5,3	5,4	5,2
50-60	1985	5,7	5,5	5,5	5,5	5,6	5,5	5,8	5,7
	1989	5,8	5,5	5,6	5,6	5,5	5,4	5,7	5,7
Tabell 16		Variation av pH-värdet i olika markdjup i alven.							

Halten fosfor, P₂O₅

1976 och 1985 fastställdes halten fosfor i dubbellaktatlösning, 1989 i kalciumacetatmättad lösning. Halten fosfor i matjorden var högst i de mineralgödslade leden. Det ogödslade ledet, hade mycket låga värden av löslig fosfor. Intressant att konstatera var de relativt höga värdena i K1 i marken strax under plogsulen såväl 1976 som 1989.

		Led							
Markdjup	År	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
25-35	1976	9	6	7	4	5	4	5	3
	1985	3	3	3	3	1	1	2	5
	1989	6	4	4	3	2	4	6	9
Tabell 17		Halten fosfor, P ₂ O ₅ , strax under plogdjup							

Halten kalium, K₂O :

1976 och 1985 fastställdes halten kalium i dubbellaktatlösning, 1989 i kalciumacetatmättad lösning

I matjorden uppmättes 1976 och 1985 de högsta kali - halterna i K3. 1989 återfanns de i K1. Leden K5 och K6 låg genomgående lägst. Under plogdjup var skillnaderna otydligare. K3 hade höga värden tillsammans med K7 och K8. På nivån 50 - 60 cm uppvisade K2 låga värden. K7 låg högt 1985. 1989 hade K1 de högsta värdena.

Halten magnesium Mg:

1976 och 1985 fastställdes halten magnesium i dubbellaktatlösning, 1989 i kalciumacetatmättat lösning. Halten tillgängligt magnesium var i matjorden högst i K5 och lägst i K4 och K8. Övriga led låg ganska likartade däremellan. De organiskt gödslade leden tenderade 1985 att ha lägre värden av magnesium speciellt i de djupare markskikten.

Markbiologiska undersökningar

Mätvärdena från de olika analyserna framgår av tabell 18 på nästa sida.

Daggmaskgångar

På en yta av $4 \cdot 900 \text{ cm}^2$ /parcell räknades antalet daggmaskgångar på 3 - 4 cm djup. 1976 räknades gångarna på ett djup av cirka 10 cm. Antalet daggmaskgångar var genomgående lägst i de två led som fick de högsta givorna mineralgödsel, K7 och K8. Även de två övriga mineralgödslade leden låg i genomsnitt lågt i förhållande till de organiskt gödslade leden och det ogödslade ledet. Ordningen mellan dessa led varierade något mellan åren. K3 hade de högsta värdena 1976 och 1989, medan K1 låg högst 1985.

Markandning

Den bildade mängden CO_2 i jordproverna bestämdes genom titrering av den icke förbrukade luften med saltsyra med hänsyn tagen till blindprover. Markandningen är ett mått på den biologiska omsättningen i marken. Bildandet av koldioxid är resultatet av en nedbrytning av organiskt material. Avgången av koldioxid tenderade att vara högst i de organiskt gödslade leden. Speciellt K3 uppvisade höga värden. En stegring av mineralgödselgivan tycktes leda till en lägre avgång koldioxid. Om man beräknar koldioxidavgången per procent kol i marken utjämnas skillnaderna en aning.

Dehydrogenas aktivitet

Dehydrogenasaktiviteten fastställdes genom titrering enligt Thalmanns metod. Höga värden visar på hög biologisk omsättning i marken. Mätvärdena för dehydrogenasaktiviteten steg konstant mellan de tre analystillfällena. I matjorden var skillnaderna mellan de tre organiskt gödslade leden liten. Det var en tydlig skillnad mellan dessa led och det ogödslade ledet samt de mineralgödslade leden. I dessa fyra led uppmättes ca 60% av dehydrogenasaktiviteten i K1, K2 och K3. I alven skilde sig K1 tydligt från övriga led genom en hög dehydrogenasaktivitet. Återigen avvek K1 och K2 här från varandra i de djupa markskikten.

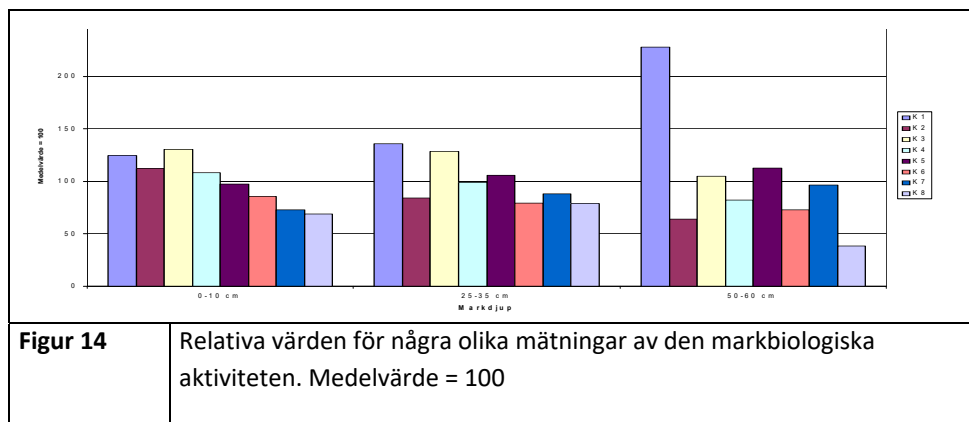
Ureas aktivitet

Aktiviteten av enzymet ureas bestämdes enligt Hofmanns metod. Enzymet ureas bryter ned urinämne. Det är inte strikt bundet till levande organismer utan kan även förekomma fritt i markvätskan. Vid de tre analystillfällena var i genomsnitt ureasaktiviteten i matjorden tydligt högst i K3 och lägst i de mineralgödslade leden. Övriga led bildade en mellangrupp. Vad gäller de djupare markskikten utfördes undersökningar 1989. Här avvek K1 tydligt från övriga led genom högre värden.

Analys	Djup\Led	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Daggmask	0-10 cm	319	296	327	246	263	209	105	110
Ureas	0-10 cm	19,9	20,6	27,4	23,4	18,6	17,4	15,5	14,0
	25-35 cm	13,6	11,2	16,6	11,7	14,4	9,0	9,5	8,8
	50-60 cm	6,3	4,7	4,8	3,9	5,3	5,4	4,3	3,7
Markandning	0-10 cm	134,7	122,0	135,3	117,3	110,7	111,0	107,7	105,7
Dehydrogenas	0-10 cm	1025,5	797,0	894,0	770,5	626,5	502,0	537,5	480,0
	25-35 cm	466,5	219,5	346,0	293,5	268,5	246,0	286,0	245,5
	50-60 cm	214	20	72	55	76	22	68	0

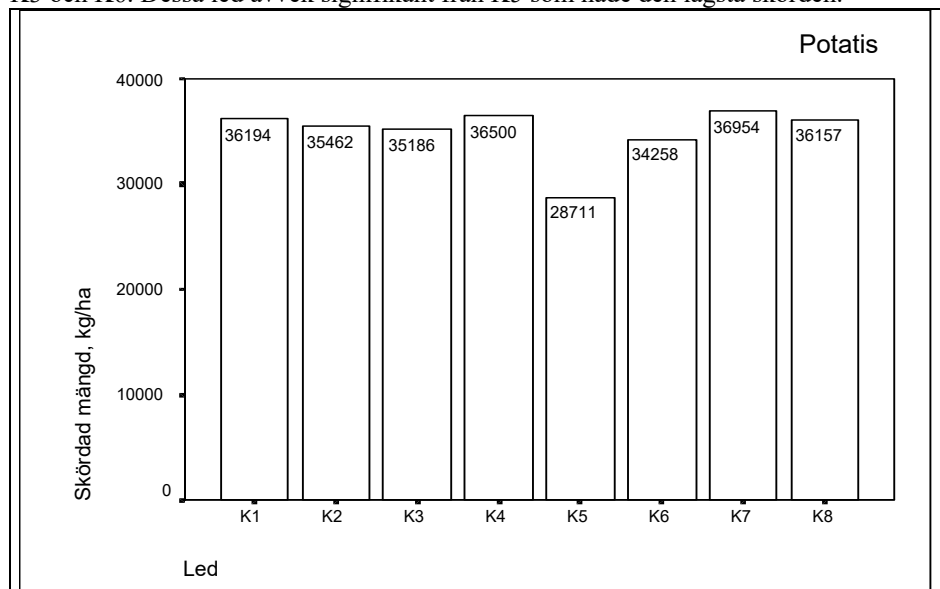
Tabell 18 Medelvärden för några olika mätningar av den markbiologiska aktiviteten

Om man sammanställer de olika mätvärdena för de markbiologiska analyserna till ett relativvärde uppstår den bild som återges i figur 14. K1 och K3 ligger högt i samtliga tre markskikt, medan K2 uppvisar förvånansvärt låga värden framför allt i det djupaste skiktet. Det ogödslade ledet har genomgående relativt höga värden, framför allt i djupare markskikt. I de djupare skikten blir inte heller skillnaden till de mineralgödslade leden så markerad.



Potatis**Skörd**

Skördemängden av potatisknölar visade de högsta värdena i K7 följt av K4, K1, K8, K2, K3 och K6. Dessa led avvek signifikant från K5 som hade den lägsta skörden.



Figur 15 Medelskördar av potatis i de olika försöksleden 1958 - 1989, kg/ha

Potatisskördarna varierade mest i de mineralgödslade leden K7 och K8. De kompostgödslade leden uppvisade en större variation än K3. K4 och K7 gav signifikant högre skörd än K6. K5 uppvisade en signifikant lägre skörd än alla andra led.

Potatisens egenskaper**Bladmögel**

Angreppen av bladmögel i potatis graderades så att först boniterades angreppets styrka på enskilda plantor och sedan på hela raden. Totalt angrepp på en planta fick värdet 10 liksom totalt angripen rad. De två måtten på angreppens styrka multiplicerades sedan med antalet rader. Maximalt värde för angrepp blev därigenom 600 men redan vid 400 slogs blasten av potatisplantorna för att undvika att angreppet spreds. Angrepp av bladmögel uppträdde vid flera tillfällen i potatisgrödan. Ett genomsnitt av drygt 60 graderingar gav följande resultat: Lägst var angreppen i det ogödslade ledet K5 samt i K1. De kompostgödslade leden avvek här signifikant från övriga gödslade led. Intressant här var att de led som gödslats med färsk stallgödsel uppvisade lika stora angrepp av bladmögel som de mineralgödslade leden.

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
94	111	167	173	96	150	152	182
Tabell 19 Medelvärden för bladmögelangreppens storlek. Relativa värden; 100 = medelvärdet för angrepp vid analystillfället							

Antal huvud- och sidostjälkar

Under nio år genomfördes studier av blastens utseende hos potatis. Växtsättet hos de olika försöksleden bedömdes vad gäller antalet huvud - respektive sidostjälkar per potatisstånd. Metoden finns beskriven i Pettersson (1970).

Antalet huvudstjälkar per stånd var tydligt högst i de organiskt gödslade leden K1, K2 och K3. Allra högst var de i de led som gödslades med kompost. Det lägsta antalet huvudstjälkar uppvisade K6 följt av leden K5, K8 och K4. Intressant var att K7 skilde sig från K6 och K8 genom ett högre antal huvudstjälkar.

Antalet sidostjälkar var tydligt högst i K8 följt av övriga mineralgödslade led. K1 avvek här från övriga led genom ett markant lägre antal sidostjälkar. Även K5 hade ett lågt antal sidostjälkar.

Dessa skillnader återspeglades även i potatisblastens växtsätt. De plantor som hade många sidostjälkar fick ett betydligt mera horisontalt riktat växtsätt. Där blasten växte mera utmed markytan.

Sortering och lagring

Vad gäller andelen avrens vid sortering på hösten var den högst i K7 och K8. Övriga led avvek inte så starkt från varandra. Storlekssorteringen visade på vissa skillnader mellan leden. K8 hade den största andelen stora potatisar medan K4 hade den största andelen medelstora. K5 hade större delen av sin potatisskörd i form av de två minsta storlekarna på potatisarna. Mellan övriga led var skillnaderna ej så stor. Den största andelen avrens efter 6 till 7 månaders lagring fanns i K8, K7 och K4 medan övriga led skilde sig obetydligt från varandra. K8 avvek signifikant från K1, K2, K3, K5 och K6 genom en högre andel avrens.

Smak

Smakprovning har utförts av Statens centrala frökontrollanstalt efter där gällande bestämmelserna. Smakprover har bedömts efter kriterierna:

- Potatissmak (5-gradig skala)
- Besksmak (5-gradig skala)
- Jordsmak (5-gradig skala)

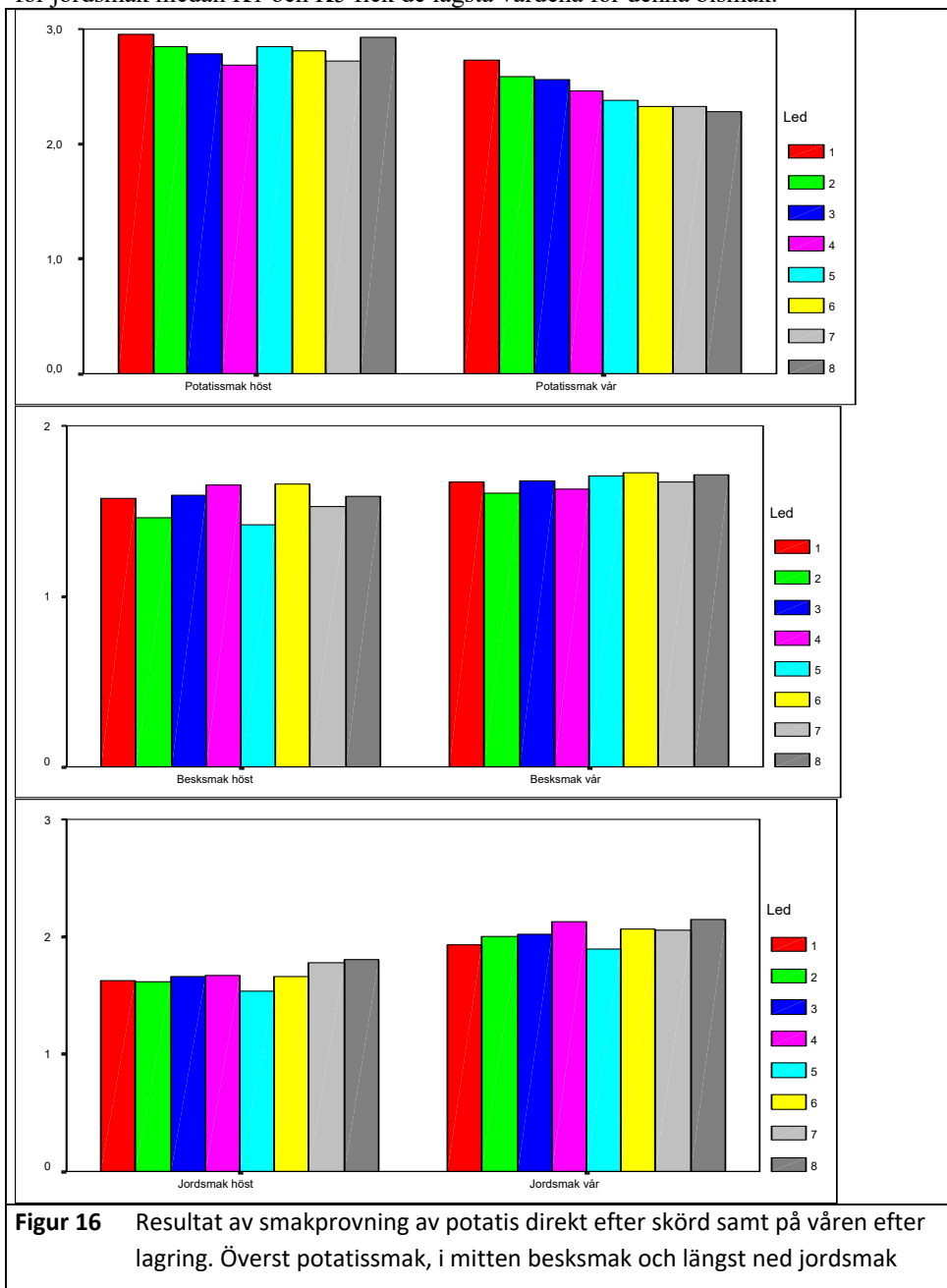
Undersökningarna omfattade såväl prover på nyskördad potatis, höstvärden, som på lagrad potatis, vårvärden. Undersökningar av potatisens smak genomfördes 11 gånger, framför allt under sextiotalet. Resultaten återges i figur 16.

Potatissmak: Den tydligaste potatissmaken direkt efter skörd på hösten återfanns i K1 och K8. Den svagaste i K4. På våren efter lagring hade K8 däremot den sämsta potatissmaken, medan K1 behöll sin tydliga potatissmak från hösten.

Besksmak: K5 och K2 hade det minsta inslaget av besksmak vid höstprovsmakningen. De tydligaste beska bismakerna hade här K6 följt av K4, K3 och K8. K2 behöll sina låga

värden vad gäller besksmak även på våren medan K5 här var det led som hade den tydligaste besksmaken, denna gång tillsammans med K6 och K8.

Jordsmak: På hösten uppvisade de mineralgödslade leden den tydligaste bismaken av jord. De lägsta värden fanns i K5. På våren uppvisade framförallt K4 och K8 höga värden för jordsmak medan K1 och K5 fick de lägsta värdena för denna bismak.



Torrsubstanshalt

Resultaten visade följande ordning mellan leden K5, K6, K1, K2, K3, K4, K7 och K8. K5 avvek genom signifikant högre värden än samtliga övriga led. K8 uppvisade signifikant lägre halter torrsubstans än övriga led och i K7 var halten torrsubstans signifikant lägre än i led K1, K2, K5 och K6. Led K3 hade signifikant lägre värden gentemot K6.

Råprotein

Totalhalten kväve fastställdes genom Kjeldahl - metoden. Halten råprotein beräknades därefter genom schablonvärden. Andelen råprotein sjönk under perioden 1958 - 1970 då analyserna genomfördes. K8 avvek signifikant från övriga led genom högre värden. Ordningen mellan övriga led var K7, K6, K4, K5, K2, K3 och K1. K4, K6 och K7 uppvisade signifikant högre värden än K1, K2, K3, och K5. De mineralgödslade leden skilde sig alltså här tydligt från de organiskt gödslade och framförallt från K1. Halten råprotein var i K1 till och med lägre än i det ogödslade ledet K5.

Andelen renprotein

Andelen renprotein bestämdes i förhållande till mängden råprotein. Värdena anges här som procent av totala mängden råprotein. Höga värden anses som eftersträvarvärda. De högsta värdena fanns i de kompostgödslade leden, allra högst i K2. K8 avvek genom lägre värden. Mellan övriga led förelåg ej några nämnvärda skillnader.

Led	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Råprotein	7,07	7,51	7,30	8,12	7,50	8,26	8,65	10,39
Renprotein	59,1	61,42	57,56	56,54	57,38	56,60	57,74	53,54
Tabell 20 Mätvärden av råprotein samt andelen renprotein i procent av mängden råprotein.								

Fria aminosyror

Mängden fria aminosyror har bestämts i vattenextrakt efter mekanisk finfördelning av växtmassan. Sörensens formalmetod med titrering till pH 8,5 har använts. Metoden visar hur stor halt av aminosyrorna som ej är bundna till proteiner. Låga värden anses positivt. Ordningen mellan leden var K8, K4, K7, K3, K2, K1, K6 och K5. Led K8 avvek signifikant från övriga led genom signifikant högre värden och K5 genom signifikant lägre värden. Även K4 skilde sig signifikant från K6.

Mörkfärgning av extrakt

Bestämningen har utförts med vattenextrakt framställt av finriven växtsubstans. Mätningen av mörkfärgningen, extinktionen, har skett med fotospektrometer vid 530mm och aq.dest. som referens. Första mätningen har skett 2-4 timmar efter extraktberedningens början och upprepats varje dag intill 3 dygn. Metoden speglar den enzymatiska nedbrytningen i potatisen. Låga värden anses positivt. Ordningen i fallande skala var K8, K4, K6, K7, K3, K5, K1 och K2. De kompostgödslade leden skilde sig här tillsammans med K5 från de mineraliskt gödslade leden genom lägre värden. K8 avvek från samtliga övriga led genom signifikant högre värden. Led K4, K6 och K7 låg signifikant högre än K1 och K2.

Extraktupplösning eller extraktsönderfall

Bestämningen utfördes med vattenextrakt av potatis 1:10. Efter framställningen mäts extraktens elektriska ledningsmotstånd vid 20°C. Extrakten förvaras sedan vid denna temperatur och motståndsmätning utförs på samma sätt dagligen, intill dess att ledningsmotståndet inte längre faller. Metoden speglar hastigheten av först den enzymiska och sedan den bakteriella nedbrytningen av extraktet. Låga värden anses eftersträvarvärt. K8 avvek signifikant från övriga led genom högre värden. Ordningen i övrigt mellan leden var K4, K7, K6, K1, K2, K5 och K3. Led K4 uppvisade signifikant högre värden än K3.

Mörkfärgning vävnad

Analysen har fastställts på planskurna knölskivor, 15 mm tjocka. Mätningarna har utförts genom reflektans i fotospektrometer med MgCO₃-block som referens. Som jämförelse tjänar en färskskuren yta från samma knöl. En låg grad av mörkfärgning anses som eftersträvarvärt. K8 uppvisade här de högsta värdena följt av K7, K6, K4, K5, K3, K2 och K1. K8 avvek signifikant från K1, K2, K3, K4, K5 och K6 genom högre värden och K1 från alla led utom K2 genom lägre värden. Led K7 och K6 uppvisade signifikant högre värden än led K2 och K3, K7 var även signifikant högre än K5

Patologitest

Är en metod för att pröva utbredningsresistensen i potatisvävnad mot brunrötesvampen, *Phytophthora infestans*. Efter genomborring av skalet ympas knölarna med en sporsuspension. Knölarna förvaras därefter ca 14 dagar vid 18°C, varefter de skärs upp i två mot varandra vinkelräta plan genom ympningsstället. Medelytan från de båda snitten användes som mått på angreppets utbredning. Låga värden tyder på hög motståndskraft mot svampinfektioner. Under de fyra åren, 1966 – 1969, då denna typ av undersökningar genomfördes uppvisade K1 den bästa motståndskraften mot svampinfektioner. K4 hade den största angreppsgraden följt av de övriga mineralgödslade leden.

Kristallbildsanalys:

Metoden utförs genom att låta organiska extrakt påverka utkristalliseringen av kopparklorid på en glasplatta. För vidare metodik se Pettersson (1970) och Engqvist (1970). Låga värden tolkas som en god kristallbild och anses eftersträvarvärt. Leden ordnade sig enligt följande: K8, K7, K5, K6, K3, K4, K1 och K2. Leden K1 och K2 avvek här signifikant från övriga led genom mindre felenheter i kristallbilden. K8 uppvisade signifikant fler störningar i bilden än övriga led, K7 undantaget.

Kvalitetsindex

Kvalitetsindex enligt Pettersson är ett integrerat värde av resultaten från följande enskilda analyser med relationsvärden inom parentes.

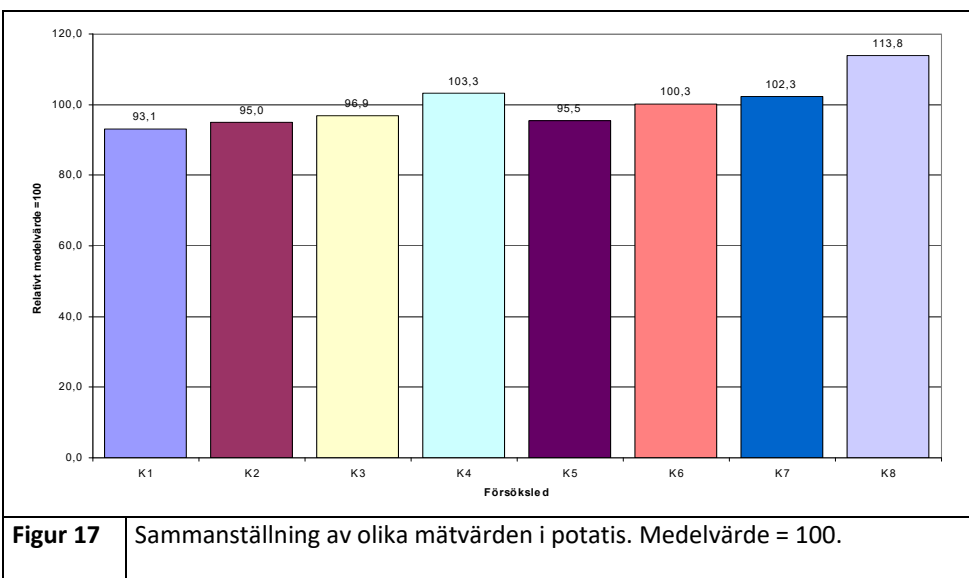
Fria aminosyror, N, mg/100 g ts	(275)
Mörkfärgning av extrakt, E48 *103	(500)
Extraktupplösning, Rd/Ro	(25)

Det erhållna värdet från en enskild metod uttrycks i procent av motsvarande relationsvärde. De tre procentvärdena adderas och summan divideras med 3. Detta medelvärde "vändes" slutligen aritmetiskt kring värdet 100. Det så erhållna värdet betecknas som kvalitetsindex. Höga värden för de tre nämnda egenskaperna kommer att motsvaras av ett lågt värde på kvalitetsindex och omvänt. Höga indexvärden anses motsvara positiva egenskaper. K5 uppvisade det högsta indexvärdet följt av K1, K3, K2, K6, K7, K4 och K8. K8 avvek signifikant från övriga led genom låga värden och K5 genom signifikant högre värden.

En sammanfattning av mätvärdena från de olika försöksleden ges i tabell 21 samt figur 17.

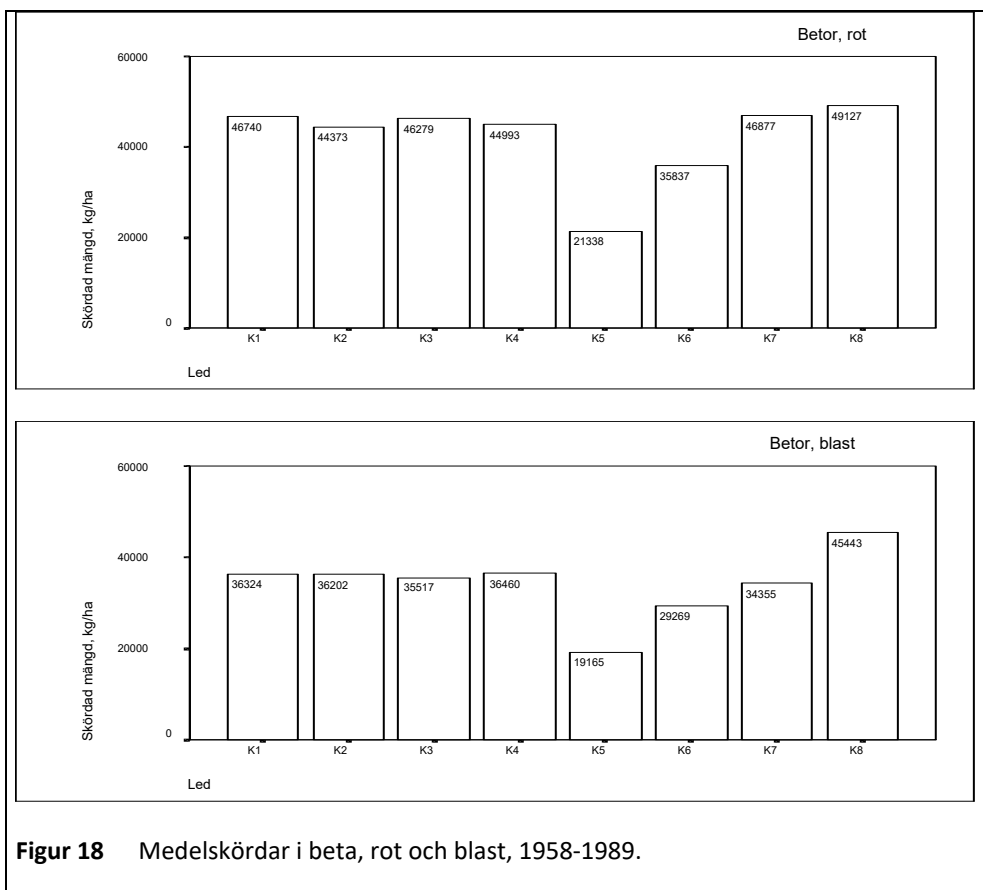
Led								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Fria aminosyror mg/100 g Ts	282,5	288,5	290,3	296,3	250,5	278,7	291,5	355,3
Mörkfärg. Extrakt, E 48	317,3	313,7	329,3	354,9	316,1	351,5	345,9	400,0
Extraktupplösning Rd/Ro	31,9	32,0	30,6	32,8	31,4	32,1	32,4	40,1
Mörkfärg. vävnad, rD	24,9	26,2	26,8	27,6	26,7	28,3	28,9	29,9
Patologi test, mm	377,8	406,0	419,3	504,8	445,3	454,0	459,5	460,0
Kvalitetsindex	100,4	98,9	99,8	94,9	105,5	97,8	96,8	75,8
Kristallbildsvärde, fk-enheter	7,3	7,2	7,6	7,6	7,7	7,6	8,0	8,3
Tabell 21 Mätvärden från olika analyser i potatis								

Om man sammanställer samtliga mätvärden från ovanstående tabell med undantag för kvalitetsindex till ett värde visar sig den bild som framgår av figur 17. Här har medelvärdet för samtliga försöksled vad gäller en viss analysmetod satts till 100. Då samtliga mätmetoder är sådana att ett lågt mätvärde anses eftersträvarvärt innebär detta att ett lågt samlat värde är ett uttryck för mer önskvärda egenskaper hos potatisen.



Betor**Skörd**

K5 och K6 avvek signifikant från övriga led genom en lägre skörd. K8 uppvisade den högsta skördenivån av så väl betor som blast.



K8 hade den högsta skördemängden av betrötter, skillnaden var signifikant gentemot led K2, K3, K4, K5 och K6. Leden K7, K1 och K3 bildade en mellangrupp följda av K4 och K2. Led K6 och framför allt K5 avvek genom signifikant lägre skördenivåer. K8 hade, jämfört med övriga led, den lägsta variationen vad gäller rotskörden och den högsta variationen med avseende på blastskörden. K3 hade en hög variation såväl av rot- som blastskörd.

Skörden av betblast uppmättes under 31 försöksår. K8 hade signifikant högre skörd än övriga led. Det var framförallt under de första åren av försöket som K8 uppvisade relativt

höga blastskördar. Leden K4, och K1 hade signifikant högre skörd än K7, K6 och K5. I led K6 uppmättes signifikant högre skörd än i K5.

Vad gäller rotskördens andel av totalskörden visade K7 den högsta andelen följt av leden K3, K1, K4, K6, K2, K8 och sist K5 med 51% rötter av totalskörden. Led K7 avvek signifikant från samtliga led förutom K3. Led K5 och K8 uppvisade signifikant lägre värden än samtliga övriga led. Den fördubblade mängden kväve som skilde K7 från K8 sänkte andelen rötter i totalskörden med i genomsnitt 5,5 procentenheter.

Betornas egenskaper

Hals-rotbredd

Storleken på bethalsens bredd fastställdes efter skörd genom två vinkelräta mätningar, D_1 och D_2 . Därefter fastställdes storleken på rotbredden genom en mätning d . Kvoten hals-rotbredd beräknades med hjälp av formeln $(D_1 + D_2)/2/d$. Måttet ger ett värde på hur mycket betan svällt i halsområdet. Ju större kvot desto större relativ svällning. K5 hade här den högsta kvoten tillsammans med K1. De mineralgödslade leden hade en lägre kvot än övriga led. Speciellt lågt var värdet för K8.

Lagring

Betorna sorterades efter omkring sex till sju månaders lagring. Betor som ej ansågs möjliga att sälja sorterades bort. Jämförelser av betornas lagrings - duglighet gav endast små skillnader mellan försöksleden. Framför allt K8 uppvisade lagringsförluster. Intressant att notera var att även K5 gav upphov till relativt stora förluster i samband med lagring, nästan i nivå med K8. Led K1 uppvisade de bästa lagringsegenskaperna följt av K4. Mellan de övriga leden fanns inga nämnvärda skillnader.

Torrsubstanshalt

Strax efter skörd bestämdes betornas innehåll av vatten genom torkning. Den substansmängd som blev kvar efter det att vattnet torkats bort fastställdes som betornas torrsubstanshalt. Högsta halten torrsubstans uppvisade K7 följt av K8, K5, K6, K2, K3, K1 och K4. Led K7 avvek signifikant från samtliga övriga led förutom K8.

Råproteinhalt

Halten råprotein är ett mått på mängden totalkväve i grödan i förhållande till mängden torrsubstans. Det antas schablonmässigt att en viss andel av kvävet föreligger som protein. Halten råprotein var tydligt högst i K8. De kompostgödslade leden visade en något högre halt råprotein än de led som gödslats med färsk stallgödsel. Lägsta halten råprotein återfanns i K5. Då mätningar av råprotein i betor endast utförts under de tre sista försöksåren kunde inga signifikanta skillnader mellan leden fastställas.

Extraktsönderfall

Nedbrytningen i en saft från betorna följdes genom att bestämma förändringen av ledningsmotståndet i vätskan. Höga värden anger här en mer nedbruten produkt, det vill säga ett snabbare ekstraktsönderfall. Mätningar av ekstraktsönderfall i betor genomfördes endast två gånger under försöksperioden. Ingen signifikant skillnad kunde påvisas mellan leden. K7, K4 och K8 låg dock över andra led genom ett högt ekstraktsönderfall. De

organiskt gödslade leden avvek genom låga värden på extraktsönderfallet. Allra lägst värden uppvisade K3. K5 hade högre värden än de organiskt gödslade leden.

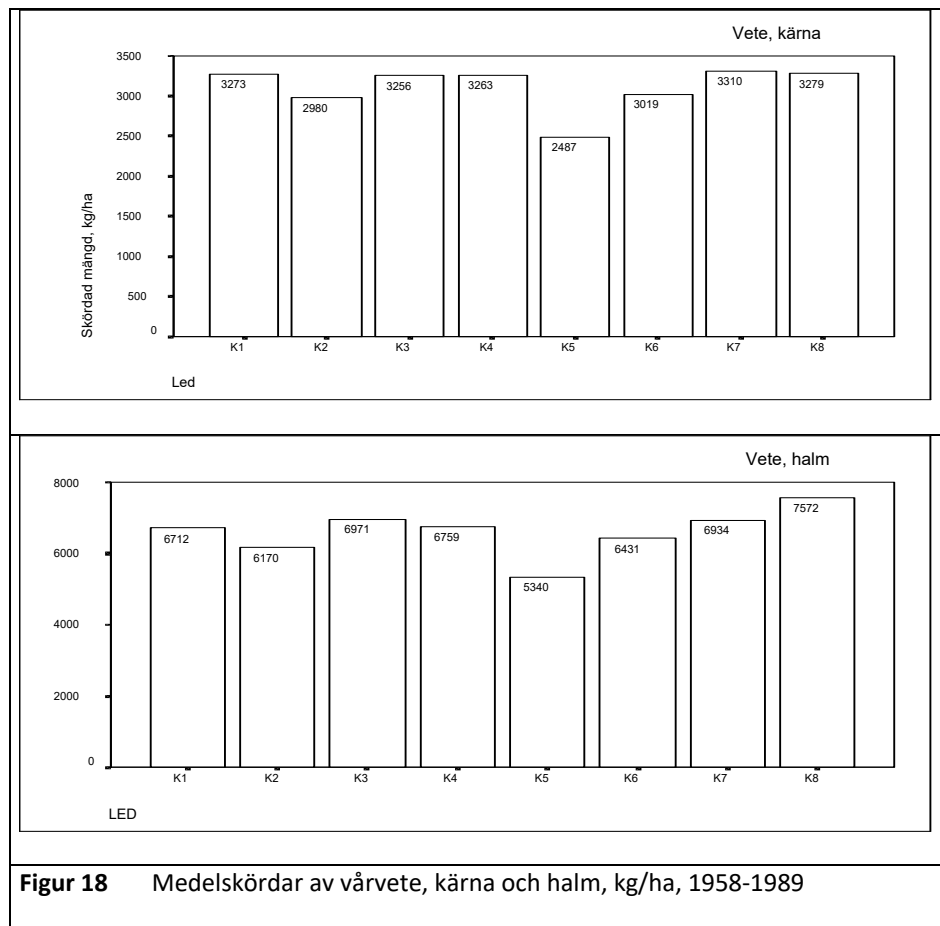
En sammanfattning av några av mätvärdena från undersökningarna av betor framgår av tabell 22.

Led								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Hals-rotbredd	2,73	2,54	2,62	2,43	2,65	2,55	2,50	2,28
Torrsubstans	16,3	16,7	16,6	16,2	16,8	16,7	17,3	16,8
Råproteinhalt	11,3	11,4	11,0	11,0	10,4	10,4	11,3	12,6
Extraktsönderfall	6,4	5,1	4,6	9,1	7,9	7,0	9,9	8,5
Tabell 22 Mätvärden från olika analyser i betor								

Vårvete

Skörd

Leden K5, K2 och K6 avvek signifikant från övriga led genom lägre skördemängder. Mellan övriga led förelåg inga tydliga skillnader. Ordningen mellan leden var; K7, K8, K1, K4, K3, K6, K2 och K5. Den låga skördenivån i K2 är anmärkningsvärd. Skörden av vårvetekärna varierade mest i de mineralgödslade leden, även K4 hade en relativt hög variation. K5 och K3 hade den lägsta variationen. Variationen mellan olika försöksår tycktes öka något mot slutet av försöksperioden.



Halmskörden var högst i K8. K7 och K3 bildade en grupp därnäst följda av K4 och K1. De lägsta halmskördarna fanns i K5. K2 och K6 hade också relativt låga halmskördar. Variationen var högst i K3, följt av leden K6 och K1. K8 avvek signifikant från samtliga övriga led liksom K5. K7, K4 och K3 hade signifikant högre halmskördar än K2, K5 och K6. Led K1 avvek signifikant gentemot K2 genom högre halmskördar.

Andelen kärna av totalskörden var tydligt lägst i K8 som avvek signifikant gentemot samtliga övriga led. Skillnaden mellan de olika leden var dock mycket liten. Ordningen mellan leden var K4, K1, K6, K2, K3, K5, K7 och K8. Den ökade kvävegödslingen i led K8 sänkte andelen kärna i totalskörden med cirka 10 procentenheter i jämförelse med övriga led.

Vetets egenskaper

Strållängd och liggsäd

Strållängden mättes på skördade strån. Andelen liggsäd graderades i fält. När det gäller strållängden avvek två led tydligt från de övriga. Det var K8 med den största strållängden och K5 med den minsta. Skillnaden mellan de övriga leden var obetydlig. Led K8 uppvisade den tydligt högsta andelen liggsäd. K1 och i ännu större utsträckning K3 uppvisade mycket låga värden för liggsäd trots en relativt stor strållängd.

Grobarhet hos kärnor

Vetekärnor får gro, oftast på sandbädd eller på fuktat papper. Antalet grodda kärnor räknas. En så hög grobarhet som möjligt eftersträvas. K1 uppvisade den högsta grobarheten tätt följt av K4. Dessa led avvek signifikant gentemot K5 som hade den lägsta grobarheten. Ordningen mellan leden var K1, K4, K7, K8, K2, K6, K3 och K5.

Andel stora kärnor

Kärnorna sållades. Kärnor över 2 mm bedömdes som stora. Generellt sett eftersträvas stora kärnor. K1 hade den största andelen stora kärnor. Leden grupperade sig här i följande ordning K1, K4, K3, K7, K6, K8, K2 och K5. Signifikanta skillnader kunde ej konstateras.

Tusenkovikt:

Bestäms genom att fastställa den sammanlagda vikten av 1000 kärnor. Generellt eftersträvas höga tusenkornvikter. K3 uppvisade den högsta tusenkornvikten följt av leden K2, K1, K4, K6, K7, K5 och K8. Leden K1, K2 och K3 skilde sig signifikant från led K5, K6, K7, K8 medan led K4 tydligt avvek från led K5, K7 och K8. Led K8 hade signifikant lägre tusenkornvikt än alla andra led förutom K5 och K7.

Volymvikt

Kallas även hektolitervikt. Vikten av en viss volym kärna fastställs i ett speciellt kärl. Höga värden eftersträvas. K1 uppvisade den högsta volymvikten följt av K3, K2, K4, K5, K7, K6 och K8. Mellan K1 och K3 å ena sidan och K6, K7 och K8 å den andra sidan fanns en signifikant skillnad. K8 avvek genom signifikant lägre volymvikter gentemot alla led, K6 undantaget.

Torrsubstanshalt

Skillnaderna mellan leden var små. Signifikanta skillnader kunde konstateras endast mellan K1 och K3 samt mellan K1 och K8. Led K3 hade den högsta torrsubstanshalten följt av K8, K7, K6, K4, K5, K2 och K1.

Falltal

Falltal betecknar det antal sekunder som en speciellt utformad stav behöver för att falla en bestämd sträcka i en mjöl - vattensuspension av säd som under omrörning uppvärmts till kokpunkten. I falltalsvärdet ingår även de 60 sekunder som utgör uppvärmnings - och rörtid. Höga värden eftersträvas normalt för falltalet i vete, åtminstone inom den storleksordning på mätvärden som här uppmättes. Högsta värdena uppvisade K6 följt av leden K2, K7, K5, K3, K1, K4 och K8. Led K8 avvek signifikant från led K6, K2 och K7. Skillnaden mellan led K6 och K4 var också signifikant.

Glutenhalt

Glutenhalten är av betydelse för mjölets bakegenskaper. Höga värden är därför önskvärda. Den ökande andelen glutenallergiker har dock gjort att glutens betydelse vid bedömningen av vetets egenskaper nedvärderats. K8 uppvisade högsta värdet av torrgluten följt av K1, K6, K4, K2, K7, K3 och K5. Skillnaderna mellan K8 och K2, K3, K4, K5 och K7 var signifikanta. K5 avvek dessutom signifikant från K1. Vad gäller våtgluten grupperade sig leden i följande ordning: K8, K2, K1, K6, K4, K3, K7, och K5. Led K8 hade signifikant högre halt av våtgluten än övriga led. K2 avvek signifikant från alla led utom K1. Led K5 hade signifikant lägre halter våtgluten än övriga led medan K1 låg signifikant högre än K3 och K7.

Extraktupplösning eller extraktsönderfall

Har utförts med vattenextrakt av säd 1:25. Metoden mäter extraktets motståndskraft mot nedbrytning. Låga värden motsvarar god motståndskraft. Inga led avvek signifikant från varandra. K8 uppvisade högsta värdena följt av K4 och K3. Övriga led låg relativt jämt.

Fria aminosyror

Metoden mäter den del av aminosyrorna som inte är inlemmade i proteiner. Låga värden är att föredra i mogna produkter. K8 uppvisade högsta värdet följt av K6, K1, K7, K3, K2, K5 och K4. K8 avvek signifikant från alla led, förutom K6. Led K4 hade signifikant lägre värden också gentemot K1, K6 och K7. Led K5 hade också lägre värden än K1 och K6

Råprotein

Halten råprotein bestäms genom schablonvärden med hjälp av kväveinnehållet. Metoden ger ett grovt mått på kvävemängden men säger ingenting om i vilken form kvävet föreligger i grödan. K8 hade den tydligt högsta halten råprotein, därefter följde i tur och

ordning K2, K4, K1, K3, K6, K7 och K5. Leden K8 och K5 avvek som polariteter signifikant ifrån samtliga övriga led. K2 skilde sig signifikant från K7.

Kristallbild

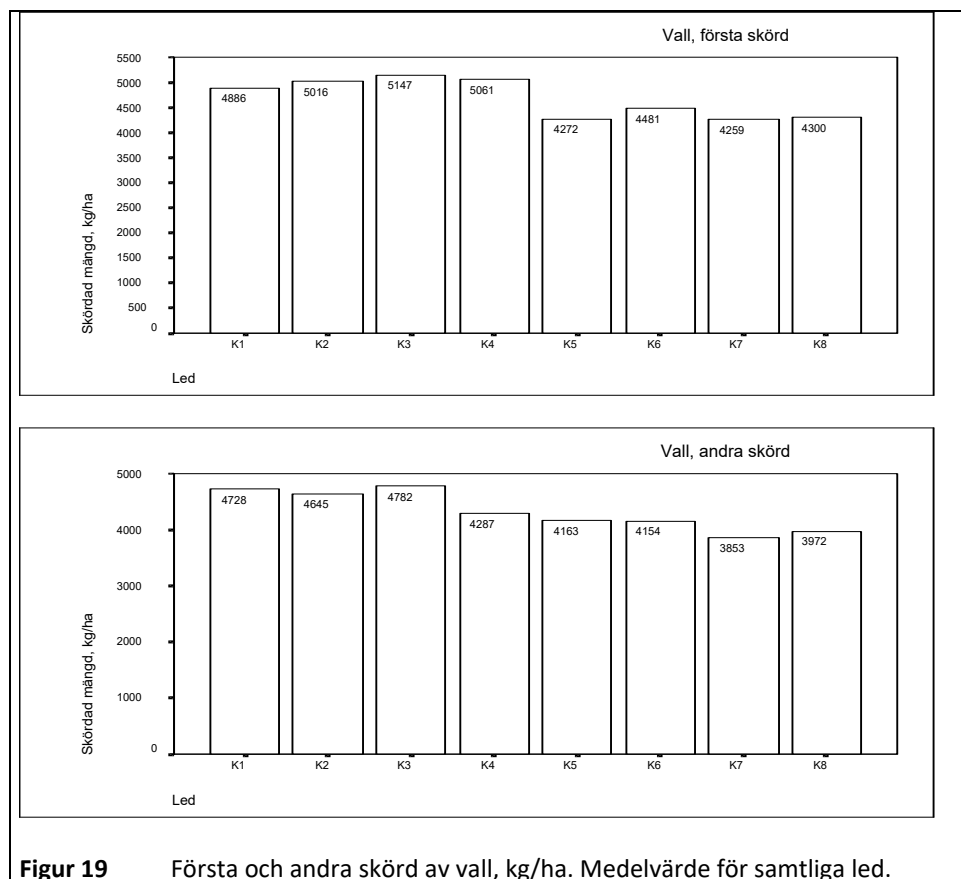
Kristallisationsprov utförs genom att låta organiska extrakt påverka utkristalliseringen av kopparklorid på en glasplatta. För vidare metodik se Pettersson (1970) och Engqvist (1970). Låga värden tolkas som en god kristallbild och anses eftersträvasvärt. Kristallbildstest genomfördes för få år för att ge säkra värden. En tendens fanns till större antal felenheter i bilderna från K8 och K5. Led K1 och i viss mån K4 hade relativt få felenheter i bilden.

En översikt av olika mätvärden ges i tabell 23.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Strållängd, cm	75,2	72,5	77,3	73,4	68,3	75,6	78,2	80,3
Liggsäd, %	9,2	9,3	5,3	10,1	3,6	8,4	9,4	27,9
Falltal, sekunder	223,5	206,7	215,9	220,9	213,5	225,3	224,1	192,6
Vätgluten, %	25,7	26,8	23,7	25,0	21,3	25,2	24,4	28,6
Torrgluten, %	10,4	9,9	9,5	10,0	9,1	10,2	9,8	11,3
Fria aminosyror, mg/100 g Ts	36,4	34,6	34,8	33,9	33,9	36,6	36,5	38,3
Råprotein, %	13,4	13,7	13,3	13,5	12,1	13,1	12,9	14,4
Kristallbild, fk-enheter	4,5	5,0	5,1	4,8	5,4	5,2	5,2	5,7
Tabell 23 Medelvärden för olika mätningar i vårvete								

Vall**Skörd**

Vallen lämnades ogödslad i alla led med undantag av första försöksåret. Grödan fick i stället försörja sig på den näring som redan fanns i marken samt på kvävefixering via baljväxterna i vallgrödan. Tendensen var att de organiskt gödslade leden hade en något högre skördenivå än övriga led. Högst skörd visade K3 följt av leden K4, K2, K1, K6, K8, K5 och K7. Led K3 hade en signifikant högre skörd än övriga led, K4 och K2 undantagna. Dessa led och K1 hade i sin tur signifikant högre skörd än K5, K6, K7 och K8.



Figur 19 Första och andra skörd av vall, kg/ha. Medelvärde för samtliga led.

Den högsta skördemängden hos andra skörden fanns i leden K1, K2 och K3. Dessa led avvek signifikant mot övriga led, K4 undantaget. De mineralgödslade leden gav här liksom vid första skörden de lägsta skördemängderna. K7 avvek genom lägre skördar gentemot samtliga led förutom K8. K8 hade den högsta skördevariationen i vallen såväl vad gäller första som andra skörd. Vid första skörden låg även K6, K3 och K1 högt medan det vid andra skörden var K7, K1, K2, och K3 som jämte K8 hade en hög variation i skördenivåerna

Vallens egenskaper

Övervintring

Under sex år graderades övervintringen efter insåningsåret. Övervintringen bedömdes för fyra olika grödor i vallen; alsikeklöver, rödklöver, ängsvingel och timotej. Graderingen gjordes rad för rad. Mätningarna har här räknats om till % av fullt bestånd för varje enskild gröda. Höga värden på övervintringen är önskvärda. K8 hade genomgående den sämsta övervintringen av alla led. Speciellt klöverarterna klarade sig dåligt i detta led. Den högsta övervintringen återfanns i K3 och K6. K5 visade en god övervintring av framför allt klövern. Detsamma gällde även K2 och K3 om än i mindre utpräglad grad. Hos K6, K3 och K4 övervintrade gräsen starkt.

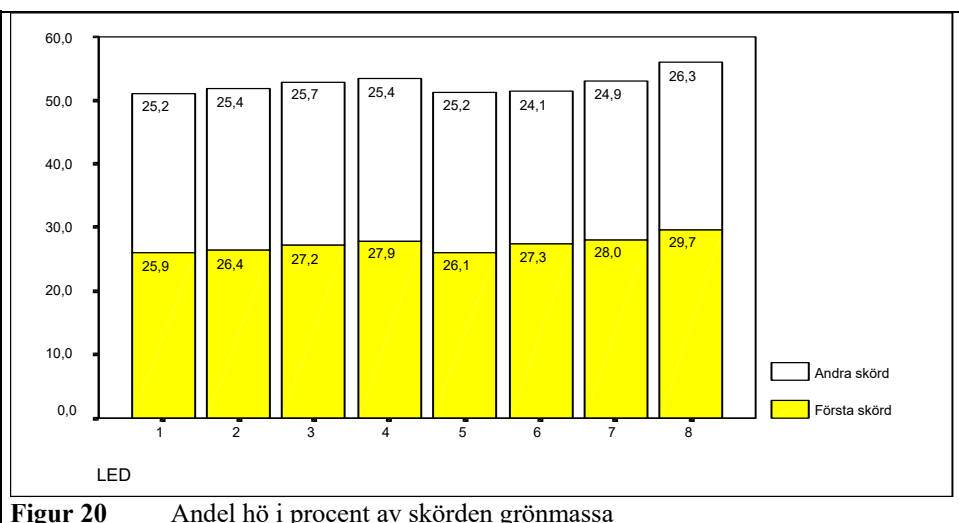
	Led							
Övervintring av	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Alsikeklöver	28	33	30	26	31	27	24	22
Rödklöver	19	23	23	20	27	20	20	25
Ängsvingel	39	38	38	41	26	36	29	31
Timotej	15	23	37	39	31	36	31	28
Tabell 24 Övervintringen av olika grödor i vallen i procent av fullt bestånd.								

Grönmassa

I första skörden fanns de högsta skördarna av grönmassa i de organiskt gödslade leden. Sedan avtog skördemängderna stegvis till K8 som hade den lägsta skörden av grönmassa såväl vid första som andra skörd. I andra skörd var skillnaderna mindre. K6 låg här i nivå med skördarna i de organiskt gödslade leden.

Andel hö per kg grönmassa

Försöksleden skilde sig en aning åt vad gäller hur mycket hö som ett kilo grönmassa gav. K8 hade den högsta andelen såväl i första som i andra skörd. I andra skörden var skillnaderna mindre.



Figur 20 Andel hö i procent av skörden grönmassa

Botanisk sammansättning

Vallgrödan analyseras vid skörd med avseende på andelen av de ingående vallgrödorna. Den botaniska analysen vid första respektive andra skörden gav tydliga skillnader mellan leden. Vid första skörden återfanns den största andelen gräs i K4 och K8. Dessa led avvek signifikant från övriga led, K7 undantaget. K1 hade en gentemot alla mineralgödslade led signifikant låg andel gräs. Den högsta andelen baljväxter fanns i K5 och K1. I K5 var andelen rödklöver signifikant högre än i övriga led. Även K6 låg här mycket högt. K1 hade den högsta andelen klöver av de kraftigt gödslade försöksleden. I K1 var det dock lucernen som var mest framträdande. K1 hade signifikant högre andel lucern än led K4, K6, K7 och K8. Detta förhållande var ännu tydligare i andra skörden då K1 hade signifikant högre lucernandel än alla övriga led, K2 undantaget. K5 hade en mycket hög andel rödklöver i andra skörden. I detta avseende avvek K5 signifikant från alla övriga led. Också K6 hade en hög andel rödklöver i andra skörden och skilde sig genom detta signifikant från leden K3, K4 och K8. Intressant att notera var den relativt låga andelen baljväxter, framför allt lucern, i K3. Hög andel gräs fanns i de mineralgödslade leden K8, K4 och K7. Led K8 hade signifikant högre gräsandel än K1, K2, K5 och K6.

Led	Första skörd								Andra skörd							
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Gräs	33	36	39	48	35	41	45	48	23	28	28	32	20	27	31	41
Klöver	28	28	24	23	36	32	28	22	22	20	34	25	60	45	46	32
Lucern	18	16	13	11	12	9	11	9	49	46	24	22	13	22	18	22
Ogräs	18	16	16	18	14	16	14	18	7	7	11	12	8	8	5	6

Tabell 25 Andelen av olika grödor vid botanisk analys i vall.

Torrsubstanshalten

Mätningarna i första skörden uppvisade endast små skillnader mellan leden. K8 hade den högsta och K5 den lägsta torrsubstanshalten. Mellan dessa led var skillnaden signifikant. Övriga led låg jämnt däremellan i ordningen K8, K4, K3, K7, K2, K6, K1 och K5. Troligen var skillnaderna mellan K8 och K5 resultatet av olikheter i den botaniska sammansättningen snarare än av skillnader i de enskilda plantornas fysiologi.

Råproteinhalt

Vad gäller råprotein hade K2 de högsta värdena följt av K1, K5, K3, K4, K6, K7 och K8. Möjligen var de höga värdena en återspeglning av den höga andelen baljväxter i dessa led. De mineralgödslade leden hade den tydligt lägsta halten råprotein. K2 skilde sig signifikant från K6, K7 och K8. Led K1 avvek signifikant från K7 och K8 medan K5 hade signifikant högre värden än K8.

Kvävemineralisering och förfruktsvärde

För att studera mängden mineraliserat kväve och dess förändringar i marken togs prover i nivåerna 0-30 cm varannan vecka från sådd till skörd. Bestämningar gjordes av mängden nitrat och ammoniumkväve. Kvävemängderna omräknades sedan till kg kväve per hektar. Grödan klipptes samtidigt i längder på 2*50 cm i såraden för bestämning av upptagen mängd kväve. Mängden total kväve i grödans ovanjordiska del multiplicerades med en faktor på 1,33 för att få ett mått på totala kväveinnehållet vid ett antaget kväveinnehåll i rötterna motsvarande 25% av grödans totala kväveinnehåll. Metoder för provtagningar och analyser i mark och av gröda har skett i enlighet med vad som tillämpats i tidigare studier av kväveförsörjningen inom ekologiskt lantbruk (*Granstedt, 1990*). Mineraliseringstillskottet för hela växtodlingsperioden i respektive led beräknades enligt formeln: *Totalkväve i grödan + mineralkväve i marken vid skörd - mineralkväve i marken vid sådd - tillfört mineralkväve = mineraliseringstillskott.*

Vid de morfologiska undersökningarna 1990 skördades 50 plantor slumpmässigt över hela försöks-parcellen. Därefter uppmättes bladlängd, bladbredd, bladslidans längd, strållängd, längd av de övre internoderna på strået, axbasens avstånd från flaggbladet, axlängd samt antal kärnvåningar per ax.

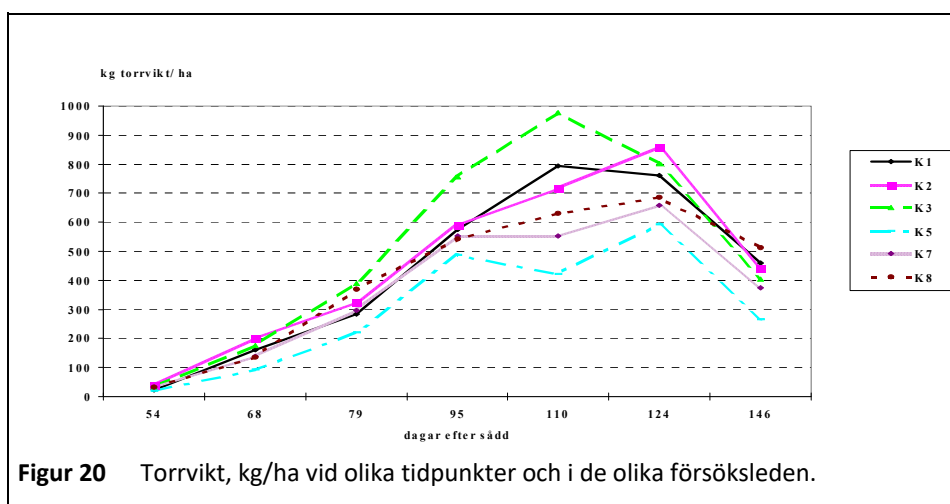
Mätningar genomfördes 1989 inom ramen för den ordinarie försöksuppläggningsen. 1990 såddes vårvete över hela försöksfältet vilket gjorde det möjligt att även studera eventuella förfruktseffekter. Båda åren gödslades endast K7 och K8.

Försöksåret 1989

Vädret var något varmare än normalt under maj, juni var något svalare och nederbördsrikare än genomsnittet. Juli var mycket torr men ej så varm medan augusti var normal både vad gäller nederbörd och temperatur. September var torr.

Sådden av vårvete skedde den 26/4. Då uppkomsten var mycket ojämn gjordes omsådd den 11/5. D-parcellerna i K1, K2, K3, K5, K7 och K8 studerades. Förfrukten i alla led var betor. K1 och K2 hade de föregående åren gödslats med 1987 111 kg/ha och 1988 med 289 kg N/ha. K3 hade 1987 gödslats med 158 kg N/ha och 1988 med 219 kg N/ha. K7 hade både år 1987 och 1988 fått 100 kg N/ha och K8 hade både år 1987 och 1988 gödslats med 200 kg N/ha. Betskornden hade i alla led 1988 legat över medelvärdet utom i K5 som hade en mycket låg betskörd.

Figur 20, på nästa sida, visar ökningen av torrvikten i grödan i de olika leden. Som framgår hade K3 den kraftigaste tillväxten och K5 den svagaste. K8 uppvisade relativt svag tillväxt. Fram till provtagningen 79 dagar efter skörd tillväxte plantorna i alla led relativt kontinuerligt och likartat. Mellan provtagningen dag 95 och dag 110 minskade torrvikten i K5. Även K7 hade här en svacka och i viss mån också K8. I de organiskt gödslade leden uppmättes här på en betydligt högre mängd torrsvikt. K2 skilde sig från övriga led genom att tillväxten där fortsatte aningen längre. Minskningen i torrsvikt vid sista mättillfället beror troligen på nedvisnande av bladmassan.

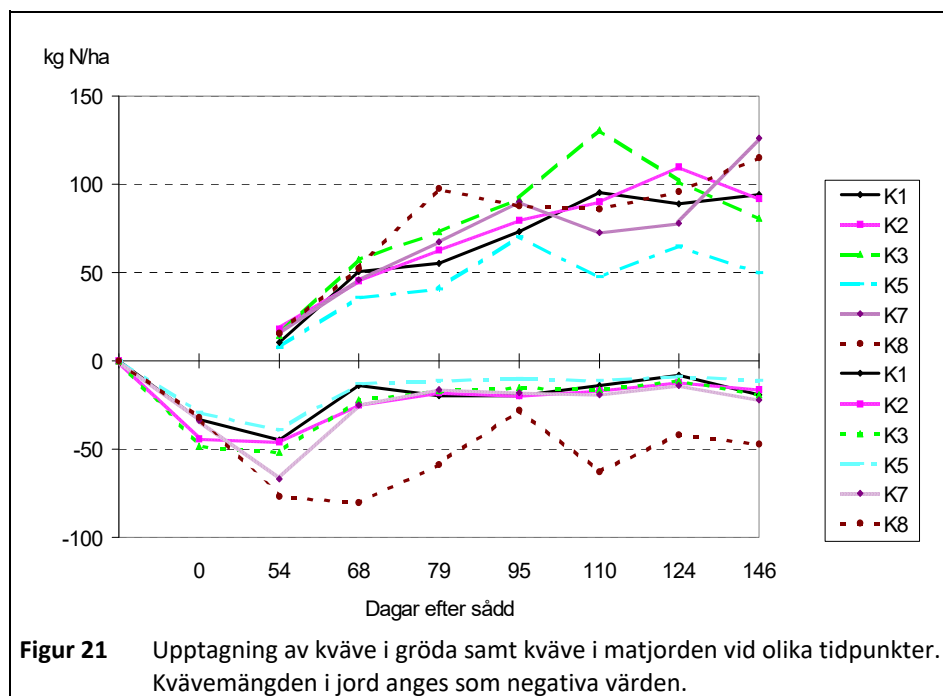


Mängderna av mineralkväve i mark och gröda framgår av figur 21, på nästa sida. I K2 och K3 uppmättes något högre utgångslägen vad gäller halten av kväve i marken vid sådd.

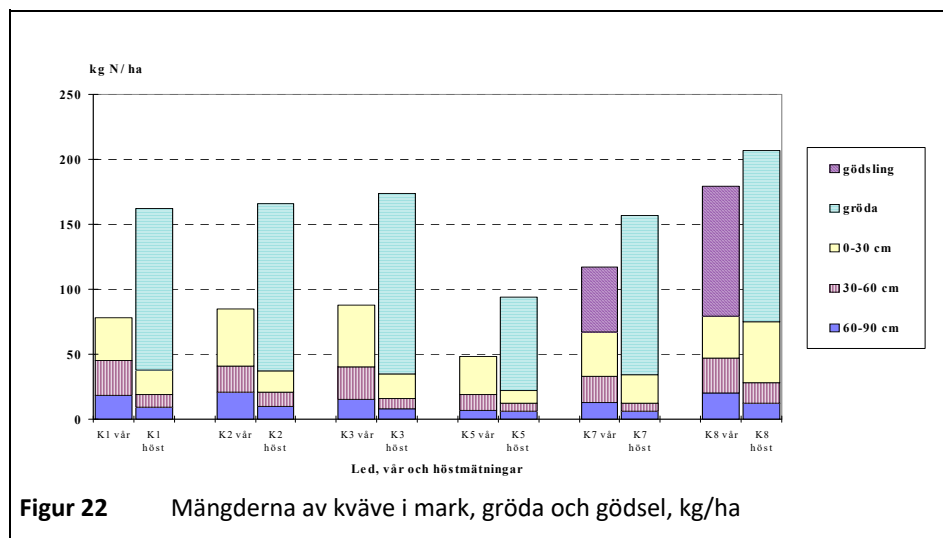
Kvävemängden ökade i alla led fram till 54 dagar efter sådd. Därefter skedde en drastisk minskning av mängderna mineralkväve i matjorden i alla led, utom K8. I detta led inträdde en minskning först efter mätningen 68 dagar efter sådd. Förseningen kan möjligen ha berott på ett angrepp av fritfluga som var speciellt kraftigt i K8. Måhända kan detta angrepp även sättas i samband med den ökning av halterna markkväve i K8 som kom till synes mellan dag 98 och dag 112 efter sådd. Mineraliseringen av kväve i marken var i K8 då återigen större än upptagningen i grödan. Också i K7 och K5 kom en lägre kväveinlagring till synes under perioden mellan 95 dagar och 124 dagar efter sådd. Kanske kan en del av förklaringen till detta sökas i de torra väderleden under juli.

Under senare delen av odlingssäsongen ökade åter kvävemängden i K7 och K8. Under denna period ökar såväl mängderna mineralkväve i mark som mängden kväve i gröda. De mineralgödslade leden reagerade här annorlunda än de organiskt gödslade. Där steg kvävemängden i grödan ända fram till mellan den 110:e och den 124:e dagen för att sedan minska fram till skörd. Mängden kväve i mark var däremot relativt konstant fram till provtagningen 124:e dagen efter sådd. K5 hade den minsta stegringen av mängden mineralkväve i marken strax före skörd. Denna period bör grovt ha sammanfallit med inlagringen av kväve i kärnan.

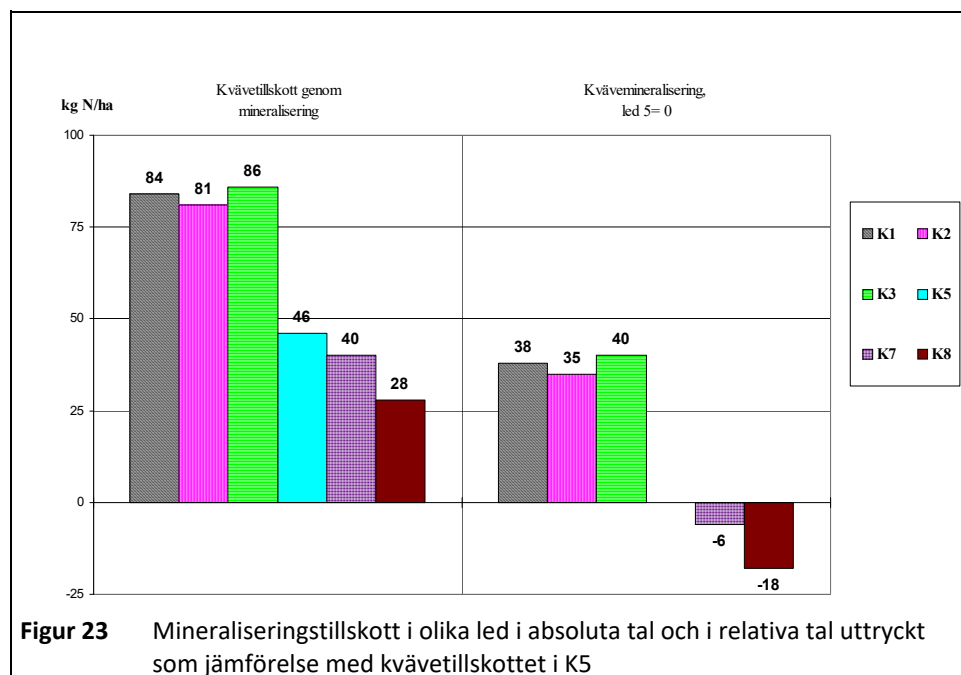
Mängderna kväve i marken steg i samtliga led i samband med de sista provtagningarna. Detta berodde säkerligen på att rotsystemet tillbakabildades och bröts ned samt på att grödans upptagning av kväve var mycket måttlig samtidigt som mineraliseringen i marken fortsatte om än i begränsad omfattning. Fram till skörd kunde mängden mineralkväve i marken i K8 ej utnyttjas helt och hållet. I K5 kunde mineraliseringen ej kompensera för avsaknaden av kvävegödsling. Detta skedde däremot i K1, K2 och K3.



Figur 22 återger mineralkvävevärdena i marken ned till 90 cm djup vid provtagningar vår och höst (inklusive tillfört mineralkväve i K7 och 8) samt totalkväve i grödorna vid skörd. Differensen mellan vår- och höstvärdena beräknades som mineraliseringsstillskott under vegetationsperioden.



Mineraliseringstillskotten som framgår av figur 23, var ungefär dubbelt så höga i de organiskt gödslade leden K1, K2 och K3 jämfört med det ogödslade ledet K5. I K8 var mineraliseringstillskottet betydligt lägre. Om K5 antas visa markens egen mineraliserings-potential så synes förluster eller imobilisering av mineraliskt kväve ha skett i K8 motsvarande 18 kg N / ha.



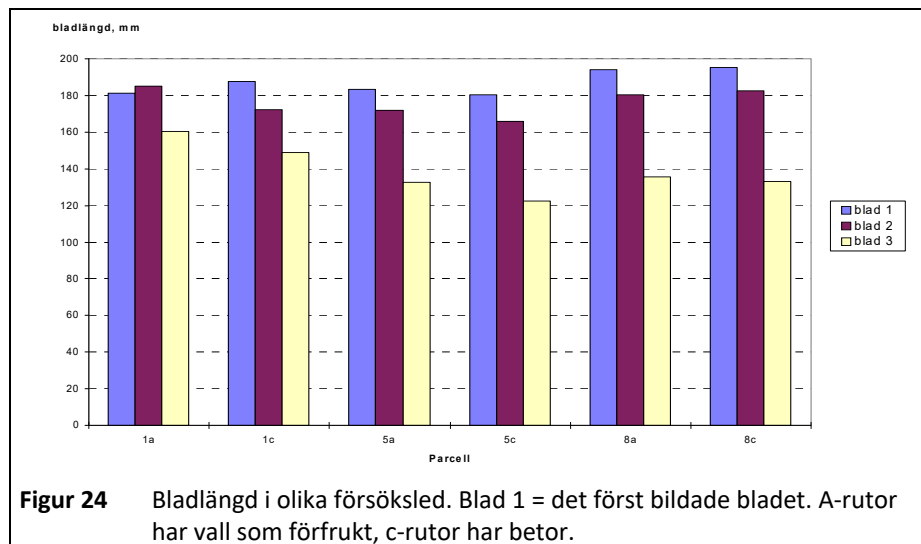
De erhållna resultaten tyder på att en mineraliseringspotential har byggts upp i de organiskt gödslade leden som trots avsaknad av mineralgödsling gav samma kväveskörd som de konventionella, mineralgödslade, leden.

Försöksåret 1990

1990 såddes vårvete över hela försöksfältet. A-rutorna hade 1989 haft vall som gröda, b-rutorna potatis, c-rutorna betor och d-rutorna vårvete med insådd. Väderleken var varm och relativt torr i maj och juni medan juli var mycket regnig och sval. Augusti och september var relativt torra och normalvarma. Sådden skedde 24/4, grödan utvecklades normalt så när som på att vallinsådden misslyckades. Den 29/5 befann sig vetet i bestockningsfas, den 5/6 i begynnande stråskjutning, den 24/6 i begynnande axgång och den 9/7 i blomning. Vid provtagningar den 25/7, 8/8 samt 22/8 bedömdes vetekärnorna vara i mjölmognad, degmognad respektive gulmognad. Grödan skördades den 5/9. Vallen 1988 i b-parcellerna var mycket fattig på baljväxter. I K8 förekom inga baljväxter alls vare sig i första eller andra skörd av vallen. I detta led hade vårveteskördarna varit mycket låga såväl 1988 i a-parcellen som 1989 i d-parcellen.

*Morfologiska undersökningar**Provtagning 1990-05-29*

Skördeproverna uppvisade ganska små skillnader mellan olika typer av gödsling vad gäller bladlängden. K5 hade genomgående de kortaste bladen. Det finns en tendens att blad 1 var längst i K8. I viss mån blad 2 men framför allt blad 3 var längst i K1. Den totala bladlängden var störst i K1. Detta kan tyda på att utvecklingen var snabbast i K1 och tillväxten kraftigast i K8. Skillnaderna mellan olika förfrukt var små. I såväl K1 som K5 var bladlängden störst med vall som förfrukt. Tendensen till detta var tydligast i blad 2 och 3, vilket kan tolkas som tecken på en snabbare utveckling i dessa rutor. Resultaten återges i figur 24.

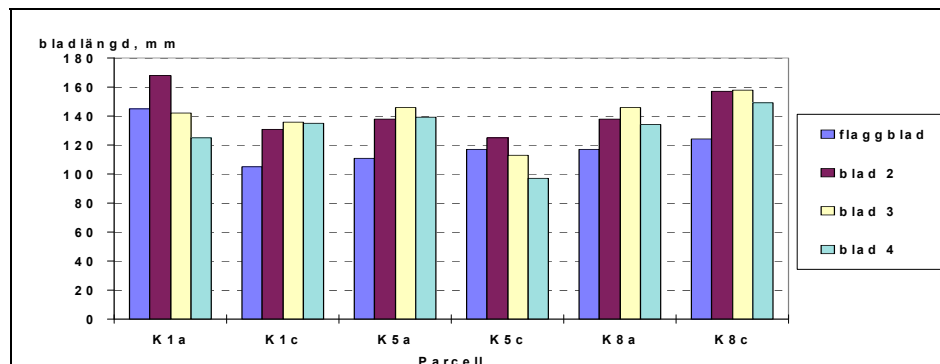
*Provtagning 1990-06-15*

Den största bladlängden uppvisade K1 och den lägsta K5. Detta gällde såväl för enskilda blad som totalt. Tendensen från den 29/5 att vall som förfrukt skulle ge större bladlängd bibehölls här endast i K5. Skillnaden mellan a- och c- rutor var i detta led omkring 25%, räknat på den totala bladlängden. Hos de båda övriga gödselleden hade rutorna med fodersockerbetor som förfrukt genomgående givit upphov till större bladlängder än a-rutorna. Skillnaderna mellan a- och c-rutor tenderade att vara större i blad 3 än i blad 1 samt större i K8 än i K1. Detta kan tolkas som om utvecklingen hade gått något snabbare samt tillväxten varit något kraftigare i parcellerna med betor som förfrukt i K1 och K8. I K5 var det parcellen med vall som förfrukt som erbjöd de bästa betingelserna för såväl utveckling som tillväxt.

Provtagning 1990-07-19

Längden av de fyra översta bladen avvek svagt från varandra i de olika gödslingsleden. Den största totala bladlängden uppvisade K8, den lägsta K5. Plantorna i K1 hade de längsta flaggbladen samt även de längsta blad 2. Speciellt blad 2 var, i a-rutorna, mycket

långa och avvek kraftigt från de övriga bladen. K8 hade de tydligt längsta blad 3 och blad 4, framför allt i c-rutorna. Detta kan vara ett tecken på mer vegetativa betingelser i K1 i a-rutorna med vall som förfrukt och mer vegetativa betingelser i K8 vad gäller rutorna med betor som förfrukt. Plantorna i K1 och K5 nådde den största totala bladlängden i a-rutorna medan plantorna i K8 hade den största bladlängden i c-rutorna. I K1 var flaggblad, blad 2 samt blad 3 längre i a-rutan än i c-rutan medan blad 4 var längre i c-rutan.



Figur 25 Bladlängd i olika försöksled. Bladen räknade i ordning från axet. A-rutor har vall som förfrukt, c-rutor har betor.

Måhända var detta ett tecken på att betingelserna tidigare under säsongen när blad 4 växte till var mer vegetativa i c-rutan medan det sedan rätt en starkare tillväxt i a-rutan i K1. I K5 var blad 2, 3 och 4 längre i a-rutan medan flaggbladet var något längre i c-rutan. Plantorna i K8 hade genomgående längre blad i c-rutan. Om den totala bladlängden sättes till 100 så framgår de olika bladens relativa andel av tabell 25.

Led	Förfrukt	flaggblad	blad 2	blad 3	blad 4
K1a	Vall	25	29	25	21
K1c	Betor	21	26	27	27
K5a	Vall	21	26	27	26
K5c	Betor	26	28	25	21
K8a	Vall	22	26	27	25
K8c	Betor	21	27	27	25

Tabell 26 Olika blads relativa andel av totala bladlängden vid olika former av gödsling, värden angivna i % av total bladlängd för samtliga fyra blad.

K8 skilde sig inte nämnvärt mellan rutorna med olika förfrukt. Då tillväxten totalt var större i c-rutan i detta led kan detta tolkas som om utvecklingen varit likartad i bägge förfrukterna medan tillväxtpotentialen varit större med betor som förfrukt. Den relativt ringa andel som flaggbladen utgjorde av den totala bladlängden i K8 kan tolkas som om tillväxtpotentialen tömts och att plantan i stället byggde upp sin kärnskörd genom omlagring. K1 och K5 var varandras spegelbilder. I K1 var flaggbladets och andrabladets andel hög i a-rutan och lägre i c-rutan. Hos K5 var det tvärtom. Det tycktes som om tillväxtbetingelserna i K1 varit sådana att plantorna i rutan med vall som förfrukt starkare

kunde fortsätta tillväxten av även de senare utvecklade bladen. De vegetativa betingelserna tycks alltså ha räckt längre in i säsongen i rutan med vall som förfrukt. I K5 tycktes betingelserna ha varit annorlunda. Tillväxten i rutan med betor som förfrukt var mycket låg men den tycktes ha pågått långt in i odlingssäsongen. Detta visade sig i den relativt stora andel av den totala bladlängden som flaggbladet utgjorde. Den lilla tillväxtpotential som fanns i c-rutan utnyttjades alltså främst av de sist bildade bladen. Bladens bredd varierade förhållandevis mycket inom försöksrutorna. Detta försvårade säkra iakttagelser. Plantorna i parcell K1a tenderade att ha de bredaste bladen följt av K5a och K8c. De smalaste bladen fanns i K5c. Skillnaden mellan a- och c-rutor var relativt tydlig. A-rutorna hade de bredaste bladen i K1 och K5 medan bladen var bredast i c-rutan i K8. Intressant nog återfanns de tydligt bredaste flaggbladen i parcell K5a. Flaggbladen i denna ruta var alltså relativt korta och breda.

Den totala längden hos bladslidorna var störst hos K1 och K8. Skillnaden dem emellan var små medan däremot K5 genomgående hade kortare bladslidor. I K1 och K5 var bladslidorna tydligt längre i a-rutorna. I K8 var det c-rutans plantor som hade de längsta bladslidorna. Vad gäller flaggblad och blad 2 fanns de längsta bladslidorna i parcell K1a medan de längsta bladslidorna hos blad 3 och 4 fanns i ruta K8c.

Det längsta strået hade genomsnittsplantan i K1 medan strå längden i K5 och K8 i stort sett var lika. Återigen var det a-rutorna i K1 och K5 samt c-rutan i K8 som uppvisade den största tillväxten. Det längsta strået uppvisade parcell K8c det kortaste parcell K8a. Om stråets totala längd sätts till 100 så framgår de olika internodernas andel av tabell 27.

Parcell	Förfrukt	Internod nummer					Strå längd mm
		1	2	3	4	5-	
K1a	Vall	47,3	23,5	11,9	6,2	11,1	782
K1c	Betor	45,2	23,8	13,1	8,7	9,6	742
K5a	Vall	45,2	24,2	12,5	6,0	12,1	742
K5c	Betor	50,7	21,3	11,3	7,7	7,4	708
K8a	Vall	49,0	22,6	13,3	7,7	7,4	665
K8c	Betor	43,5	24,0	13,4	8,5	10,6	797
Tabell 27 Total strå längd i mm samt de olika internodernas andel av strået i %.							
Internod i år närmast under axet							

Intressant att notera var förhållandet mellan de olika internoderna i de två parcellerna inom K8. Plantorna i parcell K8c, med betor som förfrukt, hade en större del av sitt strå i de tidigast bildade internoderna medan parcell K8a hade en mycket stor andel i internoden direkt under axet. Återigen uppträdde K8 här som spegelbilden av K1 och K5. I dessa led var det nämligen plantorna från parcellen med vall som förfrukt hade en relativt stor andel av sitt strå i de basala delarna. Däremot fanns det en skillnad mellan K1 och K5 vad gäller internoden under axet. I K1 hade plantorna med vall som förfrukt relativt långa internoder direkt under axet medan det i K5 var plantorna med betor som förfrukt som hade mer framträdande internoder direkt under axet.

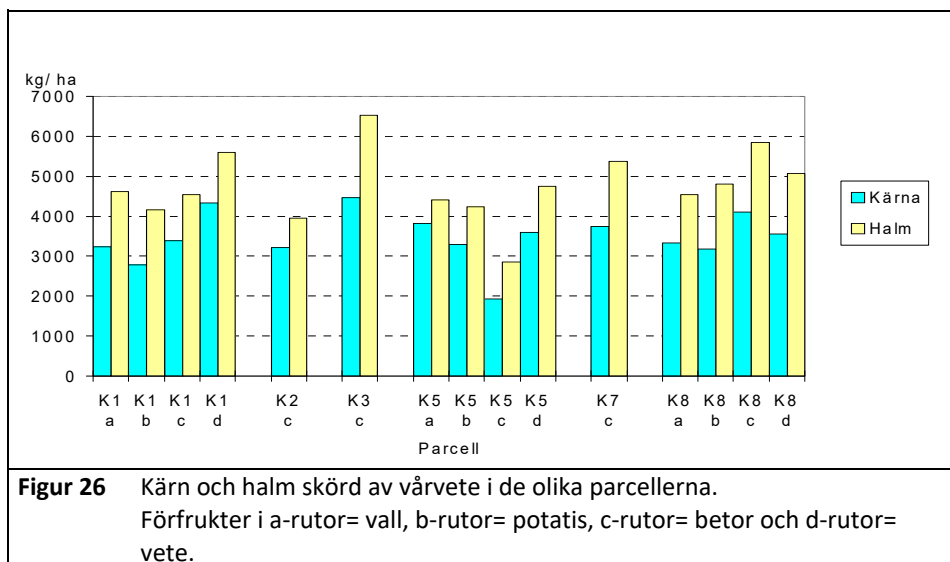
Plantorna i K1 hade genomsnittligt den största axlängden följt av K8 och sist K5. A-rutorna uppvisade den största axlängden i K1 och K5 medan det i K8 var c-rutan som hade de längsta axen. Axen i parcell K1a var betydligt längre än i andra rutor. Ordningsföljden var därefter K8c, K5a, K1c, K8a och sist K5c. Vad gäller antalet våningar av kärnor per ax så uppvisade K8c det tydligt högsta värdet följt av i tur och ordning; K1a, K1c, K5a, K8a, K5c. Uttrycks axens form i det antal mm som varje våning av kärnor har till sitt förfogande uppkommer värdena i tabell 87.

Led	K1a	K1c	K5a	K5c	K8a	K8c
mm/axvåning	4,63	4,01	4,35	4,08	4,11	4,03

Tabell 28 Längden av varje våning i axet hos olika småparceller, mm/våning

Av tabellen framgår att mer luckra ax tycktes vara vanligare i a- rutorna dvs i parcellerna med vall som förfrukt. Slutligen mättes också axbasens höjd över flaggbladet. Det största avståndet mellan flaggblad och ax uppvisade parcell K1a följt av i tur och ordning parcellerna K5a, K8c, K8a, K1c och K5c.

Skörd



Kärn- och halmskördarna av vårvete i de olika parcellerna framgår av figur 26 och tabell 29. Högsta skördenivåerna fanns i parcell K3c såväl vad gäller kärna som halm. Detta kan vara ett resultat av gödslingen med stallgödsel till betorna året innan. Den relativt låga andelen kärna i förhållande till halmskörden tyder på att det varit mera vegetativa betingelser tidigt under säsongen.

Medan K1 och K5 hade de högsta skördenivåerna i randparcellerna a och d så uppvisade K8 de högsta skördenivåerna i mittrutorna b och c. Dessa rutor var i K8 de som erhållit den kraftigaste gödslingen de två närmast föregående åren. A- och d-parcellerna däremot hade bägge baljväxter som förfrukt, i a-rutan i form av vall och i d-rutan i form av insädd. Det bör dock nämnas att insädden inte var speciellt stark under 1989. B-parcellerna med potatis som förfrukt hade nästan genomgående stor halmskörd i förhållande till kärnsköörden. Här kan den kraftiga gödslingen året innan ha spelat in och mera gynnat tillväxten i de första utvecklingsfaserna än kärninlagringen. I dessa parceller borde det alltså ha varit starkare vegetativa betingelser på våren än senare under säsongen. Av värdena framgår också att parcell K5c tydligt avvek från övriga rutor genom betydligt lägre skördenivå.

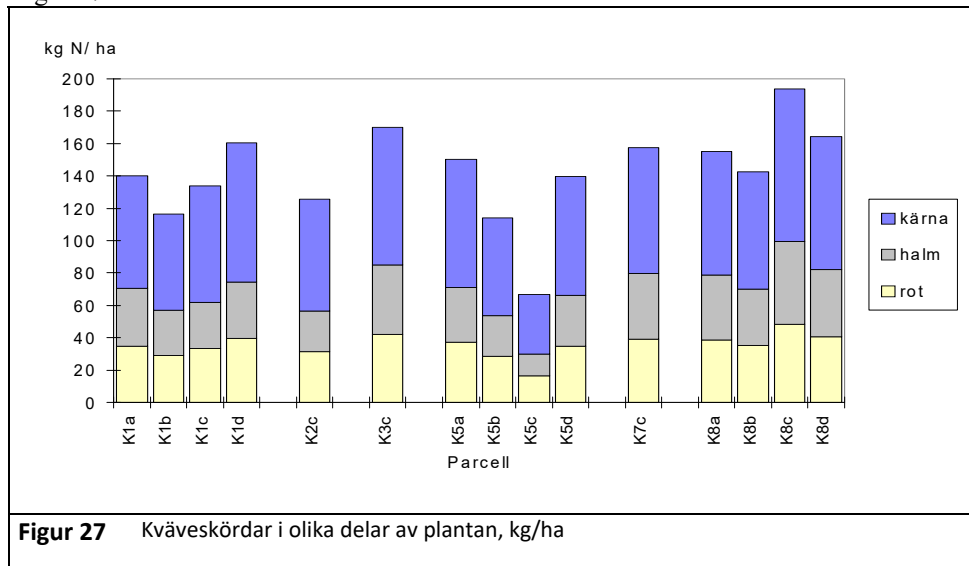
Led	Skördemängd					Kväveskörd				
	Kärna kg/ha	Standard fel	Halm kg/ha	Standard dfel	Frukt- skörd %	Kärna kg/ha	Standard dfel	Halm kg/ha	Standard dfel	N i kärna %
K1a	3232	155	4623	309	41,1	69,8	3,3	35,7	2,5	66,2
K1b	2782	123	4155	214	40,1	59,0	2,5	28,4	1,5	67,5
K1c	3394	138	4535	160	42,8	72,2	2,9	28,5	1,0	71,7
K1d	4327	223	5597	301	43,6	86,0	4,4	34,6	1,9	71,3
K2c	3219	408	3948	468	44,9	69,3	8,7	25,2	3,0	73,3
K3c	4464	299	6526	445	40,6	84,6	5,8	43,1	2,9	66,2
K5a	3823	481	4406	270	46,5	79,2	9,9	33,9	2,3	70,0
K5b	3294	78	4235	73	43,8	60,5	1,5	25,2	0,4	70,6
K5c	1937	209	2853	264	40,4	36,5	3,9	13,6	1,2	72,9
K5d	3603	376	4752	539	43,1	73,0	7,4	31,8	3,4	69,7
K7c	3740	391	5381	588	41,0	77,7	8,0	40,6	4,4	65,7
K8a	3332	330	4544	350	42,3	76,5	7,6	40,2	3,2	65,6
K8b	3186	156	4802	240	39,9	72,3	3,6	34,9	1,9	67,4
K8c	4098	219	5848	267	41,2	94,1	5,0	51,6	2,3	64,6
K8d	3561	269	5072	244	41,2	82,4	6,2	41,2	2,1	66,7

Tabell 29 Skördar av kärna och halm samt kväveskördar av vårvete.

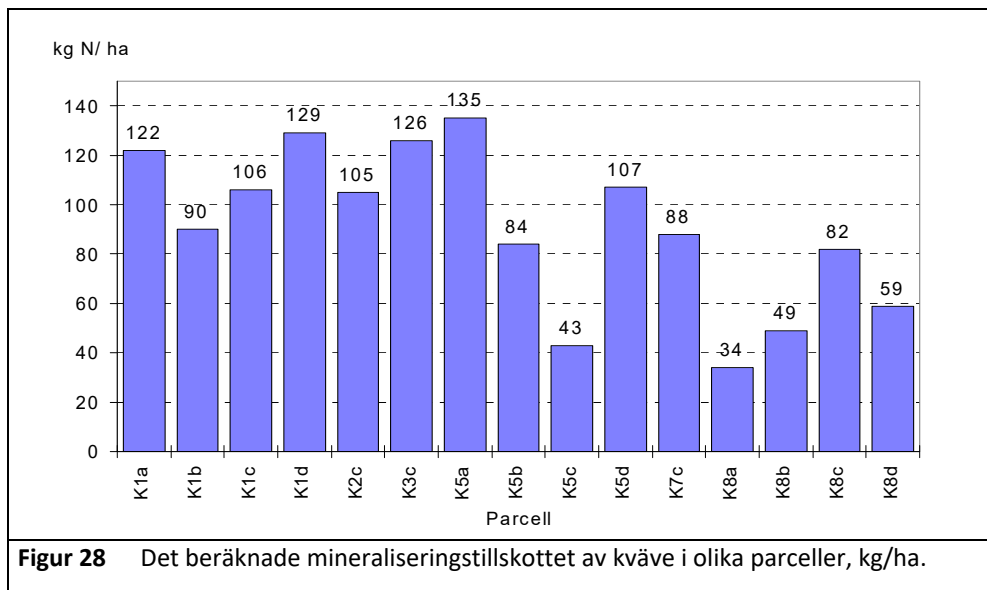
Kväveomsättning

Den högsta kväveskörden per hektar återfanns i parcell K8c följt av K1d, K3c, K8d, K7c och K8a. I K1 återfanns alltså den högsta kväveskörden i parcellen med vårvete som förfrukt, därefter följde parcellerna med i tur och ordning vall, betor och sist potatis som förfrukt. I K5 gav parcellen med vall som förfrukt den högsta kväveskörden därefter följde förfrukterna vårvete och potatis medan förfrukten betor gav mycket låga kväveskördar. I K8 var det förfrukten betor som gav de högsta kväveskördarna följt av vete, potatis och sist vall.

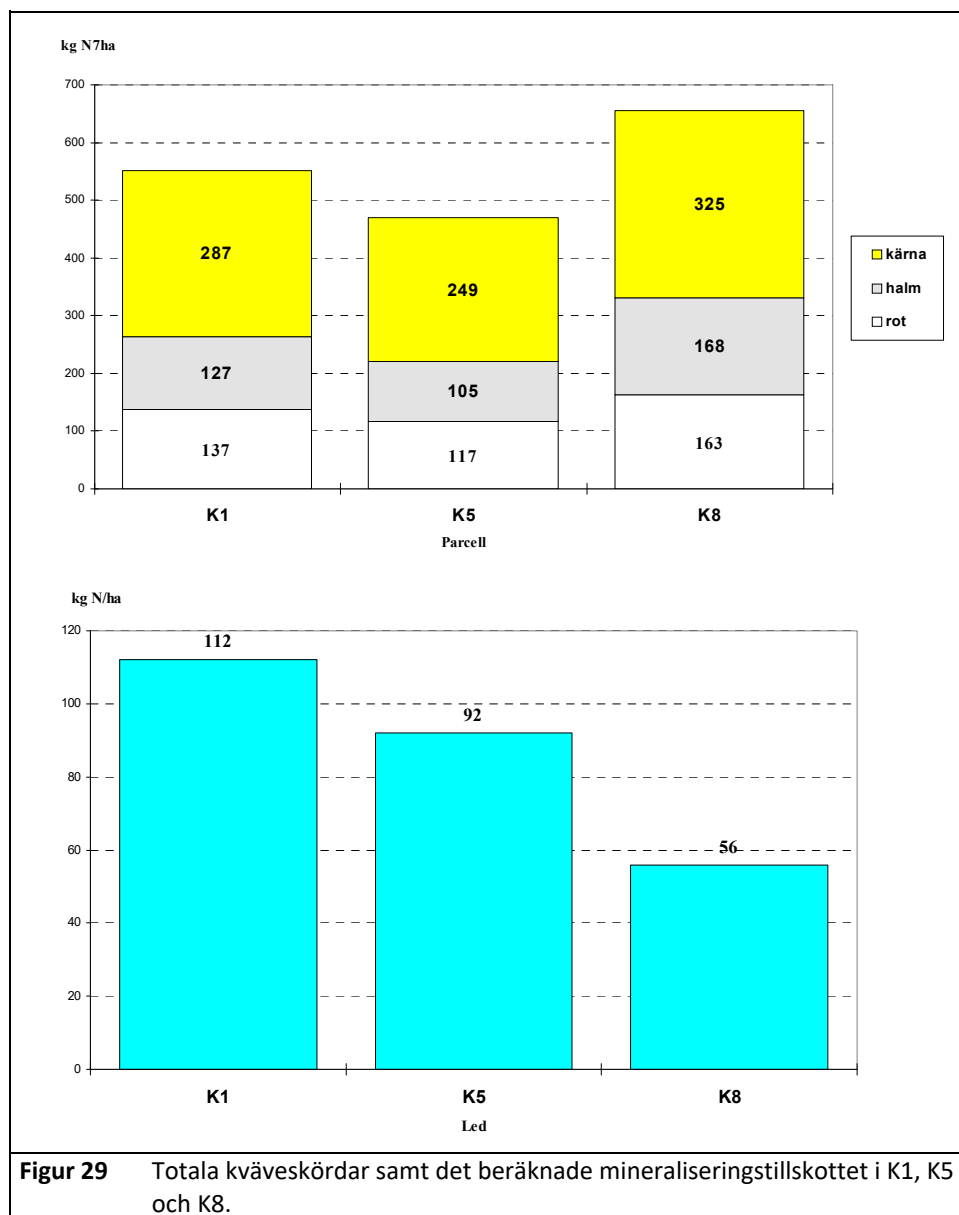
Kväveskördarna i kärna, halm och beräknat i rötter framgår även de av tabell 29 samt av figur 27.



Mineraliseringstillskottet i de olika parcellerna framgår av figur 28. I K1 gav vârvete med vallinsådd högst förfruktseffekt (129 kg N/ha) i form av efterföljande mineraliseringstillskott. Vall gav en något lägre förfruktseffekt (122 kg N/ha) medan potatis gav lägst förfruktseffekt. I det helt ogödslade odlingssystemet K5 gav vall högst förfruktseffekt (135 kg N/ha), medan vârvete gav en något lägre (107 kg N/ha). Förfruktseffekten avtog sedan stegvis med potatis (84 kg N/ha) och till sist fodersockerbetor (43 kg N/ha).

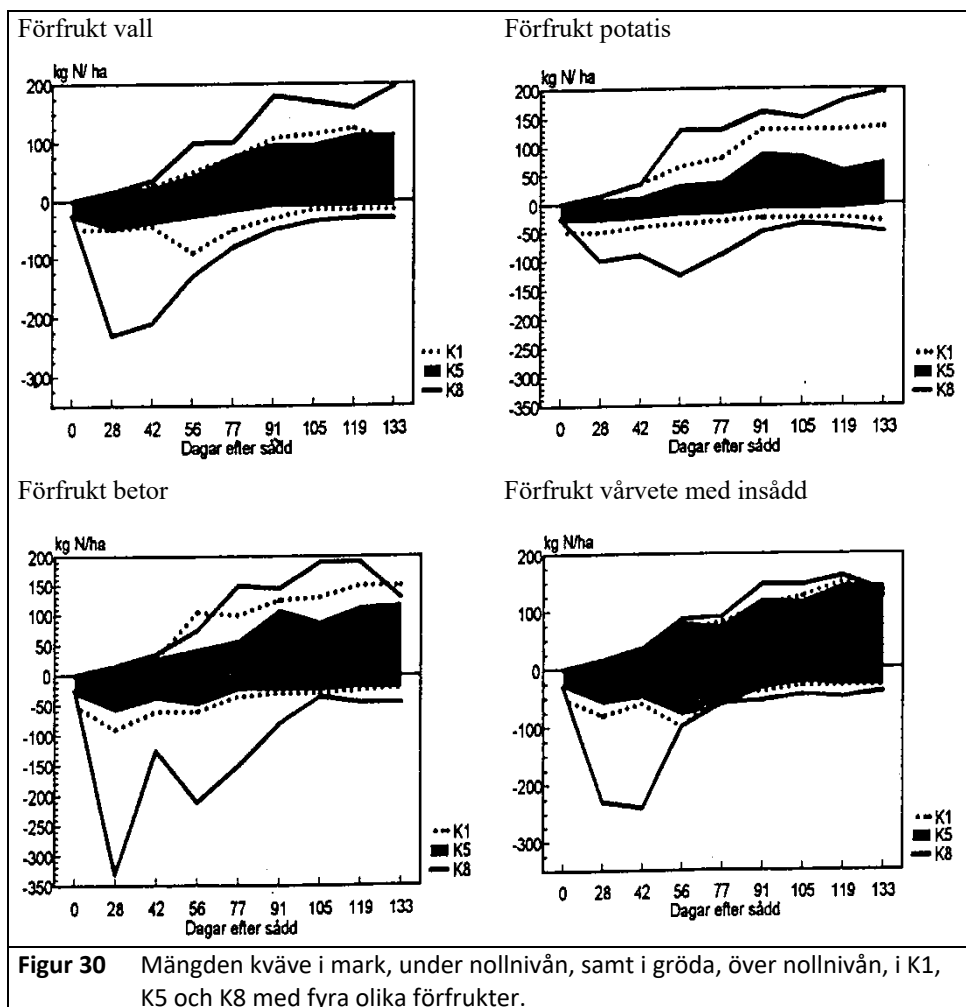


I det mineralgödslade ledet K8 med tillförsel av 100 kg N per hektar i form av NPK eller kalksalpeter var förfruktseffekten lägst efter vall (34 kg N/ha) något högre efter potatis (49 kg N/ha) och vârvete med insådd (59 kg N/ha) samt högst efter fodersockerbetor (82 kg N/ha). Även vad gäller mineraliseringstillskottet var det randparcellerna i K1 och K5 samt mittparcellerna i K8 som uppvisade de högsta värdena. De totala kväveskördarna samt medelvärdet för mineraliserings-tillskottet i K1, K5 och K8 framgår av figur 29, på nästasida. Mineraliseringstillskottet var i genomsnitt dubbelt så hög i K1 som i K8 och 22% högre i K1 än i K5.



Genom de upprepade provtagningarna av mineralkväve i marken och kväveupptagningen i grödan var det möjligt att följa samspelet mellan mark och gröda. Resultaten av dessa provtagningar och analyser har sammanställts i figur 30, på nästa sida. Mängderna mineralkväve i marken är angivna under 0-linjen och totalkväve i grödorna är angivna ovanför 0-linjen. Både efter förfrukten vall och vårvete med vallinsädd ökade mängden mineralkväve i marken efter sädd i K1 och K5 mellan de två första provtagningarna. Mineraliseringen var alltså här högre än kväveupptagningen i grödan. I K8 i rutorna med

vall, potatis och vårvete som förfrukt var värdena för mineralkväve i marken vid den första provtagningen efter sådd högre än vad som tillförts med handelsgödsel. Vid de sista provtagningarna kan förluster av biomassa ha skett genom bladfall från halmen samt eventuellt genom skador i axen.



Av diagrammet längst ned till vänster i figur 30 framgår att mineraliseringen i K5 och K8 var lika stor eller större än vad som utnyttjas av grödan fram till ca 60 dagar efter sådd. Därefter sjunker mängden mineralkväve i marken i samtliga gödslingsystem. På hösten, 80 dagar efter sådd, hade ytterligare mineraliserat kväve utnyttjats av grödan i K1 och K5 i parcellerna med förfrukterna vall, potatis och vårvete med insådd. Mineraliseringen efter fodersockerbetor (tre år efter vall i växtföljden) synes ha varit obetydlig på hösten. I K8, i parcellen med betor som förfrukt, sjönk mängden mineralkväve i marken 40 dagar efter sådd utan att detta motsvarades av en kväueupptagning i grödan. Det extremt höga mängden kväve i marken 28 dagar efter sådd i denna parcell kan dock även tyda på fel i mätningarna vid detta tillfälle.

Samband

Det stora försöksmaterialet tillåter jämförelser vad gäller eventuella samband mellan olika mätmetoder mellan årsmåner, av skördeutvecklingen samt enkla beräkningar av växtnärbalansen under försöksperioden. Utrymmet tillåter inte att alla olika möjliga aspekter redovisas.

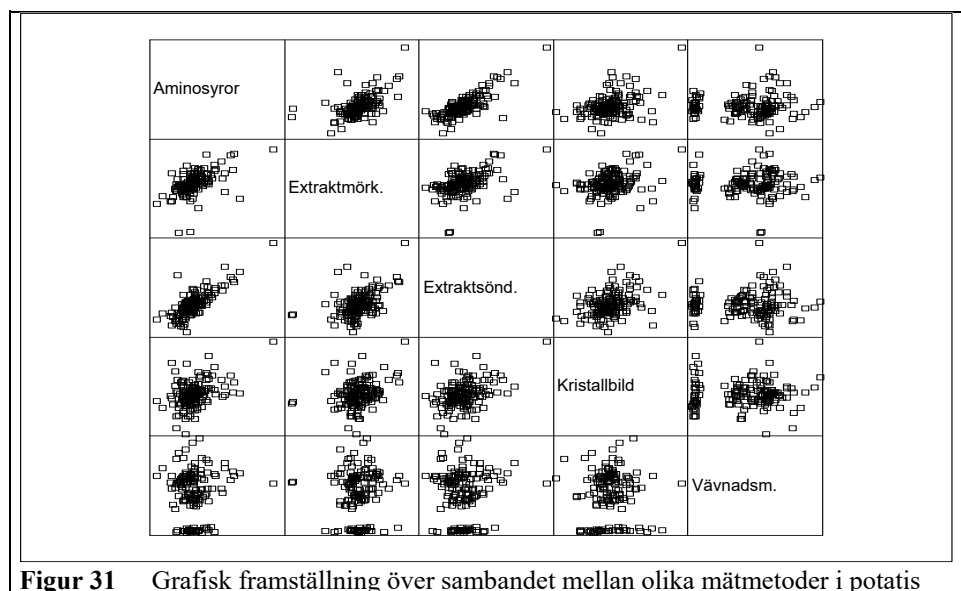
Mellan mätmetoder

I potatis fanns tydliga samband mellan olika analysmetoder. Sambanden mellan fria aminosyror, extraktmörkfärgning, extraktsönderfall, vävnadsmörkfärgning var entydig och positivt.

Kvalitetsindex var positivt korrelerat till skördenivå, torrsbstanshalt och lagringsduglighet samt negativt korrelerat till råproteinhalt och vävnadsmörkfärgning.

Halten fria aminosyror var positivt korrelerad med extraktmörkfärgningen och med extraktsönderfallet samt negativt korrelerad med skördenivå, kvalitetsindex och torrsbstanshalt.

Extraktmörkfärgningen var i alla led negativt korrelerad till kvalitetsindex och till kristallbildsvärdet. Extraktsönderfallet var negativt korrelerat till kvalitetsindex och skördenivå. Torrsbstanshalten var negativt korrelerat till råproteinhalt, vävnads- och extraktmörkfärgning och fria aminosyror samt positivt korrelerat till skördenivå. Råproteinhalten var negativt korrelerad till kvalitetsindex och skördenivå.



Figur 31 Grafisk framställning över sambandet mellan olika mätmetoder i potatis

I figur 31 och tabell 30 visas en sammanställning av förhållandet mellan några olika analyser av potatis. Denna visar att det fanns ett samband mellan bland annat halten fria aminosyror, extraktmörkfärgningen och extraktsönderfallet. Av dessa tre analyser var det extraktmörkfärgningen som avvek mest från de övriga två.

Det fanns också skillnader mellan de olika leden i detta avseende. Så var till exempel kvalitetsindex endast i K1 och K5 tydligt positivt korrelerat till skördenivån även om detta index i alla led tenderade att stiga när skördenivån ökade. Svagast var denna tendens i K8. Vävnadsmörkfärgningen var däremot i K8 tydligt positivt korrelerad till skördenivån. Högre skördar ledde alltså i detta led till en starkare vävnadsmörkfärgning.

Pearson-korrelation Index	Index	Skörd	Vävnads-mörk.	Extrakt-mörk.	Extrakt-sönderf.	Rå-protein	Fria aminos.
	1	0,427**	-0,001	-0,395**	-0,811**	-0,31	-0,778**
Skörd	0,427**	1	0,192**	-0,12	-0,369**	-0,431**	-0,473**
Vävnadsmörkfärgn.	-0,001	0,192**	1	-0,131	-0,173*	0,253	0,035
Extraktmörkfärgn.	-0,395**	-0,12	-0,131	1	0,138	-0,109	0,178*
Extraktsönderfall	-0,811**	-0,369**	-0,173*	0,138	1	0,502**	0,634**
Råprotein	-0,31	-0,431**	0,253	-0,109	0,502**	1	-1,000
Fria aminosyror	-0,778**	-0,473**	0,035	0,178*	0,634**	-1,000	1
* = Korrelationen är signifikant på 0,05- nivån ** = Korrelationen är signifikant på 0,01- nivån							
Tabell 30 Korrelationskoefficienter för sambandet mellan olika mätmetoder i potatis							

Betorna omfattades inte av så många analyser. Endast de olika skördevärdena, dvs rot-blast- och fruktskörd tycktes uppvisa urskiljbara samband. Rotskörden var positivt korrelerad till blastskörden i alla led. En svag tendens fanns även att rot-halskvoten skulle öka vid stigande skördenivåer.

I vårvete var kärnskörden positivt korrelerad till halmskörden. Ännu tydligare relaterad till kärnskörden var fruktskörden. Detta kan tolkas så att kärnskörden ökade mer än blastskörden under goda år. Det fanns ett positivt samband mellan kärnskörd och grobarhet, torrsustanshalt samt tusenkornvikt. När kärnskörden ökade tenderade sönderfallet av extrakt, halten fria aminosyror samt torrglutenhalten att minska. Halmskörden uppvisade ett positivt samband med våtgluten och följde i övrigt mönstret för kärnskörden. År då fruktskörden var hög, det vill säga när kärnskörden var hög i förhållande till halmskörden, tenderade kärnorna till lägre glutenhalter. År då råproteinhalten var hög tenderade till höga värden vad gäller halten fria aminosyror, högre grobarhet, högre andel stora kärnor samt högre halt av torrgluten. Däremot tenderade extraktsönderfallet att sjunka under sådana år. Högre halter av fria aminosyror var förbundet med lägre skördar av halm och kärna, lägre grobarhet, större andel små kärnor, högre halter råprotein, högre extraktsönderfall samt högre glutenhalter. År med höga värden vad gäller extraktsönderfallet tenderade dessutom oftare till lägre grobarhet. Falltal uppvisade ett negativt samband med halmskörden medan sambandet var positivt gentemot grobarheten och kärnstorleken. Halten torrgluten var starkt positivt korrelerad

till råproteinhalten något som inte var fallet med halten våtgluten. Antalet felenheter i kristallbilderna var negativt korrelerat till falltalet, grobarheten, andelen små kärnor, halten av torrsustans samt tusenkornvikt och volymvikt.

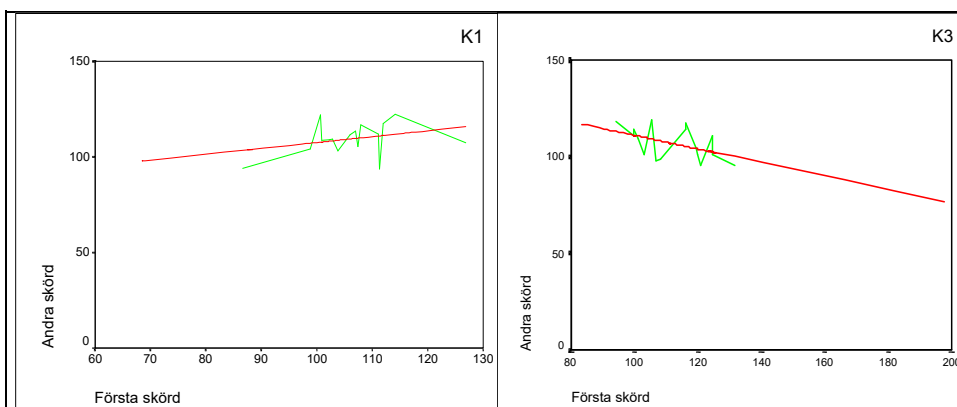
Genom att jämföra sambandet mellan skördenivåerna i vårvete året innan och nivåerna på första skörden i vällen framkom följande korrelationskoefficienter:

Led	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Koefficient	0,4079*	0,4482*	0,2958	0,4167*	0,2771	0,1587	0,1542	0,0745
Tabell 31 Koefficienter beräknade vid korrelation mellan vårvetes skörden år X och första skörden av väll år X+1. *Visar 95% signifikans.								

De organiskt gödslade leden hade en starkare koppling mellan en god förfrukt och en bra vallgröda än vad som var fallet i de led som enbart gödslats med mineralgödsel. Då vårvetet även tjänade som insåningsgröda för vällen kunde även detta ha haft betydelse. Samtidigt måste påpekas att gödslingen med mineralgödsel i K6, K7 och K8 tycktes ha gjort det svårt för baljväxterna att etablera sig. Kanske var vallgräsen och vetegrödan alltför likartade i sin botaniska karaktär för att kunna fördras varandra. En god vetegröda skulle därför kunna medföra svårigheter även för vallgräsen att etablera sig. Övervintringen av de olika vallgrödorna skilde sig mellan leden. I tabell 32 görs en översikt där + betyder god övervintring och - betyder sämre övervintring av grödan ifråga.

Led								
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Timotej	-	-	+	+	-	+	+	+
Ängsvingel	+	+	+	+	-	+	-	-
Alsikeklöver	+	+	+	-	+	+	+	-
Rödklöver	+	-	+	-	+	+	+	-
Tabell 32 Sammanställning av de olika vallgrödornas övervintring i olika försöksled.								

Ett år med hög första skörd gav vanligen en låg andra skörd och tvärt om. Detta gällde ej de kompostgödslade leden och fram för allt inte K1. Här var det också skillnad mellan led gödslade med kompost och led gödslade med färsk stallgödsel. Detta framgår figur 32 som visar hur skördenivån i första respektive andra skörden förhöll sig till varandra i K1 och K3.



Figur 32 Sambandet mellan första och andra skörd av vall i K1 respektive K3

År med hög skördenivå på första skörden var i K2 och K3 positivt korrelerade till andelen baljväxter, framför allt lucern. Detta gällde även K1 om ej i signifikant utsträckning. I K6 däremot var en hög skördenivå negativt korrelerad med andelen lucern och i K7 och K8 var den positivt korrelerad till andelen gräs. I de organiskt gödslade leden tenderade alltså höskörden att bli hög under de år då andelen baljväxter var hög. I de mineralgödslade leden var det i stället gräsen som var viktiga för uppkomsten av höga skördemängder. I K6 tycktes t.o.m. vara så att en hög andel av lucern i vallen oftare förekom de år då skördemängden var låg. En hög andel lucern i första skörden var i K1, K3, K4 och K5 positivt korrelerad med andelen lucern i andra skörden. I K5 och K8 var en hög andel lucern i första skörden positivt korrelerad till andelen rödklöver. I K2 var den negativt korrelerad till andelen gräs. I K5 var en hög andel rödklöver i andra skörden negativt korrelerad till andelen gräs i andra skörden. I K6 var andelen gräs i andra skörden negativt korrelerad till andelen rödklöver i första skörden medan andelen gräs i första skörden hos K7 var negativt korrelerad till andelen lucern.

Med årsmånen

Omvärldens växelspel med grödan har i efterhand undersökts vad gäller nederbörd, temperatur samt odlingssäsongens längd, början och slut. Med hjälp av väderdata för försöksplatsen har nederbörds- och temperatursummor beräknats dels för perioden 1/5 till 30/6 dels för perioden 1/5 till siste oktober. Den första summan kan förhoppningsvis underlätta att finna inverkan av försommartorka på grödan. Under torra år bevattnades dock försöket varför torkans betydelse ej kom till synes fullt ut. Nedanstående beskrivning är grundad på mätvärden som, enligt korrelationsberäkningar, med mer än 95 procentig säkerhet har ett samband med varandra.

Temperatur

År med mycket värme på försommaren, dvs. hög temperatursumma fram till 30/6 tenderade att ha samband med följande egenskaper hos grödorna. Potatis fick en större andel stora knölar med högre halt av torrsbstans och råprotein samt högre värden på extraktsönderfallet. Samtidigt var det vanligare att skörden blev lägre liksom mätvärdena för extrakt- och vävnadsmörkfärgning. Betorna påverkades ej av en stigande

temperatursumma. Vårvete däremot tenderade att få högre halmskörd, volymvikt, torrsubstanshalt samt bättre grobarhet under försommarvarma år. Dessutom var det då vanligare med lägre extraktsönderfall, lägre halter organiska syror samt lägre andel kärna av totalskörden. Det sista antyder att halmskörden under dessa år ökade kraftigare än kärnskörden. Vallen skördades vanligen första gången kring midsommar varje år. Varma försomrar gav oftare högre vallskörd såväl vad gäller första som andra skörd. Andelen gräs var högre såväl i första som i andra skörden när försommaren var varmare. Detsamma gällde andelen rödklöver i första skörden. Dessutom fanns en tendens till lägre andel lucern i såväl första som andra skörden. Även råproteinhalten var lägre efter en varm försommar.

Om värmen höll i sig under hela odlingssäsongen var det vanligare med en högre andel små potatisar vid skörden. Samtidigt blev extraktsönderfallet i potatis högre liksom halterna av torrsubstans och råprotein. Dessutom förekom under sådana år flera felenheter på kristallbilderna. Skörden tenderade att bli lägre liksom lagringssvinnet och extraktmörkfärgningen. I vårvete fanns en tendens till högre halmskörd och större andel små kärnor samtidigt som mätvärdena för torrsubstanshalt, organiska syror, våtgluten och halten fria aminosyror blev högre. Varma år var det dessutom vanligare med lägre tusenkornvikt, högre råproteinhalt, lägre grobarhet samt lägre extraktsönderfall. Vallen reagerade varma år med högre halter råprotein och högre andel rödklöver i första skörden. Andra skörden tenderade till att bli högre medan däremot andelen lucern i andra skörden blev lägre.

Nederbörd

År när det regnade mycket fram till midsommar var det i potatisen vanligare med högre skörd, större andel små och medelstora potatisar, högre torrsubstanshalt och bättre lagringsförmåga. Betorna visade i de fåtaliga mätningarna inte något samband med nederbördsmängden fram till förste juli. I vete var det efter regniga försomrar vanligare med högre falltal och högre tusenkornvikt. Dessutom tenderade grobarheten samt halten av torrgluten att stiga. Däremot sjönk andelen stora kärnor i totalskörden liksom halten organiska syror.

När nederbörden varit hög under hela sommaren var det i potatis vanligare med högre skördenivåer, speciellt av medelstora potatisar samt högre värden på extraktmörkfärgningen. Däremot var andelen stora potatisar lägre liksom lagringsdugligheten. Efter en nederbördsrik sommar var det i betorna vanligare med högre skörd av såväl beta som blast. I vete var dessa år andelen stora kärnor oftare högre kombinerat med högre halter råprotein, bättre grobarhet samt högre falltal. Antalet felenheter i kristallbilderna tenderade att vara färre, halterna fria aminosyror, våtgluten och organiska syror lägre liksom mätvärdena för extraktsönderfall. När det regnade mycket under sommaren var det vanligare med högre halter rödklöver och lägre halter lucern i första skörden samt högre andel gräs i andra skörden.

Såtidpunkt

År när potatisen sattes senare var det vanligare att de nya knölarna fick högre mätvärden för extraktsönderfall samt högre halter av fria aminosyror. Dessutom fick potatisen sämre lagringsegenskaper och flera felenheter i kristallbilderna. Vid sen sättnings tenderade dessutom potatisen att få lägre halter av torrsubstans samt lägre mätvärden för

extraktmörkfärgning. I betorna kunde inget samband påvisas med såtidpunkten. Om vetet såddes senare var det vid skörden vanligare med högre halter av våtgluten, fria aminosyror, torrsbstans och organiska syror. Dessutom var en sen sådd förknippad med en ökad andel små kärnor samt högre värden vad gäller extraktsönderfall. Däremot tenderade råproteinhalten att sjunka liksom falltalet medan grobarheten och kärnstorleken överraskande nog tycktes stiga. Vallens såtidpunkt fastställdes till den tidpunkt när den såddes in i vårvetegrödan. En sen sådd av vall hade en tendens att öka andelen lucern i första skörden och andelen klöver i andra skörden.

Skördetidpunkt

År när potatisen skördades sent var det vanligare med högre skörd, högre andel stora potatisar samt ökat antal felenheter i kristallbilderna. Sådana år tenderade värdena för extraktmörkfärgning att bli lägre. En sen skörd av vårvete ledde ofta till högre halmskördar, högre andel små kärnor samt högre halter av såväl torr- som våtgluten. Dessa år tenderade kärnsköörden att bli lägre liksom andelen kärna i totalsköörden. Dessutom minskade grobarheten. En senare första skörd av vällen var förknippad med högre andel gräs såväl i första som i andra skörden. Även andra skörden tenderade att bli högre under sådana år. Däremot var det vid en sen skörd vanligare med lägre skördenivåer samt lägre andel rödklöver i första skörden. Andelen lucern i andra skörden tenderade att sjunka när vällen första gången skördades senare.

Odlingssäsongens längd

En lång odlingssäsong var i potatis förknippad med högre andel stora potatisar, högre skörd, högre halt torrsbstans, högre värden på extraktsönderfall samt flera felenheter i kristallbilderna. Sådana år var det även vanligare med låga värden på mörkfärgningen av såväl vävnad som extrakt. I betor var en lång vegetationstid förknippad med bättre lagringsduglighet samt en högre andel rötter i totalsköörden. Detta berodde troligen på det faktum att blastsstöörden sådana år tenderade att sjunka även om detta inte kunde fastställas med statistisk signifikans. När vårvetet fick växa under en lång säsong var det vanligare med högre halter av organiska syror, våtgluten, torrsbstans samt fria aminosyror. Sådana år var dessutom mer förknippade med en högre andel små kärnor samt högre värden på extraktsönderfall. Dessutom var andelen kärna i totalsköörden högre dessa år. Detta var dock inte kopplat till någon minskning av halmsköörden. Däremot minskade halterna råprotein liksom falltalet och grobarheten. Under de år som odlingssäsongen var lång tycks det alltså som om vårvetet starkare präglades av en sen skördetidpunkt än av en tidig sådd. När vällen fick utvecklas länge fram till första skörden var detta förknippat med högre halter råprotein samt högre andel baljväxter i första skörden.

Utvecklingen under försöksperioden

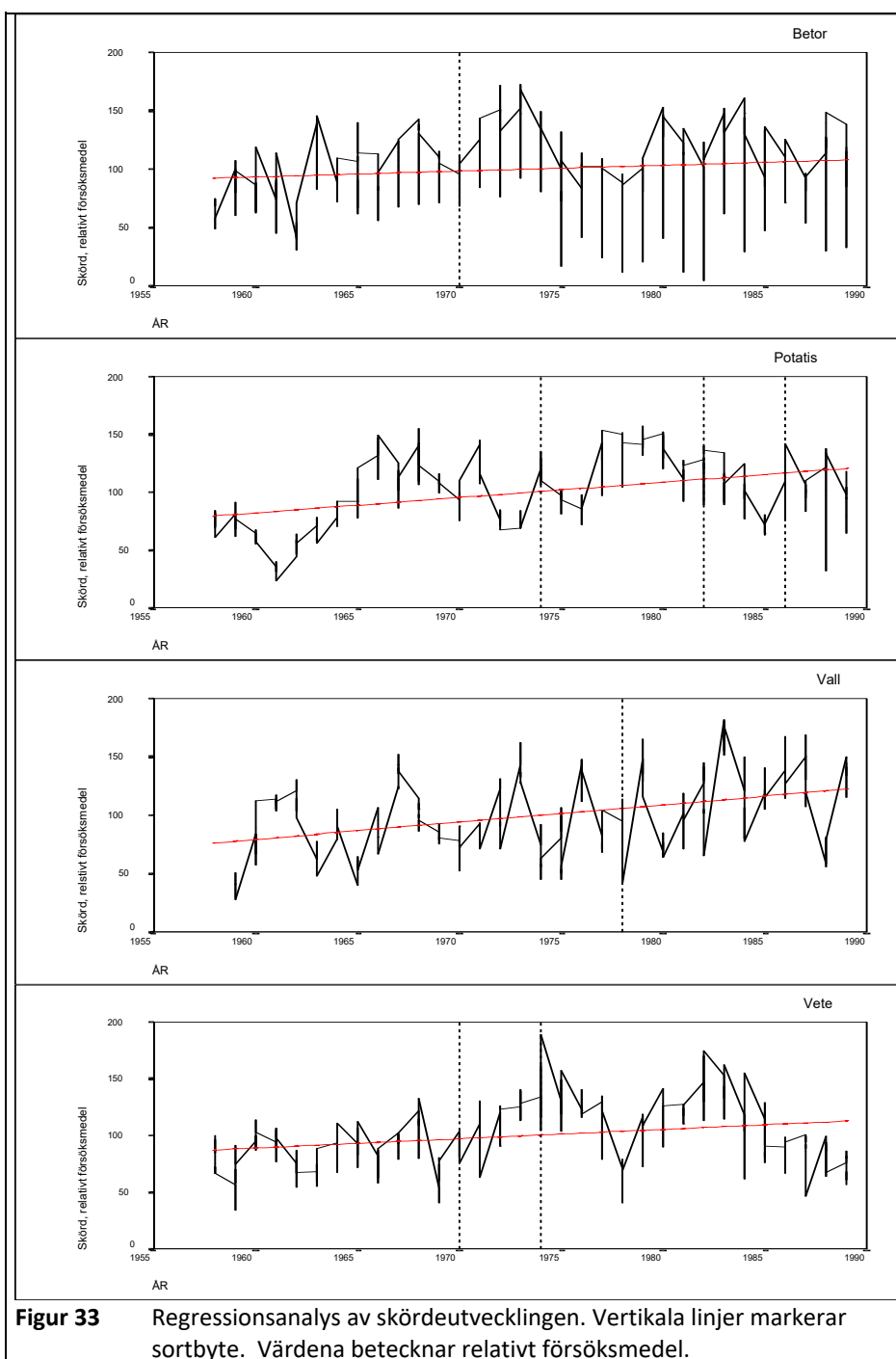
Betorna uppvisade skördenivåer som steg fram till 1963 för att sedan sjunka fram till 1970. I mitten av 1970-talet uppnåddes de högsta skördenivåerna under hela försöksperioden. Skördarna sjönk sedan något för att åter nå ett mindre maximum i mitten av åttiotalet. Med undantag för skördedepressionen under mitten av sextiotalet följde blastsstöörden någorlunda utvecklingen av skördenivåerna för rötterna. Den lägre

blastskörden i början av försöket berodde troligen på att det var rödbetor som odlades. Kraftigast ökade skörden i K7, K3 och K1 medan K5 hade en tydligt vikande skördetrend. Också halten av torrsubstans ökade under försöksperioden, starkast i K5 men även i K6, K1 och K4. I K6 försämrades lagringsförmågan under försökets gång. Potatisens skördenivåer var generellt mycket låga under de första åren men stegrades sedan och nådde ett första maximum under slutet av 60 - talet. I början av 70 - talet sjönk nivån på skördarna något för att sedan åter nå ett maximum under de första åren på 80 - talet. I potatis hade samtliga led en positiv skördetrend även om den inte var statistiskt signifikant i K5 och K6. Tydligast stegrades skördarna i K8 följt av K1, K3, K7, K4 och K2. Också i denna gröda tenderade halten torrsubstans att öka under försökets gång, tydligast i K8 följt av K1, och K5. Antalet felenheter i kristallbilderna ökade under försöksperioden. Förändringen var signifikant i alla led förutom K6 och K2, tydligast var den i K7. Mätvärdena för vävnadsmörkfärgning tenderade att bli lägre under försöket. Denna tendens var signifikant i K1, K4, K2, K5, K6, och K3. Mätvärdena i K7 och K8 minskade endast marginellt.

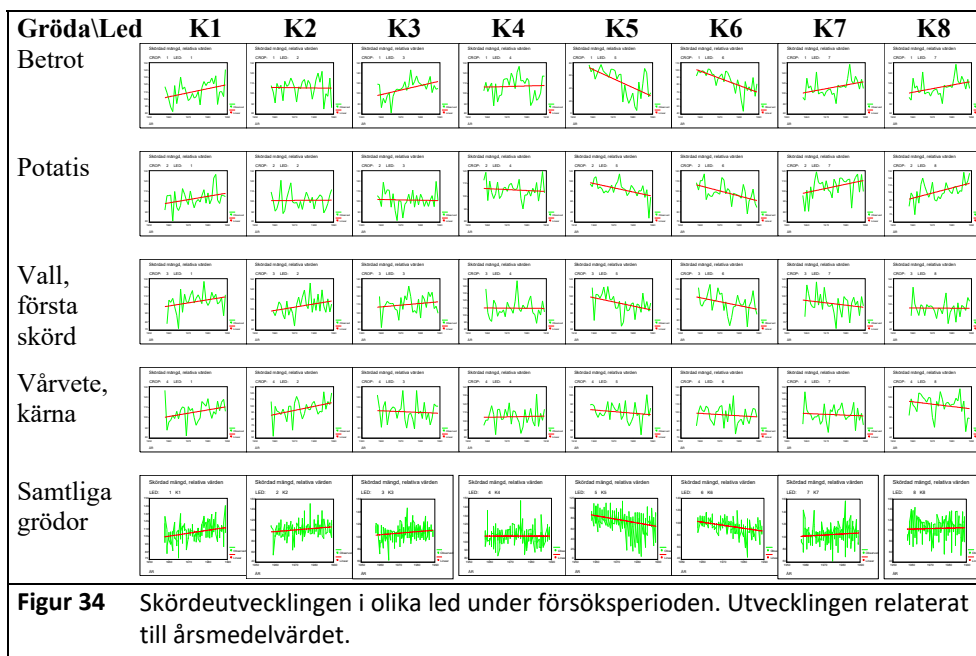
I figur 33 visas den beräknade trenden för de olika grödorna med, ovanifrån och ned; betor, potatis, första-skörd vall och vårvete.

Variationen i vallskördarna var hög mellan åren. Vallen hade en mera långsam, men stadigare stegring av skördenivåerna under försöksperioden. Stegningen var något mindre i de mineralgödslade leden än i övriga led. De högsta skördarna uppnåddes överlag omkring år 1983. Värdena från andra skörden följde i stort de från första skörden, tydligast i K2 följt av K4, K3 och K1.

Vetegrödans skördenivå stegrades stadigt under perioden. De mineralgödslade leden tenderade till att nå ett maximum redan i mitten av 1970 - talet medan skördenivåerna i K1, K2 och K3 tydligare stegrades även in på 1980 - talet. De flesta leden nådde ett maxima i kärnskörden under de första åren av 1980 - talet. Därefter sjönk nivåerna kraftigt i K8. Halmskörden ökade tydligare än kärnskörden. Vad gäller skörden av kärna var ökningen tydligast i K2 följt av K1 medan halmskörden tenderade att stiga tydligast i K1 följt av K3, K2 och K6. Som ett genomsnitt av alla försöksled tenderade halten fria aminosyror att sjunka under försöksperioden liksom grobarheten. Däremot tycktes mätvärdena för torrsubstanshalt, våt- och torrglutenhalt, volym- och tusenkornvikt att stiga. Glutenhalten steg tydligast i K7 medan tusenkornvikt och volymvikt ökade mest signifikant i K8.



Om man istället jämför utvecklingen i de olika försöksleden visar sig den bild som i mycket litet format framgår av figur 34. Beräkningen är gjord med årsmedelvärde som jämförelse. Den visar alltså om skördenivån stigit eller fallit i förhållande till övriga led. Den mest positiva utvecklingen uppvisar K1 medan skördarna i K5 utvecklats negativt i förhållande till de övriga leden. Även här visar sig tendensen att K8 haft svårt att hävda sig mot övriga led under slutet av försöksperioden,



Vad gäller marken har beräkningarna endast baserats på värdena från markkarteringarna som genomfördes under hela försöksperioden. Tendenserna var att halterna av kalium i yttjorden minskade förutom i led K3 och K7. Mängderna lättlöslig fosfor steg signifikant under försöksperioden. Tydligast var ökningen i K1, K2 och K3 medan halterna tenderade att minska i K5 och K6. Fram till 1980 minskade pH-värdet signifikant, tydligast i K5

Växtnäringsbalanser

Som ett försök att teoretiskt beräkna omsättningen av olika näringsämnen har en enkel växtnärings-balans upprättats. Denna balans består av två poster;

- med gödseln tillförd mängd näringsämne.
- med grödan bortförd mängd näringsämne

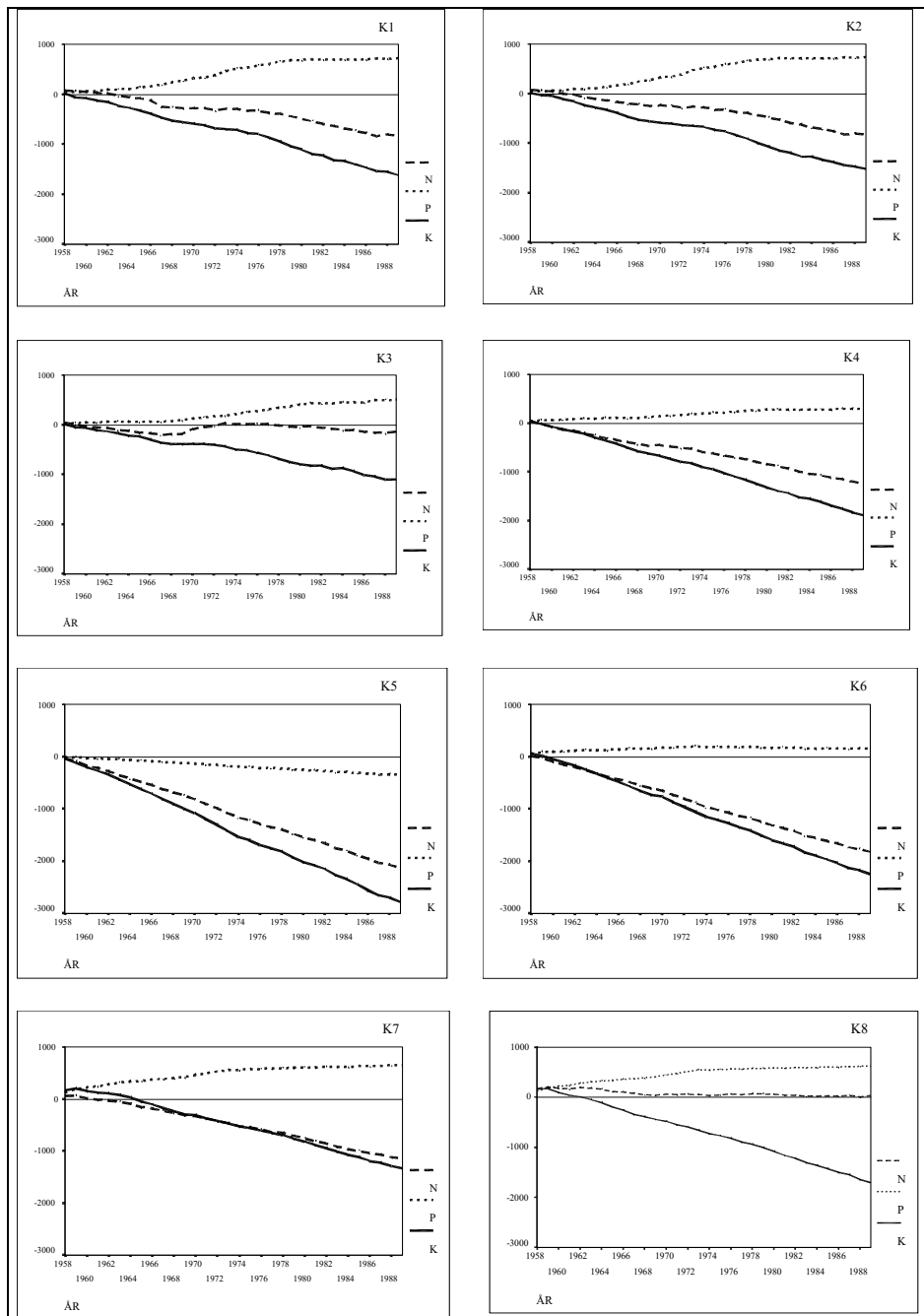
Näring ämne	tillförd mängd beräknad som	bortförd mängd beräknad som
kol	% av den uppmätta mängden ts i gödsel	-
kväve	mängd N i gödsel enligt analys	råproteinhalter för de olika grödorna och leden har tjänat som underlag
fosfor	mängd P i gödsel enligt analys	schablonvärden för olika grödor med hänsyn tagen till ts-halt
kalium	mängd K i gödsel enligt analys	schablonvärden för olika grödor med hänsyn tagen till ts-halt
Tabell 32 Beräkningsgrund vid upprättande av växtnäringsbalans.		

Växtnäringsbalanserna för de olika leden framgår av figur 35, på nästa sida. Som framgår av figuren beräknas samtliga led ha haft ett underskott av kalium. Underskottet var minst i K3 och störst i K5 och K6.

Endast K8, och nära nog K3, erhöll mera kväve än vad som fördes bort. K5 och K6 låg även här naturligt nog lågt liksom K4 och K7.

K1, K2, K7 och K8 var väl försörjda med fosfor, framför allt under senare delen av försöket. Övriga led hade mer eller mindre balans i sin fosforhushållning.

K1 och K2 hade dessutom genom gödslingen erhållit 52480 kg C/ ha under försökets gång. K3 erhöll 52544 kg C/ ha och K4 26304 kg C/ ha, enligt beräkningar av Pettersson, Reents och Wistinghausen (1992).



Figur 34 Enkel växtnärbalans i kg/ha för kväve, fosfor och kalium.

Jämförelser

Karaktäristik av försöksleden

K1

Försöksledet karaktäriseras av en god humusupbyggnad som snabbt blir djupgående, ända ned i alven. De genomgående höga kol-kvävekvoterna i alla markdjup antyder att behandlingarna starkare stimulerade till strukturupbyggnad än till omedelbar omsättning. Kanske bidrog detta till att K1 visade den bästa buffrande förmågan mot sänkning av pH-värdet i marken. Om de kemiskt- fysikaliska mätvärdena antyder en strukturupbyggnad visar de biologiska parametrarna på hög livsaktivitet i marken. K1 låg tillsammans med K3 högst i de flesta mätningarna.

Skördemässigt skilde sig inte K1 från majoriteten av försöksleden. Den svagaste grödan skördemässigt var första skörden av vall. Beräknat i relativa värden var utvecklingen av skördarna mest positiv i detta led.

Den potatis som skördades från försöksledet karaktäriseras av låga angrepp av bladmögel, mindre antal sidostjälkar per huvudstjälk och därigenom ett mer vertikalt växtsätt samt goda lagringsegenskaper och bra potatissmak men med vissa bismaker av jord och beska. Halten råprotein tenderade att vara låg med hög halt av renprotein. Låg var även halten fria aminosyror samt mätvärdena för mörkfärgning av extrakt och vävnad. Knölarna visade stor motståndskraft mot inympning av skadesvamp samt höga värden på kvalitetsindex och få felenheter i kristallbilderna. Mätvärdet för vävnadsmörkfärgningen minskade signifikant mera under försöksperioden i K1 än i genomsnittet för försöket. Betorna som odlades i försöksledet hade en tendens till mer rundad form än övriga led samt goda lagringsegenskaper. Vårvetet uppvisade ringa benägenhet till liggsäd, strållängd över genomsnittet för försöket, hög andel stora kärnor, relativt högt falltal och höga halter av gluten samt få felenheter i kristallbilderna. Under försöksperioden ökade dessutom grobarheten hos kärnorna signifikant mera i K1 än för medelvärdet inom försöket. Vallen uppvisade en hög andel baljväxter, fram för allt lucern.

K2

K2 karaktäriseras av en relativt god humusupbyggnad, framför allt i matjorden. Marken uppvisade en god buffrande förmåga och under senare delen av försöksperioden höga värden vad gäller löslig fosfor. Också de markbiologiska mätningarna visade relativt höga värden framför allt i matjorden.

Skördemässigt låg K2 omkring medelvärdet för försöket. Vallgrödan var den som i förhållande till övriga led gav den bästa avkastningen. Skördenivån för vårvete låg i K2 tydligt under genomsnittet för försöket såväl vad gäller kärna som halm. Detta är svårt att förklara särskilt som K1 hade i genomsnitt 10 % högre skördar av vete under försöksperioden. Detta tas upp till diskussion i samband med de biodynamiska preparaten. Sett under hela försöksperioden utvecklade sig dock vårveteskördarna signifikant mera positivt än genomsnittet för försöket. I relativa värden, sammantaget för alla grödor var utvecklingen inom K2 den näst bästa av alla led under de 32 år som

försöket varade. Detta kan tolkas så att utgångsbetingelserna inom försöksrutan var något sämre i K2 än i övriga rutor, vilket speciellt visade sig i den ogödslade vårvetegrödan. Potatisgrödan hade relativt lite angrepp av bladmögel, bra potatissmak med få bismaker, hög andel renprotein av råprotein, lägsta värdet på extraktmörkfärgningen av alla led samt få felenheter i kristallbilden. Betorna hade en relativt hög blaskörd och goda lagringsegenskaper. I relation till övriga led ökade fruktskörden i K2 signifikant mera. Vårvetet utmärkte sig genom låga halter fria aminosyror, högt falltal, låg sönderfallsbenägenhet, låg halter av torrgluten men relativt höga våtglutenhalter samt relativt stora kärnor.

K3

K3 kännetecknades i marken av en mycket stark biologisk aktivitet samt en relativt god humusuppbbyggnad. Den buffrande förmågan var lägre än i de kompostgödslade leden. Halten löslig fosfor avvek ej så starkt från övriga led medan kalivärdena låg högt. Skördemässigt låg K3 över genomsnittet. Första skörden av vall var, i förhållande till övriga led den bäst avkastande grödan. Skördeutveckling i betor var signifikant mera positiv i K3 än för genomsnittet inom försöket. Detta gällde även halmaskörden av vårvete. K3 hade den tredje bästa skördeutvecklingen av alla led om relativa årsmedelvärden användes vid jämförelsen. Potatisen i K3 angreps mycket kraftigt av bladmögel, knölarna hade en tendens till jordsmak samt till mycket låga värden vad gäller extraktsönderfall. Antalet felenheter i kristallbilden var relativt högt. Betorna hade en hög andel rötter av totalskörden medan vetet hade hög skörd av såväl kärna som halm och relativt stora kärnor. Vallen i K3 utmärkte sig genom en hög andel gräs i första skörden.

K4

Ledet utmärker sig genom en relativt låg buffrande förmåga och låga halter löslig fosfor samt i viss mån även kalium. Humusuppbbyggnaden var relativt god och markförhållande tenderar till att starkare betona struktur än omsättning. Skördemässigt låg K4 betydligt över genomsnittet bland försöksleden. Det var endast andra skörden av vallen som avvek genom något lägre skördenivåer. Med relativa tal mätt utvecklades skördenivån i K4 nästan inte alls. Detta innebär att försöksledet i stort sett följde den genomsnittliga skördeutvecklingen inom försöket. Potatisen hade mycket stora angrepp av bladmögel, relativt stora lagringsförluster, svag potatissmak framför allt direkt efter skörd. Försöksledet uppvisade även hög andel stora och låg andel små potatisar. Vid analys framkom höga halter av fria aminosyror, lågt kvalitetsindex samt höga värden för extraktmörkfärgning och extraktsönderfall. Dessutom var knölarna från detta försöksled mycket känsliga för inympade svampangrepp. Ledet uppvisade även låga värden för kvalitetsindex. Mätvärdet för vävnadsmörkfärgningen minskade däremot signifikant mera under försöksperioden i K4 än i genomsnittet för försöket. Betorna hade relativt goda lagringsegenskaper samt låg halt av torrsubstans. Vårvetet uppvisade en hög andel kärna av totalskörden, höga värden för extraktsönderfall, låga halter av fria aminosyror och lågt falltal. Dessutom var kärnorna relativt stora och visade en hög grobarhet. Vallen utmärkte sig genom hög andel gräs samt låga halter råprotein.

K5

K5 uppvisade en mycket låg buffrande förmåga, låga värden av lättlöslig kali samt mycket låga värden av lättlöslig fosfor. Humusuppbbyggnaden och den markbiologiska aktiviteten var jämförbar med genomsnittet för försöket.

Skördemässigt var det endast andra skörden av vall som nådde upp till liknande nivåer som de övriga leden. Speciellt skörden av betrötter var mycket låg och i alla grödor hade K5 hade en tydlig negativ skördeutveckling, tydligast i betor och potatis. Detta gällde även om man beräknade utvecklingen i relativa tal.

Grödorna från K5 uppvisade goda lagringsegenskaper och relativt höga halter torrsubstans. Mätvärdena för fria aminosyror och extraktsönderfall i potatis var låga medan kvalitetsindex var mycket högt. Däremot var det relativt många felenheter i kristallbilderna. Andelen små potatisar var mycket högt. Potatisgrödan visade mycket liten benägenhet att angripas av bladmögel medan angreppet vid ympning direkt i knölen uppvisade för försöket genomsnittliga värden. Smaken på potatisarna var tydlig utan direkta bismaker. I K5 fanns i relation till övriga försöksled en signifikant ökning, under försöksperioden, av mätvärdena för råprotein och fria aminosyror. Vårvetet uppvisade låga halter av gluten, fria aminosyror samt råprotein. Andelen små kärnor var hög och antalet felenheter i kristallbilderna var högt. Vallen bestod till mycket hög grad av rödklöver speciellt i andra skörden.

K6

K6 uppvisade en låg buffrande förmåga och låga halter av lättlöslig fosfor och kalium. Humus-uppbbyggnaden var låg liksom de markbiologiska värdena.

Skördemässigt låg ledet under medelvärdena för försöket, speciellt vad gäller skörden av betrot och betblast. Skördeutvecklingen i potatis och betor under försöksperioden var signifikant mera negativ än försöksgenomsnittet. Som ett genomsnitt för samtliga grödor hade K6 en negativ skördeutveckling. Endast utvecklingen i K5 var sämre i detta avseende.

Potatisen från K6 var relativt mottaglig för bladmögel, den hade stor andel små potatisar vid skörden, höga mätvärden för extraktmörkfärgning och vävnadssönderfall, en hög andel råprotein men en låg andel fria aminosyror. Smakmässigt var den beska bismaken framträdande direkt efter skörd. Vallen hade en relativt hög andel klöver medan andelen lucern var låg. Vårvetegrödan uppvisade en relativt hög andel kärna av totalskörden, höga halter fria aminosyror samt höga värden på falltal och extraktsönderfall samt i viss mån även på glutenhalterna. Däremot var mätvärdena för råprotein relativt låga och minskade signifikant mera i K6 under försöksperioden än i genomsnitt för försöket.

K7

K7 hade en relativt låg buffrande förmåga och höga värden av lättlöslig fosfor och kalium. Humusuppbbyggnaden var långsam. Marken inom försöksledet uppvisade låga värden vad gäller de markbiologiska parametrarna.

Skördemässigt låg K7 högt i alla grödor utom i vallen där första skörden låg lågt och andra skörden uppvisade mycket varierande skördevärden. Skördarna av betor och potatis utvecklade sig i K7 signifikant mera positivt än för försöksgenomsnittet. Beräknat som

ett genomsnitt för samtliga grödor var utvecklingen inom K7 den fjärde bästa i försöket. Detta gäller om relativa årsmedelvärden används vid beräkningen.

Betorna hade en hög andel rötter i totalskörden, höga torrsubstanshalter samt en låg lagringsförmåga. Det sistnämnda gällde även för potatisen men i denna gröda var halten torrsubstans relativt låg. K7 var relativt känslig för angrepp av bladmögel och uppvisade också relativt lite resistens mot svampangrepp vid ympning. Vad gäller smakvärdena var potatissmaken relativt svag och bismakerna tydliga vid provsmakningen direkt efter skörd. Mätvärdena för vävnadsmörkfärgning och extraktmörkfärgning var höga liksom antalet felenheter i kristallbilderna. Mätvärdena för vävnadsmörkfärgning ökade medan de för råproteinhalten minskade under försöksperioden på ett sätt som avvek signifikant från genomsnittet för försöket. Vallgrödan uppvisade höga andelar gräs såväl i första och andra skörden medan andelen lucern var låg. Andelen lucern i första skörden utvecklade sig i jämförelse med försöksgenomsnittet signifikant negativt. I andra skörden var det relativt mycket rödklöver. Vårvetet hade en hög halmskörd och höga halter fria aminosyror. Däremot var mätvärdena för extraktsönderfall, glutenhalter och andelen stora kärnor låga. Halten av torrgluten ökade under försöksperioden.

K8

K8 uppvisade en relativt god buffrande förmåga som möjligen kunde bero på användningen av kalkkammonsalpeter i detta led. Halterna fosfor och kali var höga medan humusupbyggnaden gick långsamt. Halterna kväve i marken var höga medan de markbiologiska mätvärdena var mycket låga.

Skördemässigt låg K8 högt vad gäller de flesta grödor förutom vall. Utvecklingen av potatisskörden samt fruktskörden i betor under försöksperioden avvek signifikant positivt från genomsnittet för försöket. Beräknat som relativa årsmedelvärden utvecklades K8 ej så starkt. Detta kan bero på att K8, genom den relativt kraftiga mineralgödslingen, redan från början nådde upp till en hög sim inte kunde stegras lika mycket som övriga led. Som ett genomsnitt för samtliga grödor hade såväl K1 som K2, K3 och K7 en mer positiv utveckling.

Betorna hade en mycket låg andel rötter i förhållande till totalskörden och dåliga lagringsegenskaper. Potatisen var mycket känslig för bladmögelangrepp och hade dåliga lagringsegenskaper. Smakmässigt uppvisade potatisen god smak direkt efter skörd men mindre tydlig potatissmak efter lagring. Mätvärden av fria aminosyror, extraktmörkfärgning, extraktsönderfall, råproteinhalt och vävnadsmörkfärgning var mycket höga. Värdet för kvalitetsindex var tydligt lägst bland försöksleden och antalet felenheter i kristallbilderna var högt. Försöksledet utmärkte sig dessutom genom mycket hög andel stora potatisar. I vallen uppmättes låga värden av råprotein. Andelen gräs var mycket hög såväl vid första och andra skörden medan andelen baljväxter var låg, speciellt vad gäller lucern. K8 hade under försöksperioden en signifikant mera negativ utveckling vad gäller andelen rödklöver i första skörden än genomsnittet för försöket. Vårvetet uppvisade en relativt låg kärnskörd i förhållande till totalskörden, mycket höga halter av råprotein och höga mätvärden på extraktsönderfall. Falltalet var mycket lågt medan glutenhalterna var höga. Tusenkornvikten ökade signifikant mera i K8 under försöksperioden än genomsnittet för försöket.

Jämförelser mellan olika typer av gödselbehandlingar

Organisk eller mineralisk gödsel

Här skall fyra olika grupper jämföras; ogödslad led, organiskt gödslade led, mineralgödslade led samt det blandgödslade där såväl organisk som mineralisk gödsel kom till användning. De fyra gödselgrupperna kommer i fortsättningen att betecknas som

Ogödslat = K5

Organiska gödselmedel = medelvärden för K1, K2 och K3

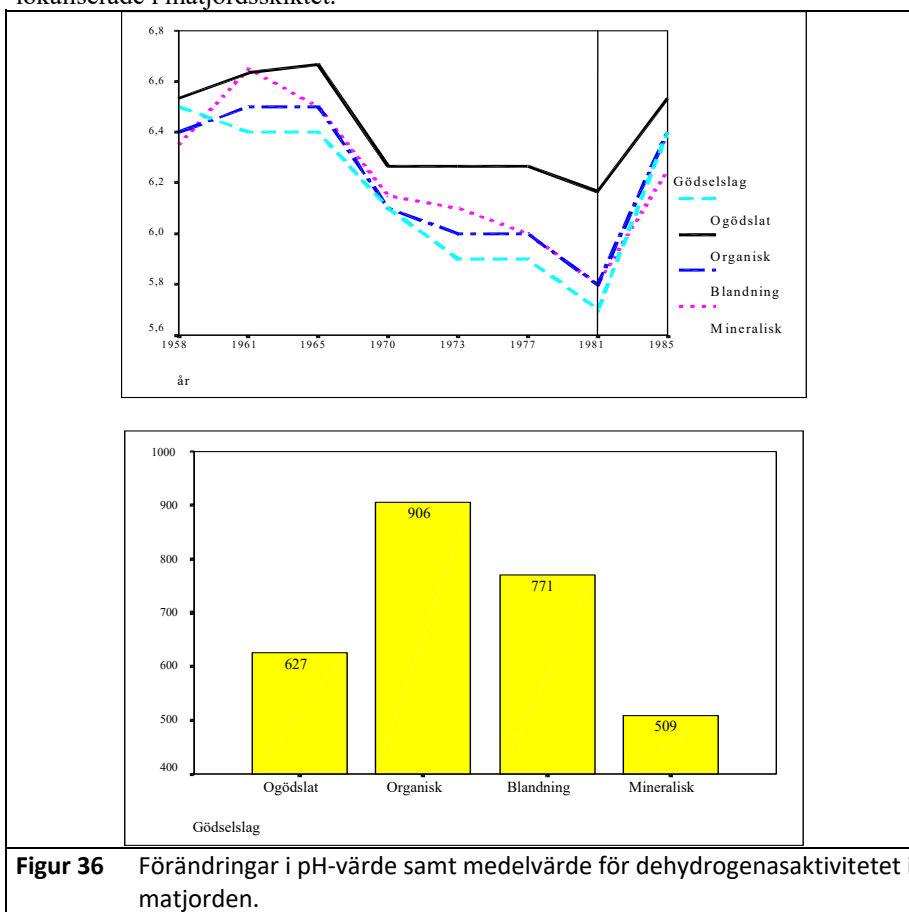
Blandning av organisk och mineralisk gödsel = K4

Mineralisk gödsel = medelvärden för K7 och K8

K6 har strukits vid denna jämförelse för att få gödselgrupper med ungefär samma skördenivå, det ogödslade ledet undantaget.

Mark

Av de undersökta egenskaperna i marken var det framför allt i de biologiska parametrarna som skillnader framkom mellan försöksleden. Skillnaderna var främst lokaliserade i matjordsskiktet.



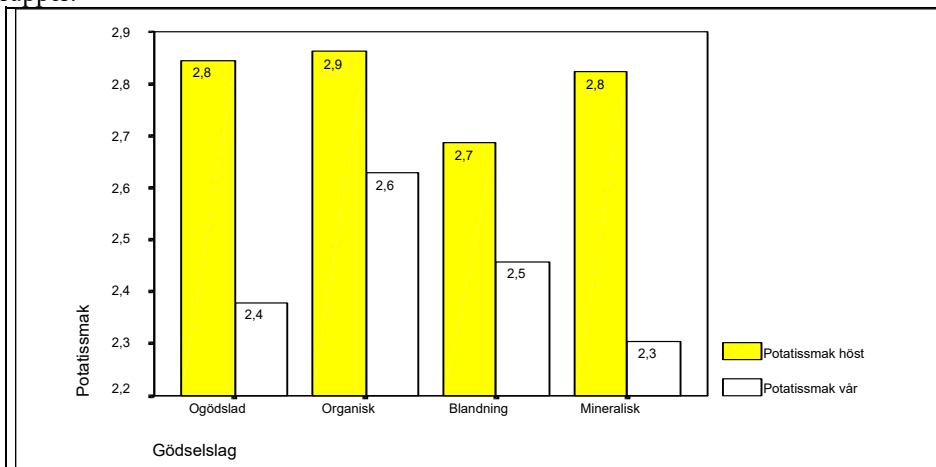
Figur 36 Förändringar i pH-värde samt medelvärde för dehydrogenasaktivitet i matjorden.

Antalet daggmaskar var högst i den organiskt gödslade gruppen vid två av de tre mätillfällena. Det lägsta antalet daggmaskar återfanns vid samtliga mätningar i den mineralgödslade gruppen.

Den biologiska omsättningen i marken mätt som dehydrogenas och ureas aktivitet samt markandning var högst i den organiskt gödslade gruppen och lägst i den mineraliskt gödslade. Det blandgödslade ledet låg aningen högre än det ogödslade ledet. Vad gäller ureasaktiviteten låg det blandgödslade ledet i stort sett i nivå med den organiskt gödslade gruppen. Innehållet av växtnäring visade inga stora skillnader mellan de gödslade leden. Den mineralgödslade gruppen tenderade till att ha de högsta värdena. Framförallt gällde detta halterna av fosfor. Av markkemiska egenskaper förtjänar även pH värdet att nämnas. Den organiskt gödslade gruppen uppvisade tydligt högre pH-värden än samtliga övriga led, framför allt under perioden 1970-1980.

Potatis

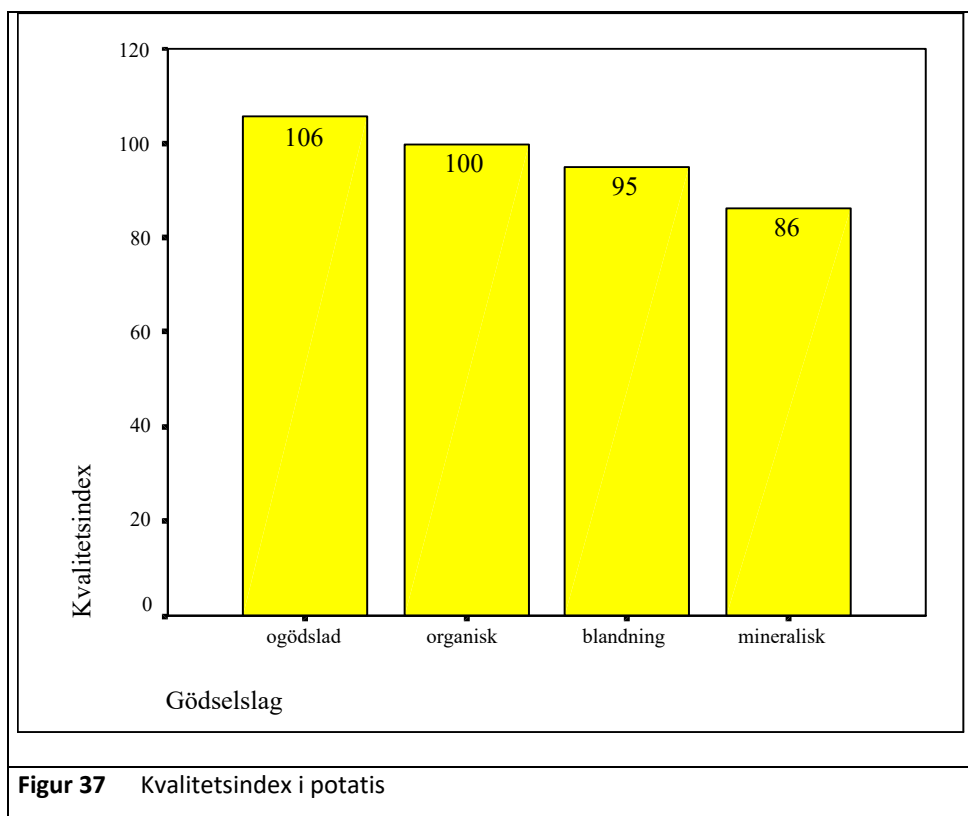
Skörden av potatis var ganska jämn i de tre gödslade grupperna. Angreppen av bladmögel i potatisen var signifikant högre i den mineralgödslade gruppen i jämförelse med den organiskt gödslade gruppen och det ogödslade ledet. Vid ympning av potatisvävnad med svamp uppvisade den organiskt gödslade gruppen den avgjort största motståndskraften. Störst utbredning fick svampangreppet i den mineralgödslade gruppen. Antalet huvudstjälkar / stånd var tydligt högst i de organiskt gödslade leden. Skillnaden var dock signifikant enbart i jämförelse med det ogödslade ledet som hade det lägsta antalet huvudstjälkar. Största antalet sidostjälkar uppvisade den mineralgödslade gruppen. Skillnaderna var här signifikanta gentemot samtliga övriga grupper. Andelen prima potatis var signifikant lägre i den mineralgödslade gruppen i jämförelse med såväl den organiskt gödslade som den blandgödslade gruppen. Detta gällde både vid sortering efter skörden som vid sortering efter lagring. Vad gäller smaktestningen uppvisar den organiskt gödslade gruppen de högsta värdena för potatissmak. Vid provsmakning direkt efter skörd på hösten var inte skillnaderna gentemot övriga led så stor medan de vid provsmakningen efter lagring av potatisen blir signifikanta gentemot samtliga övriga grupper.



Figur 36

Potatissmak, höst och vårvärden. Högsta möjliga smakvärde = 5

Den blandgödslade och den mineraliskt gödslade gruppen uppvisade på hösten relativt bra smak-värden vilka dock försämrades tydligt efter lagring. På hösten hade den ogödslade gruppen de lägsta värdena för besksmak och jordsmak, följda i bägge fallen av den organiskt gödslade gruppen. På hösten gav den mineralgödslade gruppen upphov till potatisar med den tydligaste jordsmaken. På våren fanns potatisar med jordsmak främst i det blandgödslade ledet. Det ogödslade ledet hade signifikant högre andel små potatisar och lägre andel stora potatisar i jämförelse med den mineralgödslade gruppen. Halten torrsbstans var signifikant lägre i den mineralgödslade gruppen i jämförelse med såväl det ogödslade ledet som den organiskt gödslade gruppen. När det gäller råprotein hade den mineralgödslade gruppen signifikant högre halter än samtliga tre andra gödslingsvarianter. Samma sak gällde även för värdena av extraktsönderfall, innehållet av fria aminosyror och värdena av vävnadsmörkfärgning. Det ogödslade ledet var lägst vad gäller mätvärdena från extraktmörkfärgningen följt av den organiskt gödslade gruppen. Det beräknade värdet för kvalitetsindex enligt Pettersson var i det ogödslade ledet och den organiskt gödslade gruppen signifikant högre än i den mineralgödslade. Felpoängen vid kristallbildsbedömningen skilde sig ej signifikant mellan de olika gödslingsgrupperna. Den organiskt gödslade gruppen hade minsta antalet felenheter i kristallbilden medan den mineralgödslade gruppen hade det största antalet felenheter. Värdena framgår av figur 37.

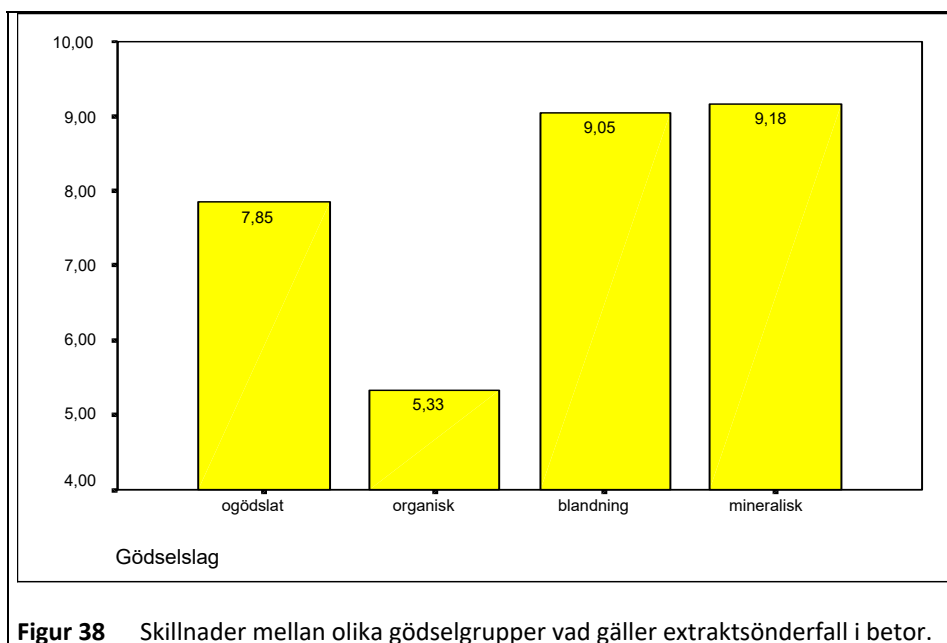


Betor

I betor gav alla de gödslade grupperna signifikant högre skörd än det ogödslade ledet. I övrigt fanns inga signifikanta skillnader vad gäller rotskörden. Skördarna i de olika grupperna framgår av tabell 33.

	Ogödslad	Organisk	Blandning	Mineralisk
Rotskörd, kg/ha	21337	45797	44993	48002
Blastskörd kg/ha	19165	36014	36450	38899
Fruktskörd %	51,1	56,3	55,6	55,7
Tabell 33 Skördenivåer i betor vid olika typer av gödselslag. Medelvärde 1958-1989.				

31 år av 32 gav det ogödslade ledet lägst skörd medan något mineralgödslat led gav högst skörd 15 år och något organiskt gödslat led gav högst skörd 13 år. Också vad gäller blastskörden avvek det ogödslade ledet från övriga grupper. Här var även skillnaden mellan mineralisk och organisk gödsling signifikant. Den organiskt gödslade gruppen skilde sig från övriga genom en högre fruktskörd. Skillnaderna i andelen prima betor var mycket små vid sorteringen efter skörden. Det ogödslade ledet hade en aningen lägre andel prima rötter. Vid sortering efter sex - sju månaders lagring var skillnaderna något större dock utan att bli signifikanta. Den högsta andelen prima rötter fanns i den organiskt gödslade gruppen följt av den blandgödslade, den ogödslade och sist den mineraliskt gödslade. Vid undersökningar av extraktsönderfall gav den mineralgödslade gruppen signifikant högre värden än den organiskt gödslade gruppen. Halten av torrsbstans var signifikant lägre i det blandgödslade ledet i förhållande till den rent mineralgödslade gruppen. I övrigt förelåg inga signifikanta skillnader.

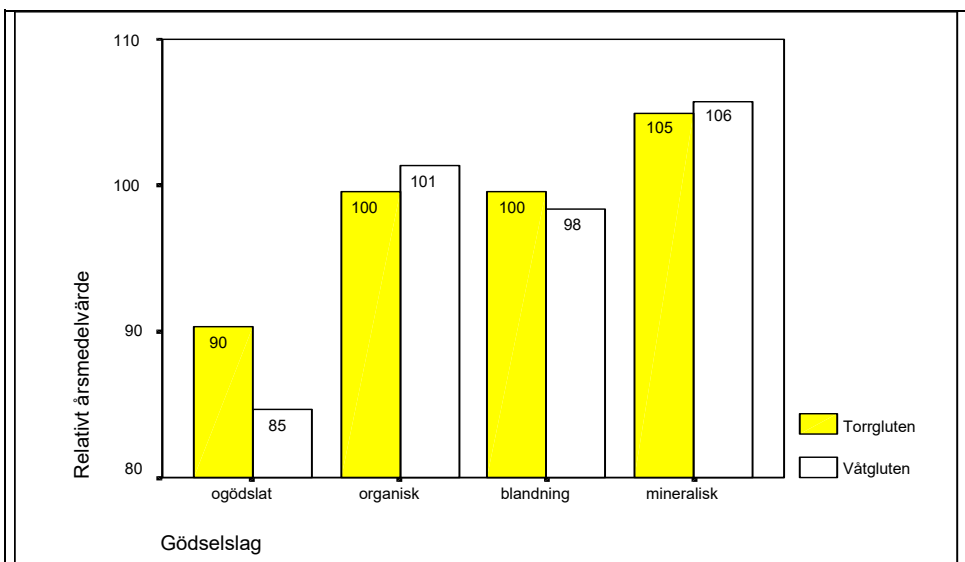


Vårvete

Skördenivån i vårvete var ganska jämn för de tre gödslade grupperna. Den ogödslade avvek dock från de övriga genom en signifikant lägre skörd av kärna och en tydligt lägre skörd av halm.

Skörd	Ogödslad	Organisk	Blandning	Mineralisk
Kärna kg/ha	2486,7	3169,8	3263,0	3295,0
Halm kg/ha	1998,6	2926,9	2725,3	2836,4
Fruktskörd	65,2	69,0	63,0	66,7
Tabell 34 Skördenivå i vårvete vid olika typer av gödselslag. Medelvärde för åren 1958-1989.				

Strålängden i vårvete var tydligt störst i de grupper som fått mineralgödsel. Både den blandgödslade och den rent mineraliskt gödslade gruppen avvek här signifikant från de två övriga grupperna. Den organiskt gödslade gruppen hade i sin tur signifikant längre strån än den ogödslade. Vad gäller andelen liggsäd avvek de mineralgödslade grupperna genom en tydligt högre andel liggsäd. Skillnaderna var här signifikant gentemot samtliga andra grupper. Också det blandgödslade ledet hade en tydligt högre andel liggsäd än de övriga två. Intressant att notera var även att den organiskt gödslade gruppen hade en något lägre andel liggsäd i jämförelse med den ogödslade. Halten torrgluten var högst i den mineralgödslade gruppen som avvek signifikant från den ogödslade vilken hade det lägsta värdet. Också halten våtgluten var lägst i den ogödslade och högst i den mineralgödslade gruppen.

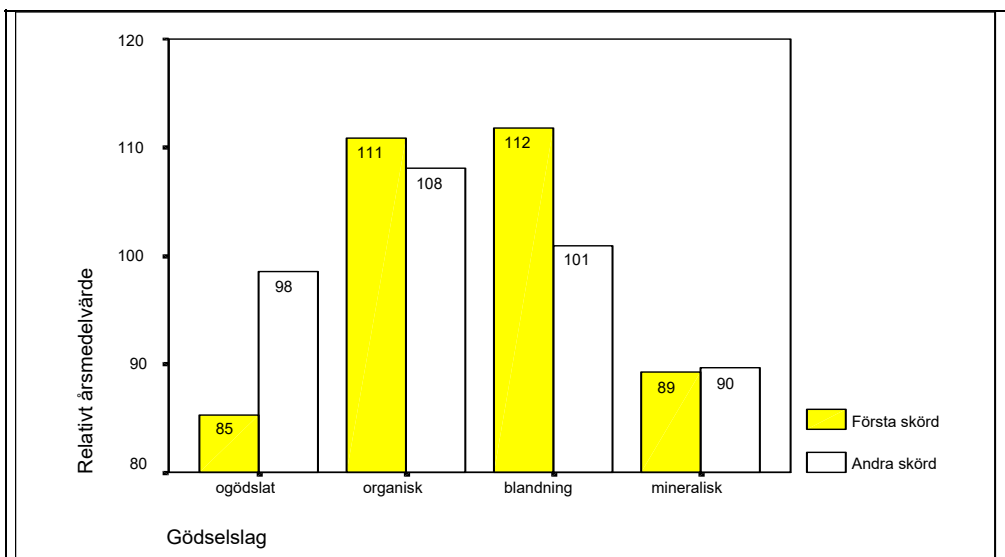


Figur 39 Relativa halter av torr- respektive våtgluten.
Årsmedelvärde för försöket= 100

Halterna av råprotein var i vårvete grupperade så att den ogödslade gruppen hade de lägsta värdena gentemot vilka den mineralgödslade samt den organiskt gödslade avvek genom signifikant högre värden. Vad gäller halten fria aminosyror samt extraktsönderfall förelåg inga stora skillnader mellan grupperna ej heller för halten torrs substans. Tusenkornvikten var signifikant högre i den organiskt gödslade gruppen gentemot den mineralgödslade som hade förvåningsvärt låga värden. Volymvikten skilde inte så mycket mellan de olika grupperna. Falltalet var i genomsnitt högst i den blandgödslade gruppen och lägst i den mineralgödslade. Skillnaderna var ej signifikanta. Inte heller grobarheten uppvisade signifikanta skillnader. Grobarheten var lägst i den ogödslade gruppen medan de övriga tre låg ganska jämt. Andelen små kärnor var högst i det ogödslade ledet. De övriga avvek inte så tydligt från varandra. De sämsta kristallbilderna återfanns i den mineralgödslade gruppen tillsammans med den ogödslade. Dessa två avvek tydligt om ej signifikant från de två övriga grupperna.

Vall

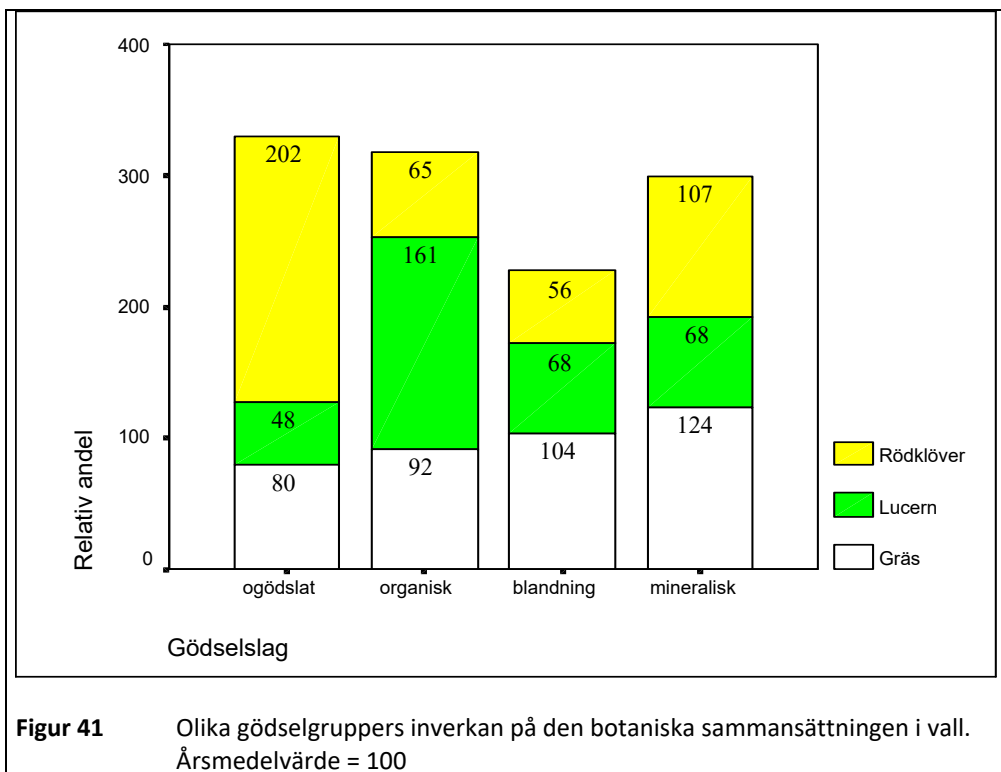
Första skörden av vall uppvisade en tydlig gruppering mellan de olika gödselgrupperna. Den blandgödslade och den organiskt gödslade gruppen bildade en duo med högre skördenivå medan den ogödslade samt den mineralgödslade bildade en grupp med lägre skördenivå. Skillnaden mellan dessa två grupper var signifikant. Vid andra skörden skilde sig den organiskt gödslade gruppen genom en signifikant högre skördenivå i jämförelse med den mineralgödslade gruppen. Den organiskt gödslade gruppen avvek här även tydligt om än ej signifikant från de två övriga gödselgrupperna.



Figur 40 Olika gödsel grupperns inverkan på skördenivån i första och andra skörd av vall. Årsmedelvärde = 100

Vad gäller den botaniska sammansättningen i andra skörden avvek den organiskt gödslade genom en signifikant högre lucernandel. Det ogödslade ledet avvek genom en

signifikant högre andel rödklöver. Detta förhållande fanns redan antytt vid första skörden men förstärktes ytterligare fram till andra skörden i vallen. De mineralgödslade och blandgödslade grupperna utmärkte sig genom en högre andel gräs i vallen. Denna skillnad till övriga grupper var ej signifikant. De fåtal bestämningar av torrsubstanshalten i vallen som utfördes visade de högsta halten torrsubstans i den organiskt gödslade gruppen. Denna grupp skilde sig signifikant från den mineralgödslade som hade de lägsta halterna torrsubstans. Den bästa övervintringen av vallen fanns i den ogödslade gruppen. Sämst övervintring fanns i den mineralgödslade gruppen för samtliga fyra växtslag som omfattades av undersökningarna. Övervintringen av alsikeklöver var signifikant högre i det ogödslade ledet och i den organiskt gödslade gruppen i jämförelse med den mineraliskt gödslade. Samma förhållande rådde hos rödklöver och ängsvingel. Övervintringen av timotej avvek här något från de andra genom att den blandgödslade gruppen hade den högsta övervintringen. Skillnaderna mellan leden var ej signifikanta.



Stegring av mineralgödselgivan

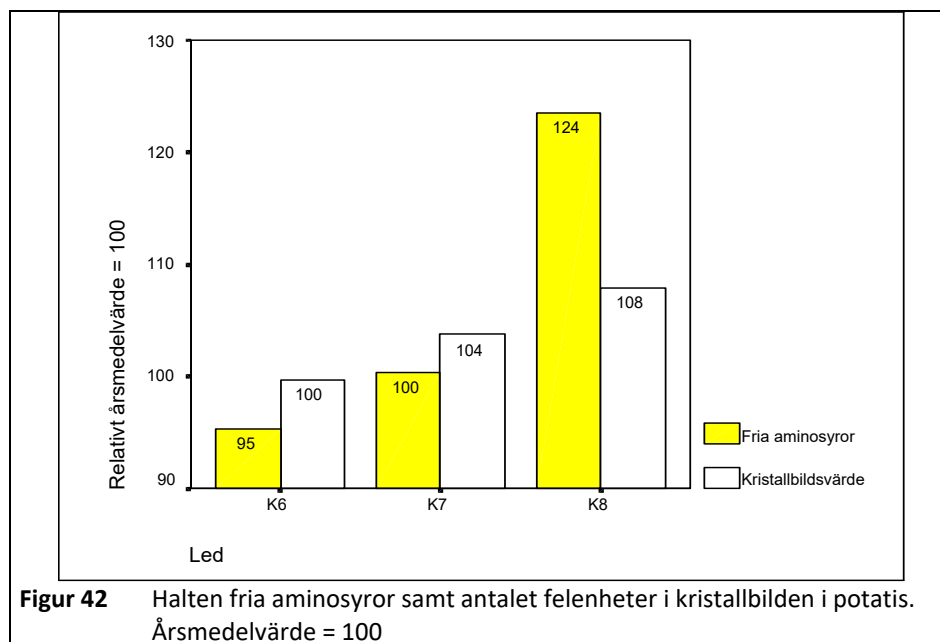
Jämförelsen grundar sig på leden K6, K7 och K8 varför diagram och en del andra mätvärden finns redovisade i resultatdelen.

Mark

Mellan de rent mineralgödslade leden K6, K7 och K8 förelåg inga större skillnader vad gäller markens fysikaliska egenskaper. Markkemiskt innehöll K8 något mera kväve i skiktet 25 - 35 cm och något mindre kväve i skiktet 50 - 60 cm åtminstone vid 1989 års mätningar. K8 avvek från K6 och K7 genom en högre andel fulvosyror i humusen. K7 och K8 hade betydligt högre halter fosfor i matjorden. I skiktet 25 - 35 cm var fosforhalterna högst i K8. K7 tenderade däremot till att ha den högsta andelen kalium i marken medan halten magnesium i avtog med tilltagande gödslingsintensitet. Detta tenderade även samtliga markbiologiska parametrar att göra.

Potatis

Potatisskörden var högst i K7 och lägst i K6. Inga skillnader var signifikanta. Angreppen av bladmögel uppvisade inga signifikanta skillnader mellan leden. De var störst i K8 och lägst i K7. Antalet huvudstjälkar/stånd var högst i K7 och lägst i K6. Däremot avvek K8 signifikant från de båda andra två leden genom ett markant högre antal sidostjälkar/stånd. Andelen prima potatis vid sortering på hösten var signifikant högre i K6 än i de två övriga leden. Vad gäller andelen prima potatisar vid sortering efter lagring uppvisade även här K6 de högsta värdena. Denna gång var dock inte skillnaderna signifikanta. Motståndskraften vid svampangrepp var högst i K7 medan K6 och K8 i stort hade samma värde. Skillnaderna var ej signifikanta.

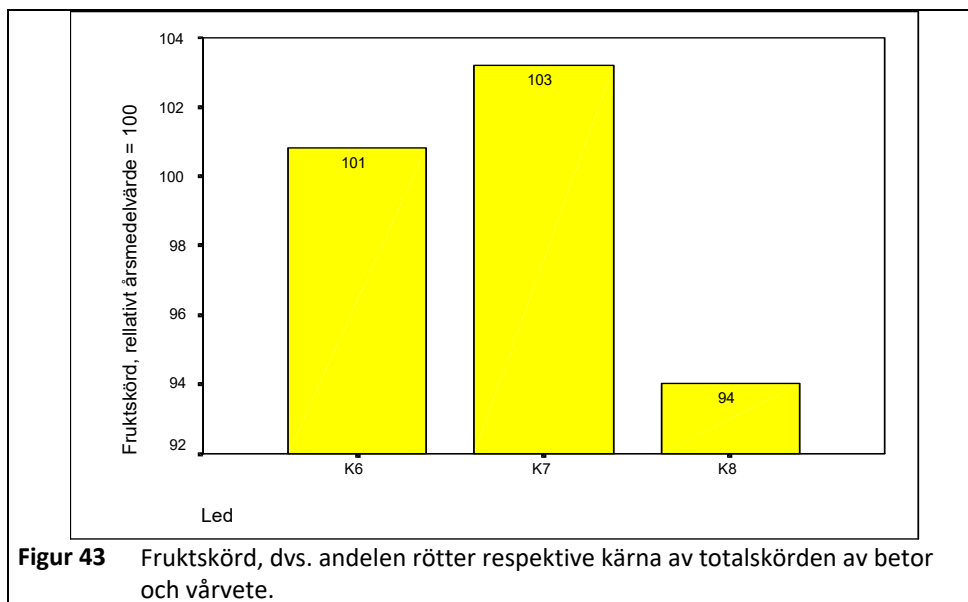


K8 tenderade till att ha den högsta andelen av såväl den allra minsta som den allra största potatisstorleken. K6 hade den högsta halten torrsbstans och K8 den lägsta. Skillnaden mellan dessa två led var signifikant. K8 avvek signifikant från såväl K7 som K6 genom högre halt fria aminosyror, högre halt råprotein, extraktsönderfall och lägre kvalitetsindex. Dessutom uppvisade K8 de högsta värdena av extraktmörkfärgning och vävnadsmörkfärgning samt de sämsta kristallbilderna.

Från smaktesterna förelåg inga signifikanta skillnader mellan leden. Vad gäller potatissmak hade K8 de högsta värdena på hösten och de lägsta på våren. K7 hade de sämsta på hösten och de bästa på våren. K6 uppvisade de sämsta värdena för besksmak på hösten och skilde sig här tydligare från K7 som då hade de bästa värdena. Skillnaderna på våren var dock i stort sett utsuddade. K8 hade de sämsta värdena för jordsmak såväl på hösten som på våren. Vid bägge tillfällena hade K6 de bästa värdena.

Betor

Rotskörden var högst i K8 följt av K7. Dessa led avvek signifikant från K6. Blastskörden var även signifikant högst i K8 följt av K7. Fruktskörden var högst i K7 och lägst i K8. Den extra mineralgödselgivan tenderade alltså att här stimulera bladtillväxten starkare än rottillväxten. Detta framgår av figur 42.



Den högsta halten av torrsbstans fanns i K7 liksom det högsta värdet för extraktsönderfall. Råproteinhalten var högst i K8. I samtliga dessa mätningar var värdena lägst i K6. Inga skillnader var dock signifikanta. Skillnaden mellan leden vad gäller andelen prima rötter vid sortering gav inte upphov till några signifikanta resultat. Vad gäller rot-halskvoten uppvisade såväl K6 som K7 en signifikant högre kvot än K8. K6 hade den högsta kvoten vad gäller detta mått på rötternas form.

Vårvete

Inte heller i vete uppvisade leden så många signifikanta skillnader. En stegring av mineralgödselgivan kan här sammanfattas som: högre blastskörd, lägre fruktskörd, högre halt råprotein, snabbare extrakt-sönderfall, lägre falltal, större andel små kärnor, sämre kristallbildsvärde, högre halter fria aminosyror, högre halt av torr- och våtgluten samt lägre tusenkornvikt och volymvikt. Strålängden och andelen liggsäd var signifikant högre i K8 än i K6 som hade en tydligt lägre andel liggsäd än K7.

Vall

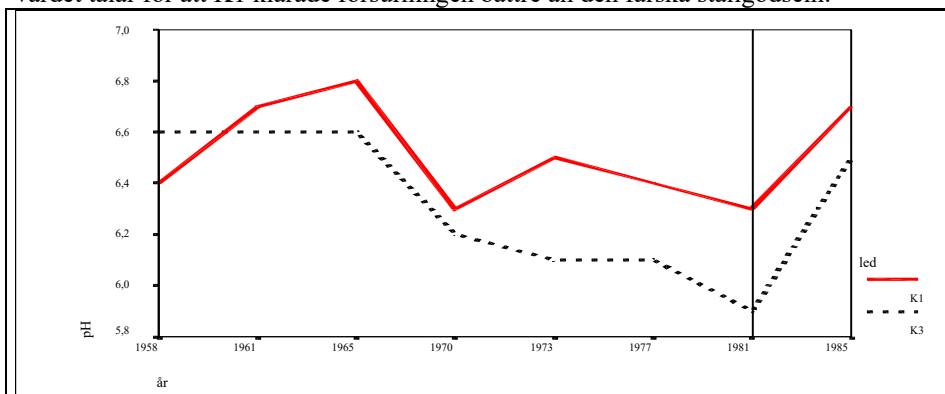
Vallen gödslades ej. Trots detta fanns vissa skillnader mellan de olika grupperna. K6 hade den högsta skördenivån vid såväl första skörden av vallen. Skillnaderna var dock inte signifikanta. Endast i ett avseende var mätvärdena i vallen signifikanta mellan grupperna. Det gällde halten torrs substans där K8 avvek från de två övriga genom en högre halt torrs substans. En stegring av mineralgödslingen tenderade att i den ogödslade vallen ge upphov till högre halter råprotein, större andel gräs, mindre andel rödklöver, något större andel lucern framför allt i andra skörden och något mera ogräs i samband med första skörd. Övervintringen av vallgrödan var tydligt bättre i det led som fått den lägsta kvävegivan. K6 avvek vad gäller gräsen signifikant mot de två andra leden genom en bättre övervintring. Också för klöverarterna var övervintringen tydligt bäst i K6 även om skillnaderna här ej var signifikanta. I samtliga fyra vallgrödor ordnar sig leden enligt stigande kvävegiva med K8 som det led som hade den sämsta övervintringen.

Olika former av organisk gödsel

En jämförelse mellan K1 och K3 ger oss en beskrivning av eventuella skillnader mellan en mark och gröda som har gödslats med färsk stallgödsel och en som har gödslats med kompost samt behandlats med de biodynamiska preparaten.

Mark

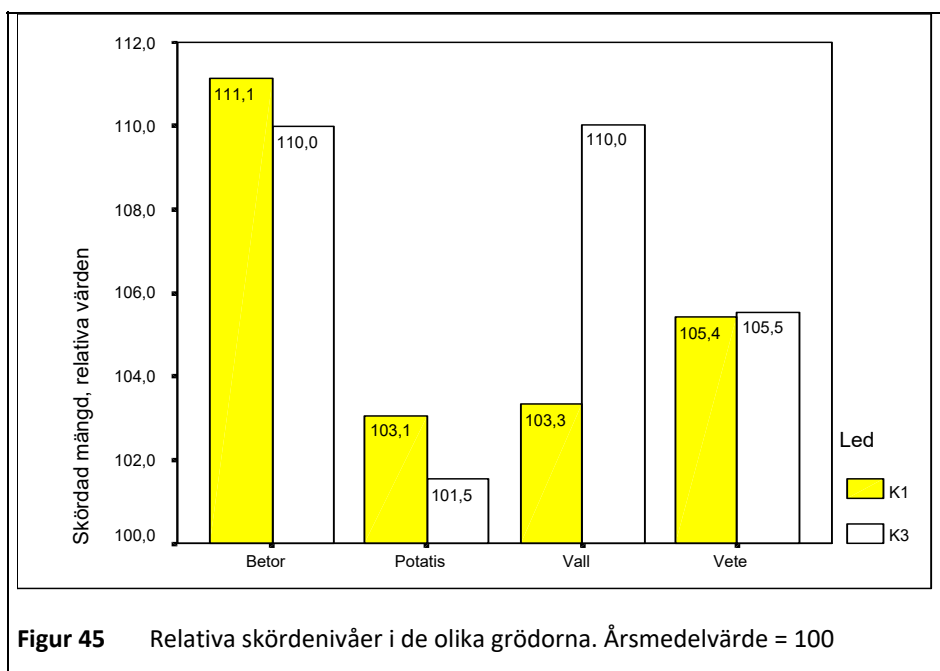
Skillnaderna mellan gödselslagens inverkan på marken kommer främst till synes i de markbiologiska undersökningarna samt i några av de markkemiska. Utvecklingen av pH-värdet talar för att K1 klarade försurningen bättre än den färska stallgödseln.



Figur 44 Förändring i pH-värde i K1 och K3. Vertikal linje markerar tidpunkt för påbörjad kalkning.

Det led som gödslats med färsk stallgödsel hade aningen högre halter av kväve i marken. Möjligen var det detta som gjorde att ureasaktiviteten var högre ned till 35 cm djup i marken. Djupare ned var dock ureasaktiviteten högre i K1. Dehydro-genasaktiviteten var genomgående högst i K1 medan antalet dagmaskar var i stort sett lika.

Den genomsnittliga skördenivån i de fyra grödorna var nästan exakt den samma i de två försöksleden. Jämfört med försöksmedel låg K3 på 6,4% över och K1 på 6,2% över medelvärde för samtliga led. Det var vanligare med högre skördenivåer i K3 vad gäller vall medan det för potatis, betor och vårvete var vanligare med högre skördar i K1. Detta framgår av figur 45.



Potatis

Skillnaden mellan K1 och K3 vad gäller mottagligheten för bladmögel var stor. I cirka 80% av graderingarna hade K1 lägre angreppsgrad än K3. Halten fria aminosyror var något lägre i K1 liksom mätvärdena för vävnadsmörkfärgning. Värdena för extraktsönderfall var dock något högre i K1 som dessutom uppvisade något högre kvalitetsindex samt bättre kristallbildsvärden och betydligt lägre extraktmörkfärgning. Storleken av potatis skilde ej så mycket mellan leden. En svag tendens fanns att K3 hade största andelen små och medelstora potatisar medan K1 uppvisade en större andel mycket stora potatisar. Sorteringsförlusterna var lägre i K1 liksom totalsvinnet efter lagring. Utbredningshastigheten vid svampinfektion var större i K3. Smakmässigt uppvisade K1 den tydligaste potatissmaken såväl vid höst- som vid vårprovtagningen. Samtidigt hade detta led de lägsta värdena för bismaker. Antalet huvudstjälkar var aningen större i K1 liksom antalet sidostjälkar.

Betor

Rotskörden var något större i K1 liksom blastskörden. Hals/rotkvoten var något större i K1. Sorteringsförlusterna var något större och lagringsförlusterna något mindre i K3.

Vete

Kärnskörden var något högre i K1 liksom halskörden. Halten torrsbstans och fria aminosyror var lägre medan halterna av råprotein samt organiska syror var högre i K1. Dessutom var mätvärdena för extraktsönderfall högre i K1. Falltalet var högre i K3 medan K1 hade högre grobarhet och andel stora kärnor. K1 uppvisade även de bästa kristallbilderna medan mätvärdena för sönderfallstest var aningen större i K3. Glutenhalten, såväl torrgluten som våtgluten, var högre i K1 medan tusenkornvikten var lägre. Volymvikten var i stort sett den samma i bägge leden.

Vall

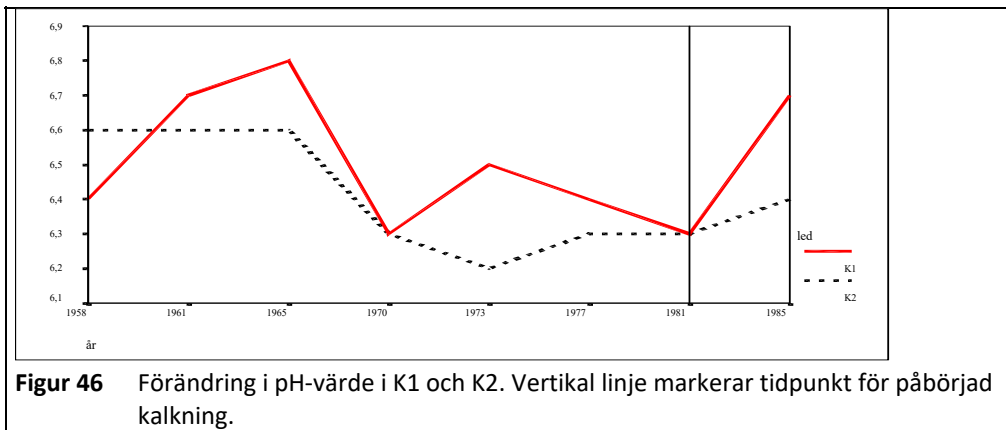
Vallskörden var högst i K3. Detta gällde framför allt första skörden. K1 hade en signifikant högre andel lucern i första och i andra skörden. Andelen klöver var signifikant högre i K3 vid andra skörden. Intressant nog hade K1 en något högre andel rödklöver vid första skörden. Till detta kan fogas att andelen gräs var högre i K3, såväl vid första som andra skörd. Övervintringen av rödklöver, timotej, och ängssvingel var högst i K3 som hade den bästa sammanlagda övervintringen. Övervintringen av alsikeklöver var något bättre i K1. Andelen råprotein var tydligt högre i K1.

De biodynamiska fältpreparaten

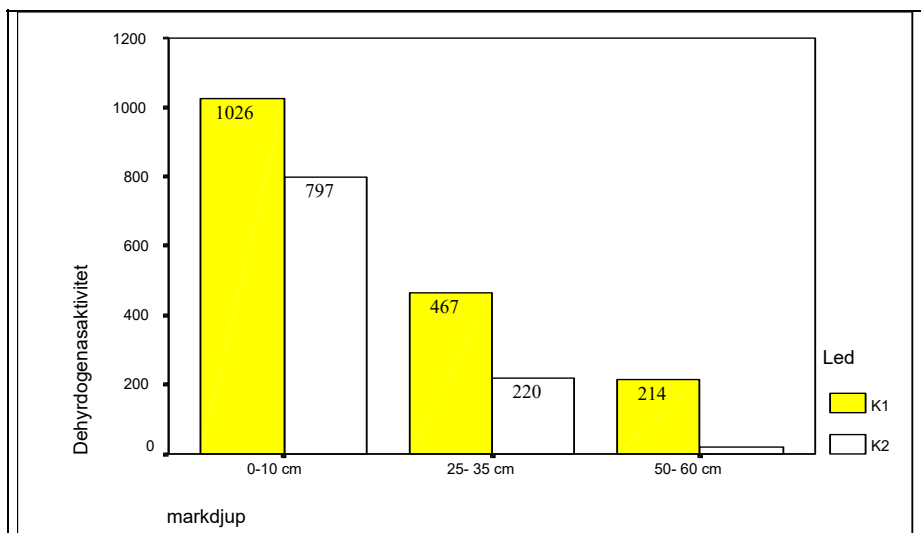
Denna analys grundar sig på en jämförelse mellan K1 och K2. I båda leden användes de olika biodynamiska kompostpreparaten i samband med komposteringen. I K1 kom dessutom de två fältpreparaten till användning,

Mark

Det fanns en tendens till högre pH - värden i K1 än i K2. K1 reagerade också kraftigare på kalkningen vilket kommer till uttryck i den mer markerade stegringen av pH-värdet i detta led under åren 1981-1985.

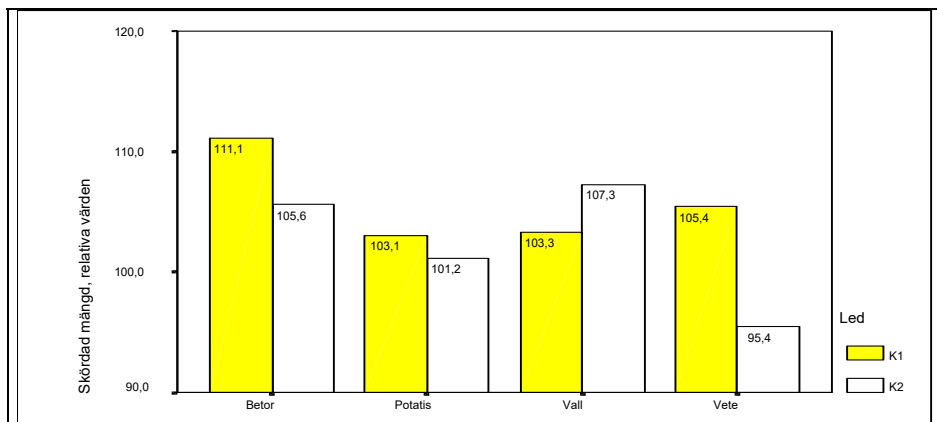


1976 var det stor skillnad mellan K1 och K2 vad gäller kolhalten i marken. Då denna skillnad var nästan borta i senare mätningar kan detta tolkas på två sätt. Antingen var det fråga om mätfel eller också var mullhaltsökningen snabbare initialt i K1 än i K2 för att senare jämnas ut. Kolhalterna tenderade i djupare skikt att vara högre i K1 än i K2. Denna skillnad försvann inte vid de senare analyserna. Också kolkväve kvoterna tenderade att vara högre i K1. Vad gäller den enzymatiska aktiviteten uppvisade K1 i stort sett genomgående högre värden än K2, framförallt i de djupare markskikten.



Figur 47 Dehydrogenasaktiviteten i olika markdjup. Jämförelse mellan K1 och K2.

Om skördarna kan rent allmänt sägas att av de 127 skördetillfällena hade K1 högre skörd vid 80 tillfällena fördelat på 22 tillfällena i betor, 18 i potatis 13 i vall samt 27 i vårve.



Figur 48 Relativa skördenivåer i de olika grödnerna. Årsmedelvärde = 100.

Potatis

I potatisen hade K1 en något högre skördenivå, markant mindre angrepp av bladmögel, något tydligare potatissmak men samtidigt tydligare bismaker. Antalet huvudstjälkar per stånd var ungefär det samma i bägge leden medan antalet sidostjälkar var lägre i det preparatbehandlade ledet. K2 hade en större andel prima potatis vid sorteringen efter skörden. Denna sortering visade även att K1 hade en tydligt större andel små potatisar, mindre andel medelstora, större andel stora och tydligt större andel mycket stora potatisar. Andelen avrens efter lagring var ungefär lika stor i de två leden, medan K1 uppvisade en större motståndskraft mot svampinfektioner. K1 hade en något lägre vävnadsmörkfärgning medan värdet för extraktmörkfärgningen var i stort sett lika mellan leden. Extraktsönderfallet var något snabbare i K1. Halten torrsbstans var i likartad mellan leden medan halten råprotein och fria aminosyror var lägre i K1. Till sist skilde sig K1 genom något sämre kristallbildsvärde men samtidigt något bättre kvalitetsindex.

Betor

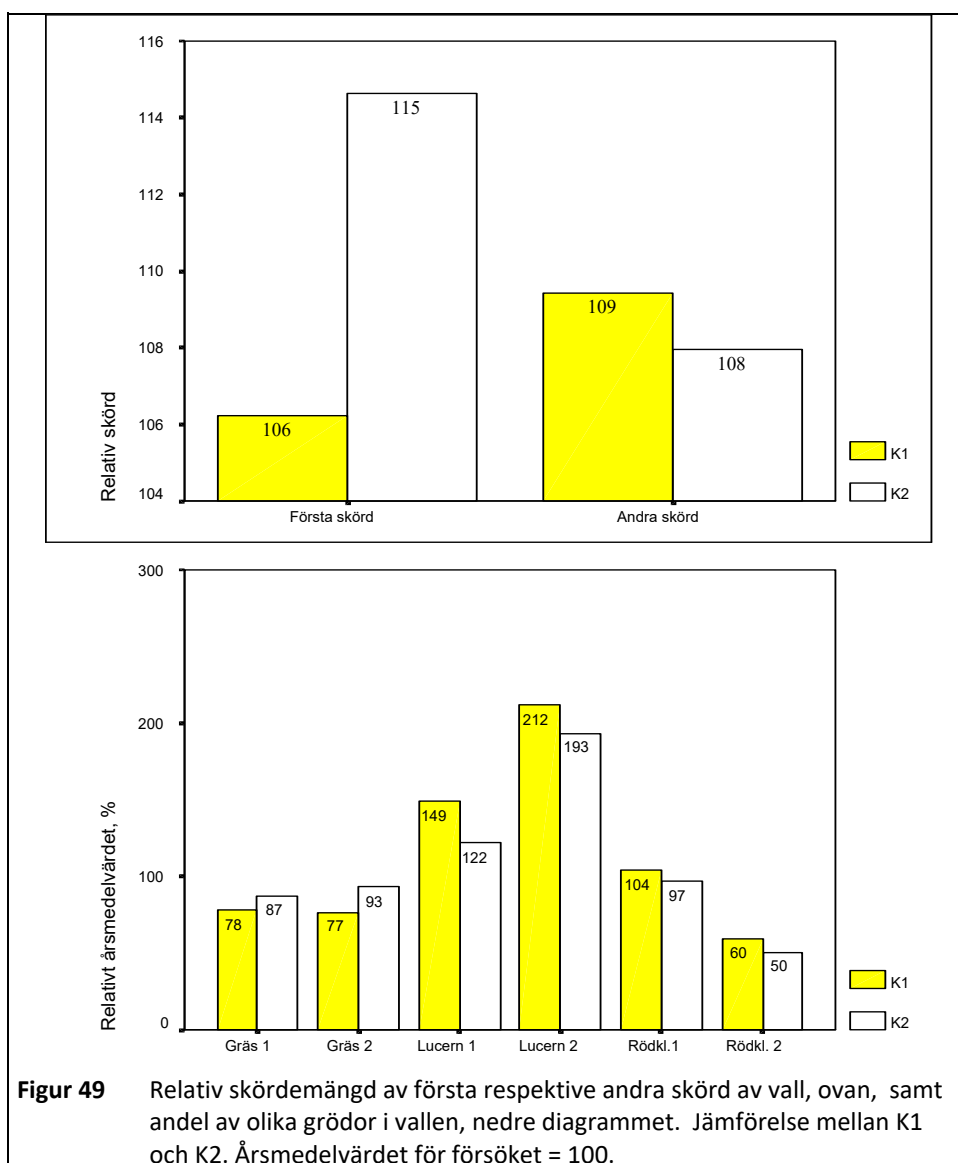
K1 uppvisade en högre skörd av rötter, ungefär samma skörd av betblast och därigenom en högre fruktskörd. Dessutom hade K1 en lägre halt av torrsbstans och råprotein samt ett snabbare extraktsönderfall. Vad gäller sortering och lagring uppvisade K1 såväl mindre sorterings- som lagringsförluster. Betorna i K1 hade dessutom en högre hals/rotkvot.

Vårvete

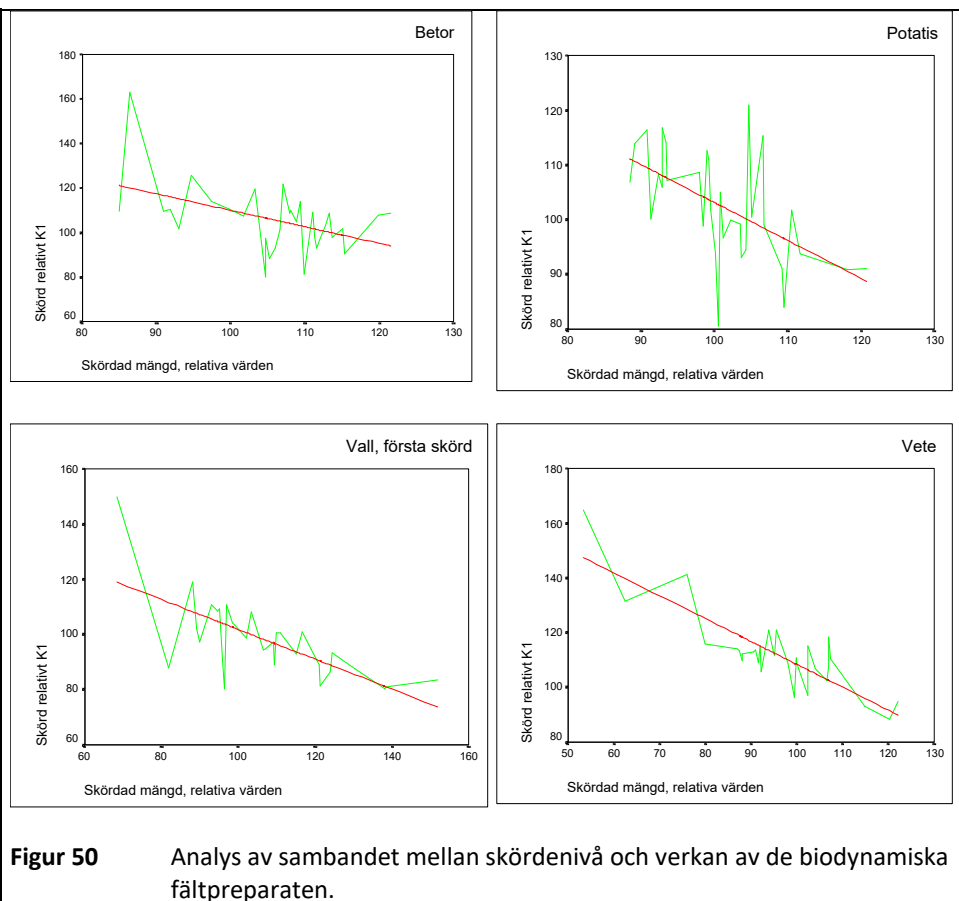
Skörden av vårvete låg tydligt högre i K1. Detta gäller kärnsköörden och i ännu högre grad halmsköörden. Skillnader mellan leden låg här på omkring 10 procentenheter. K1 uppvisade dessutom högre grobarhet, kortare strå, mindre andel liggsäd, högre andel stora kärnor, högre volymvikt, samt lägre tusenkornvikt. Vidare skilde sig det led som behandlats med fältpreparaten genom en lägre halt av torrsbstans och råprotein samt en högre halt fria aminosyror. K1 hade ett lägre falltal, lägre halt organiska syror, högre halt torrqluten och en lägre halt våtqluten. Till sist hade K1 färre felenheter i kristallbildningen, samt en högre grad av extraktsönderfall.

Vall

I vallgrödan skilde sig K1 från K2 genom en lägre första skörd men en högre andra skörd. Övervintringen var bättre i det preparatbehandlade ledet. Detta gällde samtliga grödor i vällen såväl gräs som baljväxter. Vid den botaniska analysen gav K1 en lägre andel gräs samt en högre andel baljväxter. Detta gällde såväl vid första som vid andra skörden. Det var framför allt andelen lucern men även andelen rödklöver som var högre i K1. Vallgrödan i K1 hade en något lägre halt såväl av torrsbstans som av råprotein.



Preparaten tycktes påverka skördemängden starkare vid låga skördenivåer medan verkan på skördemängden nästan helt försvann, eller blev negativ, vid höga skördenivåer. Denna tendens fanns i alla fyra grödorna men var tydligast i vårvete och vall. Genom linjär regression uppkommer diagrammen i figur 50, på nästa sida. Här visas de relativa skördenivåerna för K2 på x-axeln och den relativa skördeförändringen genom de biodynamiska fältpreparaten på y-axeln.



Ett ökat antal odlingsdagar tycktes öka skördeskillnaden mellan K1 och K2, åtminstone i potatis. År med låg nederbörd fram till midsommar tenderade att ge tydligare skördehöjande effekter av fältpreparaten i första skörden av vall. För potatis var förhållandena det omvända. Här gav regniga säsonger högre skördestegrande effekter av preparatbehandlingen. Det var framför allt regn under senare delen av säsongen som var av betydelse. För potatis var det dessutom så att en hög temperatursumma fram till 1/7 var svagt negativt korrelerad till högre skördenivåer i K1. Även här var förhållandena omvända för vällen där en hög temperatursumma fram till 1/7 var positivt korrelerad till högre skördenivåer i K1. En stegring av potatisskörden i K1 var positivt korrelerad med en nederbördsrik säsong medan den var negativt korrelerad till andelen små potatisar. Gentemot K2 ökade alltså skördarna i K1 under regniga somrar främst genom att potatisarnas storlek ökade. Varma år tenderade att vara negativt korrelerade till ökade skördar vid preparatbehandling.

År med högre skördar i K1 tenderade potatisen i detta led dessutom till att ha lägre halt fria aminosyror, lägre halt råprotein, lägre extraktmörkfärgning, högre kvalitetsindex, lägre lagringssvinn och bättre kristallbilder. Stegrade skördenivåer i K1 tenderade att

dessutom vara positivt korrelerade till tidig sådd och sen skörd, dvs. lång odlingssäsong, samt till ökade givor av kalium.

Antalet behandlingar med 500 var positivt korrelerad till värdet för extraktmörkfärgning, dvs. upprepade behandlingar med 500 höjde värdet för extraktmörkfärgning. I övrigt framkom inga signifikanta skillnader vad gäller antalet behandlingar med fältpreparaten. Tendenserna var dock att ett ökande antal behandlingar med 500 sänkte halten aminosyror, råprotein och torrsubstans samt något sänkte mätvärdet för vävnadsmörkfärgning. Dessutom förbättrades lagringsduglighet, kvalitetsindex och kristallbildsvärde. Vad gäller preparat 501 tenderade år med ett ökat antal behandlingar att ge K1 något högre värden av fria aminosyror, råprotein, extraktmörkfärgning, extraktsönderfall och vävnadsmörkfärgning samt lägre värden för torrsubstanshalt och kvalitetsindex. Värdena för kristallbilderna förbättrades svagt.

I betor var ökade skördeskillnader av rötter mellan K1 och K2 positivt korrelerad till skördeskillnader av betblast. Ökningen av rotskörden var förhållandevis mindre än ökningen av blastskörden. Detta kan tolkas som att preparaten starkare stimulerade tillväxten av blast än av rötter i betor. I såväl rot som blast var preparatens skördestegrande effekter var något större mot slutet av försöksperioden. Även denna verkan var större i blast än i rot. Fruktskörden var positivt korrelerad till antalet behandlingar med humuspreparatet. Rotskörden tenderade att öka medan blastskörden minskade svagt vid ökat antal behandlingar.

Kiselpreparatet tenderade att vid ökat antal behandlingar sänka skörden av såväl rot som blast. Antalet behandlingar med fältpreparaten per säsong avtog dock under försöksperiodens gång, speciellt vad gäller 501. Det är därför omöjligt att säga om denna effekt berodde på förändrade betingelser mot slutet av försöksperioden eller på antalet behandlingar. År med långa odlingssäsonger gav det preparatbehandlade ledet en högre torrsubstanshalt. Stegringen av ts-halten var positivt korrelerad med tidig sådd och med sen skörd. Höga gödslingsnivåer tenderade att sänka preparatens skördestegrande effekt på såväl rot som blast. Detta gällde såväl kväve som fosfor.

Första skörden av vall visade större skördestegringar i K1 under de år som var torra och varma. Andra skörden däremot uppvisade ökande skördenivåer under år där framför allt försommaren var något regnig och säsongen i övrigt kall.

Antalet behandlingar med fältpreparaten gav inte upphov till några tydliga tendenser. Möjligen kan sägas att ett ökande användande av 500 ledde till lägre nivåer på första skörden samt till höjda nivåer på andra skörden. Ökande antal behandlingar med 501 sänkte dock andelen gräs vid första och även i andra skörden. Flera besprutningar med 500 tenderade även att höja råproteinhalten medan 501 här verkade i motsatta riktningen. Högre skördenivåer i K1 var dessutom positivt korrelerade till högre andel lucern i första skörden och även i viss mån i andra skörden. En högre andel av lucern i första skörden var dock negativt korrelerad till ökade skördenivåer vad gäller andra skörden.

Preparatens skördehöjande effekt på skörden av vårvete var inte tydligt korrelerad vare sig till nederbörd, temperatur eller till antalet behandlingar. Högre kärnskörd i K1 var positivt korrelerad med högre halt fria aminosyror, högre halmskörd, tydligt högre

fruktskörd, sänkt halt råprotein, högre falltal, sämre grobarhet, sämre kristallbildsvärde, lägre tusenkornvikt och volymvikt samt lägre halt av såväl organiska syror som torr och våtgluten. Kärnskorde tenderade att öka mer än halmskorde vid behandling med fältpreparaten. År med positiv effekt av fältpreparaten på halmskorde ökade andelen små kärnor. Utöver detta fanns en hel mängd signifikanta samband mellan olika variabler. Följande uppställning visar några av dessa

Variabel 1 var	positivt korrelerat till Variabel 2
Fria aminosyror	Tusenkovnvikt, sen skörd
Falltal	Stor andel stora kärnor, sämre kristallbild, högre organiska syror, tidig sådd, varma säsonger
Antal behandlingar med 501	Sänkt andel små kärnor, förbättrat kristallbildsvärde
Torrsubstanshalt	Halt av våtgluten
Tusenkovnvikt	Ökad skörd
Tabell 35 Några olika variablers samband vid behandling med fältpreparaten i vårvete.	

Om man genom linjär regression framställer verkningarna av de biodynamiska preparaten på skördemängden som funktion av de 32 försöksåren fås de grafer som visas i figur 51. Preparatens verkningar tenderade till att bli mindre skördehöjande under försöksperioden i vall och vete medan tendensen i potatis och betor var den omvända. Verkningarna på skördemängderna av vetealm och betblast tycktes båda ha tilltagit under försöksperiodens gång.



Figur 51 Regressionsanalys av fältpreparatens verkningar under försöksperioden. Grödor är överst från vänster betor, potatis och i nedre raden från vänster första skörd vall och vårvete

Diskussion

K-försöket anlades mera som en odling att få grödor ifrån, än som ett regelrätt fältförsök. Till sin uppläggning saknade K-försöket mycket av det som idag kan ställas som krav vid ett jämförande försök. Avsaknaden av upprepningar gör att en diskussion av resultaten från detta försök endast kan bli meningsfull om också resultaten från andra mer regelrätt anlagda försök tas med i sammanhanget.

Genom att grödorna i K-försöket gödslats på olika sätt erhöles ett brett spektra av livsmedel på vilka olika metoder för kvalitetsundersökningar kunde arbetas fram. Det var denna metodutveckling som var den primära målsättningen med K-försöket. Det är därför så många olika analysmetoder har prövats medan så få har kommit till användning under hela den 32- åriga försöksperioden.

Först när K-försöket löpt i 15-20 år fick det ytterligare en betydelse. På grund av den långa försökstiden hade K-försöket då kommit att bli unikt vad gällde att kunna beskriva olika gödseltypers inverkan på mark och gröda. Vid denna tidpunkt stabiliserades också analyserna så att en bas av olika analyser genomfördes varje år.

Men K-försöket hade också en annan målsättning. Försöket var avsett som pilotprojekt. Genom K-försöket skulle man inte bara finna adekvata mätmetoder man skulle dessutom inspireras till forskningsfrågor som i sin tur kunde inspirera till mera regelrätt utformande fältförsök. En rad sådana försök kom också till genomförande.

Försökets målsättningar

Experimentellt arbete innebär oftast att frågeställningarna måste begränsas till några mätområden medan övriga betingelser försöker hållas så konstanta som möjligt. Här skall inledningsvis diskuteras om hur ambitionerna med K-försöket förverkligades samt genom vilka begränsningar detta var möjligt.

Likvärdig skördenivå?

I K-försöket var skördenivån en faktor som skulle vara så likartad som möjligt mellan flertalet försöksled. Denna grundbetingelse för försöket innebar såväl möjligheter som begränsningar. Möjligheterna bestod i att vid en likartad skördenivå skulle skillnaderna mellan försöksleden vad gäller övriga egenskaper kunna hänföras till gödslingen. De led som i främsta rummet på detta sätt skulle vara jämförbara var K1, K3, K4 samt ett av de mineralgödslade leden K6, K7 eller K8. En sammanställning av resultaten från försöket visar att skördenivåerna i K1, K3, K4 samt K7 och K8 var ungefär likartade. Endast vallgrödan avvek från detta därigenom att de mineralgödslade leden kom att hamna cirka 15 till 20 procentenheter lägre än övriga led. Detta framgår av tabell 36.

Gröda \ Led	K1	K3	K4	K7	K8
Betor, rot	111,4	110,3	107,2	111,7	117,1
Potatis	103,6	100,7	104,5	105,8	103,5
Vall	104,5	110,0	108,2	91,0	91,9
Vete	105,3	104,7	105,0	106,9	105,5
Medel	106,2	106,4	106,2	103,9	104,6
Tabell 36 Relativa skördevärden för några olika led 1958-1989. Försöksmedel =100					

Resultaten från K-försöket borde alltså kunna erbjuda en grund för en diskussion om gödslingens inverkan på grödornas och markens egenskaper. Kvalitativa skillnader mellan leden kan alltså inte hänföras till kvantitativa skillnader vad gäller skörd.

Jämförelse av gödselslag eller odlingssystem?

För odlaren är gödslingen endast en del av de åtgärder han sätter in. Tillsammans med andra åtgärder formar sig odlarens verksamhet till ett odlingssystem. Här ligger en av oklarheterna i samband med K-försöket. Försöket har av många också uppfattats som en jämförelse mellan odlingssystem. Delvis ligger denna missuppfattning redan förborgad i försöksuppläggningsen.

Om K1 kan sägas att det på gödslingens område motsvarar förhållandena i en biodynamisk odling. Men på flera områden innebär försöksuppläggningsen avsteg från praxis inom denna odlingsform. Växtföljden i försöket är kortare och innehåller stor andel hackfrukter. Dessutom är vallens liggtid kortare. Gödslingsmängderna är också högre än vad som är brukligt. Det skulle vara svårt att genomföra denna odling i praktiken och samtidigt hålla fast vid den biodynamiska grundprincipen att varje gård skall vara självförsörjande med foder och gödsel, speciellt under försöksperiodens mellersta del när gödselgivorna var som högst. Detta gäller i lika hög utsträckning om K2 och K3.

Vad gäller de mineralgödslade leden måste även där konstateras att ambitionen att kunna jämföra olika gödselslag med varandra har fjärrmat försöket från den praktiska verkligheten. Försökets uppläggning med växtföljd, sortval och olika andra odlingsåtgärder innebar en kompromiss som inte heller gjorde en odling som använder mineralgödsel full rättvisa. Den helt ogödslade vallen, att potatisblasten slogs av så fort bladmögelangreppet hotade potatisknölarna i stället för att behandlas med kemiska medel är exempel på avsteg från den form av odling där kemiska insatsmedel kommer till användning.

K-försökets starka inriktning på att jämföra olika gödselslag samt på att skapa förutsättningar för utvecklandet av kvalitetspåvisande metoder förtar alltså möjligheten att jämföra hela odlingssystem. Samtidigt fanns i hela försökets uppläggning en intention att kunna jämföra just detta. När vi jämför till exempel K1 med K2 eller K3 är det just odlingssystem och inte gödselslag vi studerar. Skillnaden mellan K2 och K3 går inte att enkelt härleda till skillnaden mellan kompost och färsk stallgödsel. Till komposten i K2 hade dessutom tillsatts de biodynamiska kompostpreparaten. Skillnaden mellan K1 och K2 ligger även den i hur de biodynamiska preparaten använts och inte i gödslingen.

Här finner vi alltså att försöket trots allt innehåller inslag av att vara en jämförelse mellan odlingssystem vid sidan om ambitionen att jämföra gödselslagen inverkan på grödorna och markens egenskaper. När det i fortsättningen kommer att diskuteras såväl skillnader mellan gödselslag som mellan odlingssystem måste dessa begränsningar hållas tydligt i minnet.

Bekräftas K-försöket av andra fältförsök?

Två "dotter försök" utvecklades ur K-försöket och genomfördes 1971-1976 i Uppsala och 1971.-1979 i Järna. Dessa försök kommer här att kallas UJ-försöken. Resultaten finns rapporterade i Dlouhy, 1981 och Pettersson, 1982.

I UJ-försöken jämfördes två olika odlingssystem, biodynamiskt jordbruk och konventionellt jordbruk. De inkluderade jämförelser med hänsyn till växtföljd, gödsling och använda bekämpningsmedel i konventionella system.

Samband mellan mätmetoder

I UJ-experimenten observerades signifikant korrelation mellan råprotein och flera andra använda mätmetoder (Pettersson 1982). I tabell 37 ges en översikt av dessa samband. Resultaten från K-försöket bekräftar i stort dessa samband mellan råprotein och de av nedanstående analysmetoder som kom till användning i detta försök.

Gröda	Jämförd parameter	Typ av samband	Signifikans, P<
Potatis	torrsubstanshalt	negativt	0,001
	relativ halt renprotein	negativt	0,01
	EAA-index	negativt	0,001
	askorbinsyra	negativt	0,001
	kokkvalitet	negativt	0,01
	smakkvalitet	negativt	0,001
	halt fria aminosyror	positivt	0,001
	extraktsönderfall	positivt	0,001
	extraktmörkfärgning	positivt	0,001
Vete	EAA-index	negativt	0,01
	extraktsönderfall	positivt	0,001
	falltal	positivt	0,05
	gluteninnehåll	positivt	0,01
	bakningsförmåga	positivt	0,01
Tabell 37	Råproteinets samband med några andra egenskaper. Sammanställt ur Pettersson, 1982		

Potatis

I de båda UJ-försöken med kortare försöksperioder var skörden av potatis signifikant lägre i de biodynamiska varianterna. Detta var delvis ett resultat av högre skördeförluster orsakade av Phytophthora i de biodynamiska leden och användningen av kemiska bekämpningsmedel i de konventionella gödslings varianterna.

Tendensen till ett högre värde av torrsubstans i de biodynamiska varianterna i K-försöket fanns även i de båda UJ - försöken och var där signifikant. Råprotein-mängden var också signifikant högre i de mineraliskt behandlade leden, medan andelen renprotein var signifikant högre i de biodynamiskt behandlade leden. Värdet av fria aminosyror var lägre i de biodynamiska varianterna. Den högre kvaliteten på protein i de biodynamiskt odlade grödorna fastställdes genom att jämföra det relativa innehållet av essentiella

aminozyror och det biologiska värdet av protein, beräknat som EAA-index. Värdet var signifikant högre för de biodynamiska systemen.

I både K-försöket och UJ-försöken visade det sig att mörkfärgningen av såväl vävnad som extrakt var mer framträdande och utvecklades fortare i de mineraliskt gödslade leden än i de organiskt gödslade. Skillnaden var signifikant i UJ-försöken.

Mätningar av extraktsönderfall i K-försöket visade att de organiskt gödslade leden i genomsnitt hade ett lägre värde av sönderfall än de andra varianterna. Liknande resultat återfanns med signifikanta skillnader i en jämförelse av de konventionella och de biodynamiska behandlingarna i UJ-experimenten.

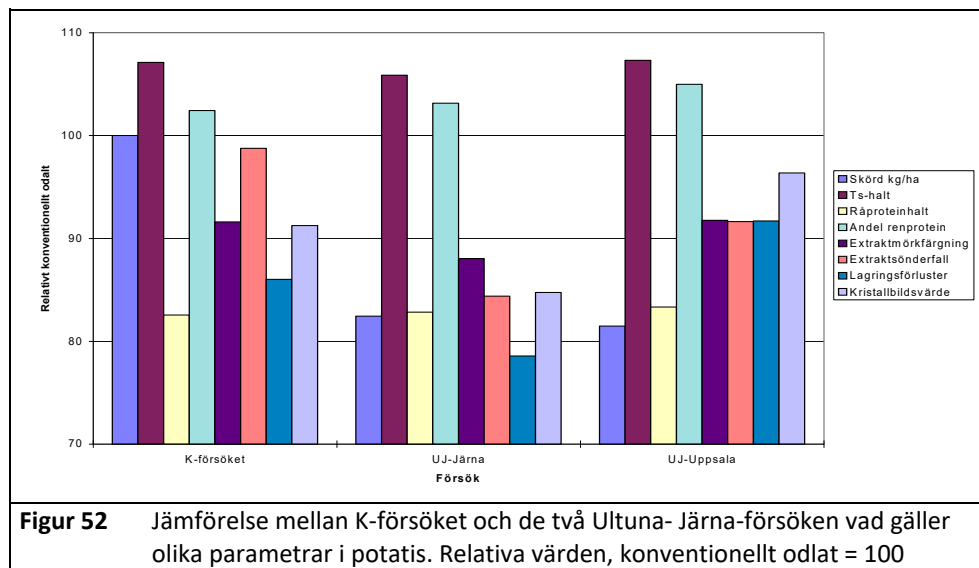
I K-försöket tenderade lagringsförlusterna och förlusterna orsakade av svampangrepp och uttorkning att vara lägre i de organiska behandlingarna. I UJ-försöket i Järna var denna skillnad signifikant.

Angreppsgraden av bladmögel var signifikant lägre i varianterna K1, K2 och K5 i jämförelse med variant K8, K3 och K4 för de 14 åren detta studerades. I UJ-försöken behandlades de konventionella leden med bekämpningsmedel mot svamp. Skördeskillnaderna mellan de olika gödslingssystemen var som störst under åren med höga infektionsvärden.

Antalet horisontala skott skilde för de olika behandlingarna, värdena tenderade att vara låga i de organiska varianterna och högre i de konventionella. Denna negativa korrelation påvisar att ett lågt antal horisontala skott hör samman med hög produktkvalitet. I UJ-försöket i Järna var antalet horisontala sidoskott signifikant lägre i de biodynamiska varianterna.

Vad gäller analyserna av kristallbilder så visade dessa färre felenheter i de organiska varianterna än i de konventionella.

I figur 52 redovisas resultaten från de tre försöken. I K-försöket har K8 stått som representant för det konventionella odlingssystemet. Som framgår av staplarna visar de tre försöken en god överensstämmelse. Det är enbart vad gäller skördenivån som mera markerade skillnader föreligger. Här avviker resultaten från det mera långliggande K-försöket genom att i stort sett uppvisa samma skördenivå mellan de två odlingssystemen.



Vårvete

I UJ-försöken var skördenivåerna av vårvete signifikant lägre i de biodynamiskt behandlade varianterna. Halterna av råprotein var högre i de mineraliskt odlade varianterna både i K-försöket och i de båda UJ-försöken. Värdet av relativt renprotein var högre i de organiska varianterna såväl i K-försöket som i UJ-försöket i Järna. Att proteinkvaliteten var högre i de biodynamiska varianterna säkerställdes genom fastställandet av EAA-indexet för de essentiella aminosyrorna. Motståndskraften mot extraktsönderfall var högre i de biodynamiska varianterna. Även stärkelsekvaliteten, fastställd som falital och amylogram var högre i de biodynamiska varianterna. Vad gäller vårvete är det färre undersökningar som kom till användning både i UJ-försöken och i K-försöket. När så sker tycks det råda en god överensstämmelse mellan försöken.

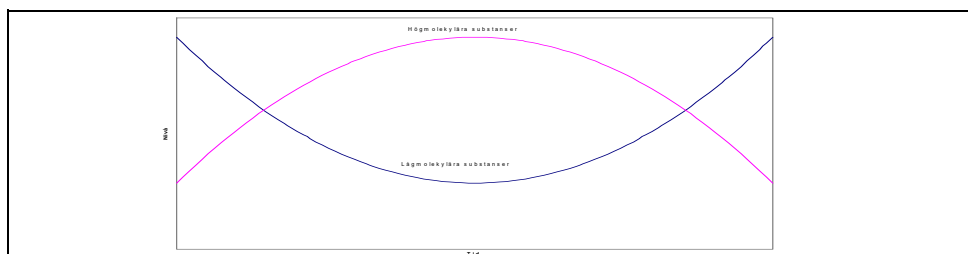
Vad är kvalitet och hur kan den påvisas?

I Bo Petterssons skrifter finns endast några få försök att gripa sig an kvalitetsfrågan. I "Ugeskrift för Jordbrug" nr 8 1987 finns en artikel som här kommer att återges i sin helhet då den kan tjäna som underlag att belysa den kvalitetssyn som växte fram som ett resultat av K-försöket. Så här skriver Bo i denna artikel:

Kvaliteten i biodynamiska produkter

Hos plantan finner vi inte blott en förmåga till att skapa en form, men också att mineraliska ämnen bildar en levande organisk substans. Dessa två förlopp går parallellt och man kan antaga att de influerar varandra. I så fall kan man räkna med att den ena kan ge information om den andra.

Uppbyggandet av den organiska substansen följes efter kortare eller längre tid av en nedbrytning. De processer som bygger upp plantan kan man följa särskilt tydligt under plantan första levnadstid. I figuren nedan görs ett försök att uttrycka uppbyggnaden grafiskt. Uppbyggnaden sker successivt och i början finns en stor en stor mängd av lågmolekylära kemiska substanser. Av kväveföreningar finns till exempel nitrat, amider, fria aminosyror och liknande. Efter hand ersätts de av högmolekylära substanser som fullt uppbyggda proteiner. Vid en växtprodukts mognad når denna process ett optimum. Därefter inträder nedbrytningsprocesser, som i en viss grad är en spegelbild av uppbyggnaden. Detta kan ske genom plantans egen interna ämnesomsättning med hjälp av enzymer eller genom utifrån kommande organismer som bakterier, svampar med mera.



Figur 53 Schematisk framställning över förändringen av halten högmolekylära och lågmolekylära substanser under odlingssäsongen.

Genom att följa uppbyggnads- och nedbrytningsprocesserna får man en uppfattning om hur plantan eller dess delar klarar detta förlopp. Man kan teckna det symbolisk med en kurva med en uppåtgående och en nedåtgående del såsom i figuren här nedan. Baslinjen markera här tiden, och i och med att tiden tas med i undersökningen så kommer man in i det levande, där processer alltid utspelar sig i ett tidsförlopp.

I tabell 38 ges ett exempel från nedbrytning av potatis. Antingen denna sker enzymatiskt eller under mer blandade betingelser, så visar de biodynamiska potatisarna en bättre hållbarhet.

	Biodynamisk	Konventionell
Enzymatisk nedbrytning		
Katalasaktivitet, $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ per min. och gram ts	165	215
Peroxidasaktivitet, $\mu\text{mol GJ}$ per min. och gram ts	3315	5330
Blandad nedbrytning		
Extrakt nedbrytning, 4 dygn	28,5	30,0
Viktförlust vid lagring	13,4	15,5
Skrumpning, 259 dygn	19,0	34,5
Tabell 38 Nedbrytning av substans. Potatis. Analyser av B. Pettersson och I. Samaras. (efter Pettersson, 1982)		

Samaras, 1977, har tytt den högre enzymaktiviteten hos de konventionellt odlade potatisarna som ett tecken på omognad, i jämförelse med de biodynamiska, då dessa nedbrytande enzymer till övervägande grad inaktiveras vid mognaden.

Växten i ljus och skugga

För plantan är ljuset en livsfaktor med genomgripande verkan på form och substans. Genom att begränsa ljuset för plantan, till exempel genom att avskärma ljuset och få en beskuggning, kan man registrera dessa verkningar på plantan. Med utgångspunkt i detta har man inom det biodynamiska forskningsarbetet konstruerat en relativ ljus-skuggaskala som kan användas för att få veta vilken av två plantor som mottagit mest ljus.

Växtegenskaper	Ljus	Skugga
Växtsätt	vertikalt	horisontalt
Utveckling	påskyndad	försenad
Vävnadsstruktur	fastare	lucrare
Innehåll av torrsbstans	ökar	minskar
Innehåll av råprotein	minskar	ökar
Innehåll av fria aminosyror	minskar	ökar
Andel renprotein av råprotein	ökar	minskar
Nedbrytning av substans	långsam	snabb
Formförmåga vid kristallisation	förbättras	försämras
Tabell 39 Exempel på hur olika egenskaper i växten påverkas av en växtplats i ljus respektive skugga.		

Ljusverkan kan förstärkas eller försvagas av andra faktorer. Så förstärks den till exempel på sandjord och försvagas på en mulljord. Kväve försvagar den, fosfor och kisel förstärker den, obehandlad färsk stallgödsel har en försvagande effekt medan en komposterad stallgödsel är närmast neutral i sin verkan.

I tabell 40 jämförs två potatisserier som odlats olika under nio år. Det är spännande att se att den biodynamiska potatisserien har egenskaper som om den hade vuxit i mer ljus än den konventionella.

Från försök med potatis 1971 -1979	Biodynamisk	Konventionell
Skörd, kg/ha	32300	38500
Torrsubstans	21,7	20,2
Lagringssvinn, oktober- april	21,8	30,0
Råprotein, % av torrsubstans	7,7	9,9
Fria aminosyror, % av råprotein	18,6	19,6
Renprotein, % av råprotein	63,8	61,1
C- vitamin, mg/100g friskvikt	17,6	15,5
Mörkfärgning extrakt, E48	345	423
Extraktönderfall, %	20,0	25,8
Kristallbild, felenheter	4,8	5,7
Tabell 40 Jämförelse av potatis odlad under biodynamiska respektive konventionella betingelser.		

Undersökningsnivåer

När man undersöker levande organismer eller förlopp dominerar den enskilda analysen som metod. Här undersöker man en enskild egenskap till exempel mängden av ett ämne. Men om analysen skall ha något värde, är det helt enkelt nödvändigt att kunna värdera detta ämnes betydelse i livsprocesserna. Men denna uppgift blir näst intill omöjlig av det faktum att det enskilda ämnet aldrig är ensamt verksam och dessutom står inne i, ja till och med behärras av livsprocesserna, som man därför först måste känna till, innan man kan bedöma det enskilda ämnets verkan. Detta innebär att man först måste göra en analys på en högre nivå än den på vilken de enskilda analyserna står.

En sådan "högre" analys genomförs till exempel när man följer uppbyggnad och nedbrytning av levande substans. Sådana processer kan ju följas med hjälp av flera olika slags enskilda analyser, men denna gång inställda i ett tidsförlopp. Man får på detta sätt en möjlighet att tränga djupare in i det levandes område. Trots detta kan sådana livsprocessers betydelser för vår näring vara svåra att förstå då hela detta fält ännu är mycket litet utforskat. Ännu svårare blir tolkningen av ljus - skugga - verkningarna, då det här rör sig om flera samverkande livsprocesser. Plantornas reaktion på ljusverkningar är i och för sig tydliga nog, och det måste i och för sig finnas en liknande verkan i deras förmåga att försörja andra organismer med näring, men hur skall man kunna följa denna förmågas väg in i en annan organism? Det är här som framtidsuppgifterna inom kvalitetsforskningen ligger och väntar".

Så långt Bo Petterssons egna ord.

Olika grupper av analysmetoder

Ett av målen med K-försöket var att utveckla metoder för att påvisa livsmedelskvalitet. För att kunna jämföra eftersträvas i de flesta metoderna att sätta ett mått på en viss egenskap. Därigenom kommer ett kvantitativt inslag in i kvalitetsbestämningen. Mätningarna sammanfattas i en storhet och en enhet, där storheten är den kvantitativa sidan och enheten den kvalitativa. Ett omdöme om den kvantitativa sidan förutsätter en kunskap om den kvalitativa egenskapen som bestämts. Att skörden av vårvete var 3000 kg/ha visar att den kvalitativa enheten "vårvete" vid skörden varit närvarande i en omfattning som uppmättes till 3000 kg/ha. Endast i de bildskapande metoderna saknas, åtminstone inledningsvis denna kvantitativa sida vid beskrivningen av en gröda eller en grödas egenskaper. I K-försöket har även dessa metoder kompletterats med en kvantitativ analys genom att man på olika sätt försökt sätta en storhet på bilderna. Detta ledde till exempel till att man började fastställa antalet felenheter i kristallbilderna eller antalet huvudstjälkar i potatisblasten eller till att sätta ett värde på potatissmak. Vad som här redovisats är alltså helt igenom resultat som bygger på såväl kvantitativa som kvalitativa egenskaper. Till kvalitetsbestämningen fogas oftast en värdering om vad som kan sägas vara en bra eller en sämre kvalitet. Detta görs mot bakgrund av en kunskap om den uppmätta egenskapen i fråga.

Några olika kvalitetsaspekter kommer till synes i de metoder som har utprovats under försöksperioden. Grovt sett kan dessa olika metoder föras samman till nedanstående fyra grupper:

- **Skörd** - denna grupp innefattar alla mätningar av skördad mängd gröda eller "frukt". Detta innebär en mätning av vikten, kvantiteten, av en växt eller en del av en växt.
- **Kemi** - kemisk analys av kvantiteten av olika ämnen i en växt eller i marken.
- **Tidsrelaterade** - beskrivning av en förvandling i tiden, det kan vara en nedbrytningsprocess eller en tillväxtprocess
- **Sinnesbaserade** - beskrivning av sinnes intryck som smak eller form. Hit har även förts resultaten från de bildskapande metoderna samt grödans botaniska egenskaper.

Dessa grupper gör på intet sätt anspråk på att kunna fullständigt beskriva det vi kallar kvalitet. De tre första grupperna innebär en kvantifiering av en viss kvalitet utan att beskriva vad denna kvalitet är. Vid skörden av till exempel potatis mäter man mängden knölar utan att fråga om potatisen i ett led verkligen är lika mycket potatis som knölar i ett annat försöksled.. Den fjärde gruppen, sinnesrelaterade metoder, bygger på det faktum att vi som människor alltid uppfattar ett fenomen med många sinnen samtidigt. Sinnesiakttagelsen har karaktären av en totalupplevelse. Svårigheten i dessa metoder är att abstrahera fram ett objektivet mätvärde. För att göra detta måste vi dela upp vår upplevelse i delar, till exempel potatissmak, jordsmak och besksmak. Denna uppdelning förutsätter även den någon form av kvalitetsupplevelse att relatera till samt ett material att jämföra med.

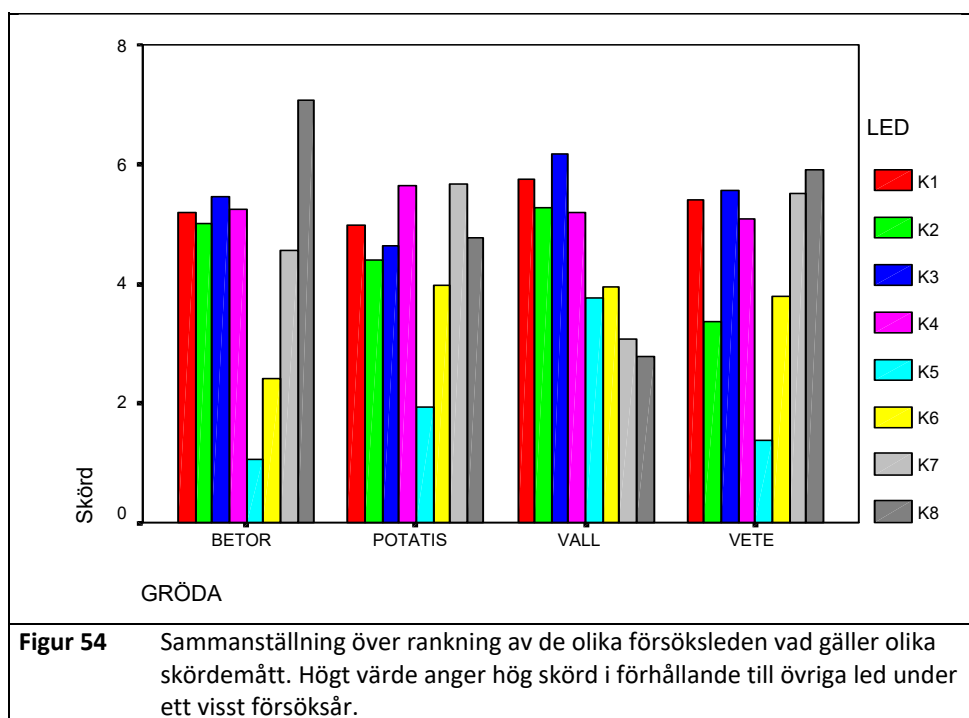
Skörd

Mängden skördad gröda måste också sägas vara en del av en grödas kvalitet. Det som däremot kan diskuteras är huruvida denna egenskap alltför ofta kommit att dominera inom forsknings- och försöksverksamheten.

Metod	Använd i	Högre mätvärden bedöms som
skördad mängd ”frukt”	alla grödor	positivt
skördad mängd halm eller blast	betor, vårvete	positivt
skördad mängd grönmassa	vall	positivt

Tabell 41 Analysmetoder med skördeanknytning samt deras bedömningsgrund

Figur 54 visar en rankning av olika mätningar av skördeparametrar. Det mest positiva mätvärdet för egenskapen i fråga det mätåret har fått värdet 8, det minst positiva värdet 1. K5 framstår här som mycket svagt. Mätvärdet för betor ligger till exempel nära 1. Detta innebär att K5 så gott som alla år uppvisade de lägsta skördenivåerna bland försöksleden. De mineralgödslade leden K7 och K8 har bra värden i alla grödor förutom vällen. K3 ligger högre än de kompostgödslade leden i alla grödor förutom potatis där K1 har en bättre rankning. Potatis är den enda gröda där inte halm, blast eller renodlade bladartade organ tagits med i skördejämförelsen. Måhända talar resultaten för tanken att färsk stallgödsel starkare stimulerar den vegetativa tillväxten. K1 ligger högre än K2 i alla grödor. Potatis svarade positivt vad gäller skörden på en blandad gödsel. Överhuvud taget ligger K4 högt vad gäller de skördemässiga jämförelserna.

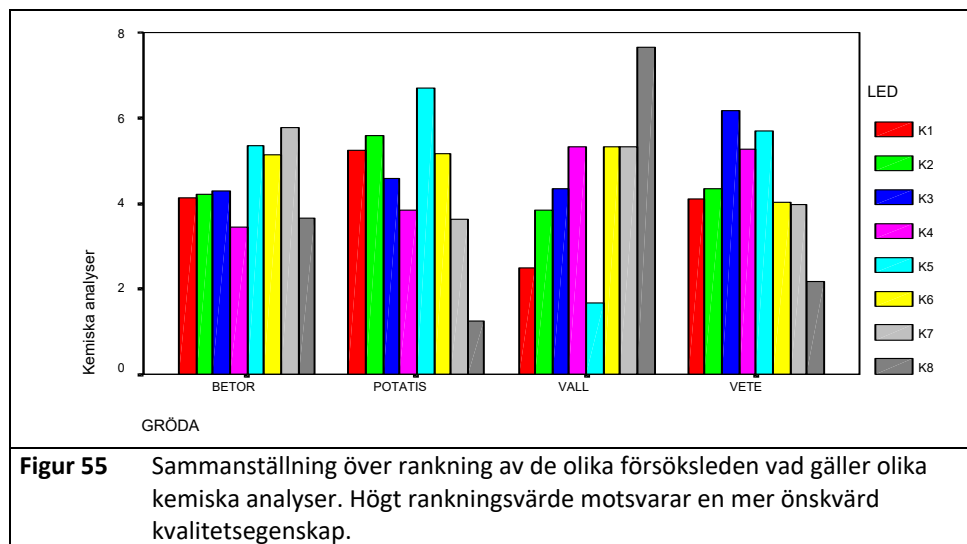


Kemi

Genom kemisk analys är det möjligt att fastställa vikter och halter av olika ämnen samt att sätta dessa mätvärden i samband med varandra. Utvecklingen inom K-försöket gick i riktning mot att finna samband mellan de kemiska analysmetoderna och framför allt de bildskapande metoderna.

Metod	Använd i	Högre mätvärden bedöms som
halt torrsubstans	alla grödor	positivt
halt råprotein	alla grödor	negativt
andel renprotein	potatis	positivt
halt fria aminosyror	potatis, vårvete	negativt
halt torrgluten	vårvete	negativt
halt våtgluten	vårvete	negativt
pH-värde	mark	positivt
halt av kol	mark	positivt
halt av kväve	mark	positivt
halt av fosfor	mark	positivt
halt av kalium	mark	positivt
halt av magnesium	mark	positivt
Tabell 42 Analysmetoder med kemianknytning samt deras bedömningsgrund		

Undersökningsmetoder som bygger på kemisk analys genomfördes framför allt i mark. Detta redovisas senare. I figur 55 visas resultaten från olika grödor.



K5 tenderade att ligga högt i de flesta grödorna. Förmodligen var det den låga skördenivån i detta led som höjde halterna av olika ämnen. I vallen där skördenivån i K5 inte var låg uppvisade detta led mycket svaga värden i de kemiska analyserna. Också K1

uppvisade svaga värden i de flesta grödorna liksom K8. K2 hade bättre värden än K1 i alla grödor. De stora svängningarna mellan leden i vissa grödor beror på att antalet använda mätmetoder var relativt lågt. Att till exempel led K8 i vall når så höga värden beror på att ledet till följd av den låga andelen baljväxter uppvisade en hög torrsubstanshalt och låga halter råprotein. I just denna grupp av analyser är det därför kanske endast potatis och vårvete som har ett tillräckligt stort antal analyser för att göra denna typ av jämförelser intressant.

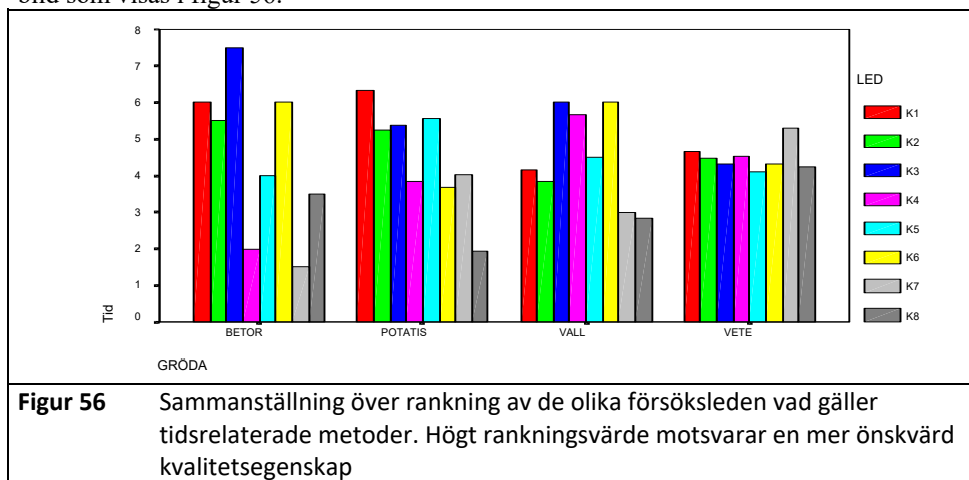
Tidsrelaterade

I K-försöket har en hel rad metoder använts som mäter förändringar över tid. Dessa metoder och deras bedömningsgrund framgår av tabell 43.

Metod	Använd i	Högre mätvärden bedöms som
angrepp bladmögel	potatis	negativt
extraktmörkfärgning	potatis	negativt
extraktsönderfall	potatis, vårvete, betor	negativt
falltal	vårvete	positivt
groning	vårvete	positivt
lagringsduglighet, sortering	potatis, betor	positivt
övervintring	vall	positivt
patologitest	potatis	negativt
vävnadsmörkfärgning	potatis	negativt
markandning	mark	positivt
dehydrogenasaktivitet	mark	positivt
ureasaktivitet	mark	positivt
antal dagmaskgångar	mark	positivt

Tabell 43 Analysmetoder med tidsanknytning samt deras bedömningsgrund

Tillämpas denna bedömningsgrund på de olika grödorna i K-försöket framkommer den bild som visas i figur 56.



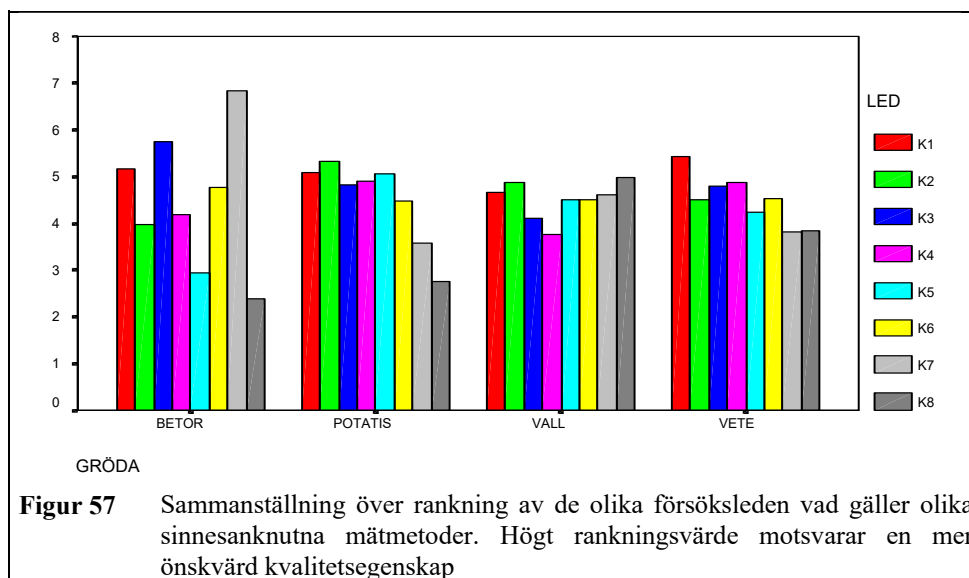
De organiskt gödslade leden tenderar att få bättre värden i de flesta grödorna. De stora skillnaderna i betor och vall beror på att det endast är ett fåtal analyser som ingår. I potatis uppvisar K1 de bästa värdena följt av K5. De mineralgödslade leden uppvisar de sämsta värdena. I vårvete urskiljer sig K7 med bra värden och K5 med sämre, i övrigt är skillnaden mellan leden ej så stor.

Sinnesbaserade

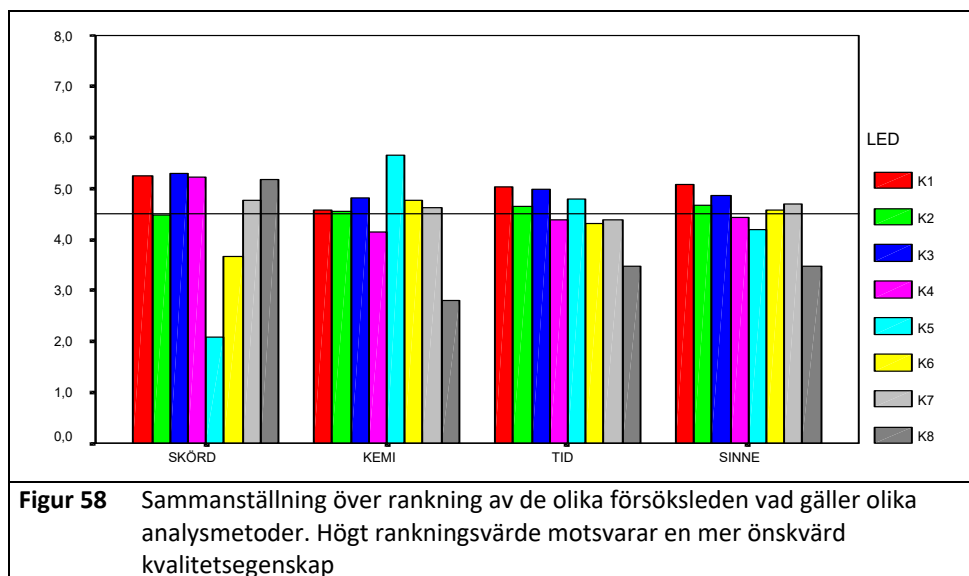
I K-försöket, och framför allt under dess första del utprovades en rad analysmetoder med anknytning till egenskaper som kunde upplevas med olika sinnen. Dessa finns förtecknade i tabell 44. Till denna grupp har även vissa botaniska egenskaper hos grödan förts.

Metod	Använd i	Högre mätvärden bedöms som
antal felenheter i kristallbild	potatis, vårvete, betor	negativt
potatissmak	potatis	positivt
jordsmak	potatis	negativt
besksmak	potatis	negativt
antal huvudstjälkar	potatis	positivt
antal sidostjälkar	potatis	negativt
rot/halskvot	betor	positivt
andel "frukt" av totalskörd	betor, vårvete	positivt
strållängd	vårvete	positivt
liggsäd	vårvete	negativt
kärnstorlek	vårvete	positivt
andel hö av grönmassa	vall	positivt
andel baljväxter i höskörd	vall	positivt
andel ogräs i höskörd	vall	negativt
volymvikt	vårvete	positivt
tusenkovvikt	vårvete	positivt
Tabell 44 Analysmetoder med sinnesanknytning samt deras bedömningsgrund		

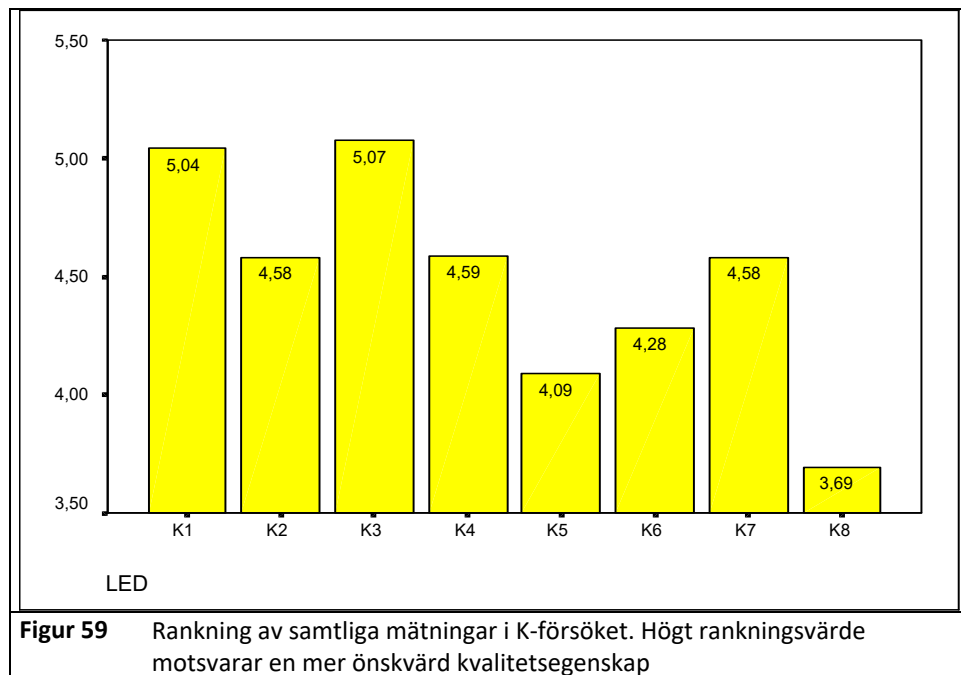
I betor genomfördes endast ett fåtal undersökningar med sinnesanknytning. K7 låg här mycket högt på grund av sin höga andel rötter i totalskörd. Därefter följde K3 och K1. Sämre värden uppvisade K5 och K8. I potatis hade de kompostgödslade leden de bästa värdena tillsammans med K5. De mineralgödslade leden K7 och K8 uppvisade de sämsta värdena. I vällen var det K8, K2 och K1 som låg högt medan K3 och K4 avvek genom sämre värden. I vårvete hade K1 höga värden medan K7 och K8 uppvisade de sämsta värdena. Resultaten från denna rankning framgår av figur 57.



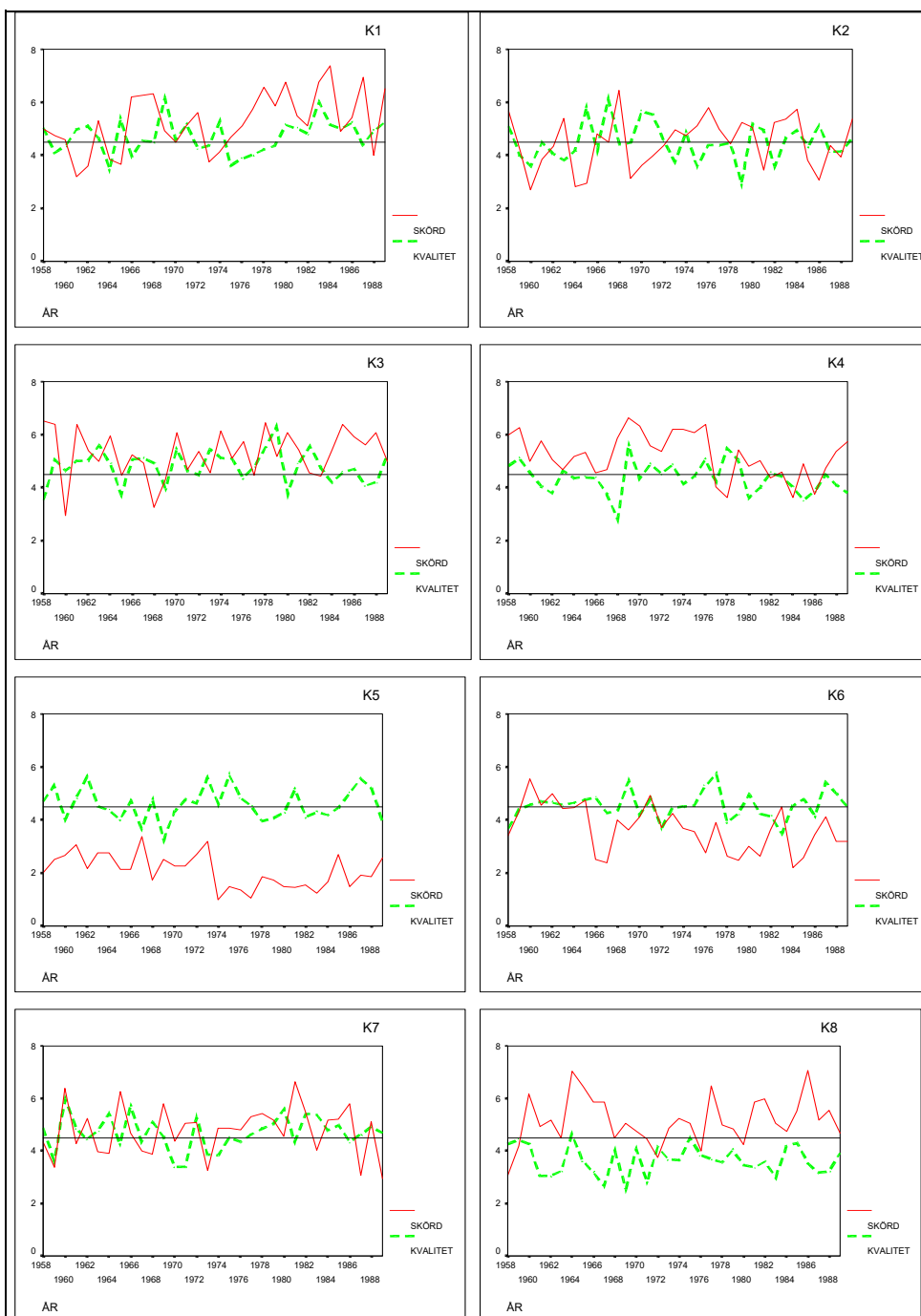
En sammanställning över rankningen av alla dessa analysmått framgår av figur 58. Linjen vid värdet 4,5 visar medelvärde för rankningen. K1 ligger högt i alla grupper utom den kemiska där ledet har värden omkring medel. K2 ligger omkring medel i alla analysgrupper. K3 ligger över medel i alla analysgrupper. K4 ligger under medel i alla grupper utom skörd. K5 uppvisar höga värden vad gäller kemi och tid samt mycket låga värden för skörd. K6 har låga värden för skörd och tid samt värden över medel vad gäller kemi och sinne. K7 låg över medel i skörd samt strax över medel i kemi och sinne medan tid låg sämre än medel. K8 hade goda skördevärden men i övrigt låga värden för de övriga grupperna, speciellt för kemi och sinne.



Något förenklat kan sägas att led K5 och K6 uppvisar en relativt god kvalitet men att de ej skördemässigt kan mäta sig med övriga led. K7, K4 och framför allt K8 uppvisar den omvända bilden: Relativt goda skördevärden men sämre kvalitativt. Hos de organiskt gödslade leden finner vi tecken på att kunna förena kvantitet och kvalitet, hög skörd med goda egenskaper hos den skördade grödan. Ett sammanlagt värde, utan någon som helst bedömning av den inbördes betydelsen av den ena eller andra mätmetoden, av alla de analyser som genomförts i de olika grödorna under de 32 försöksåren framgår av figur 59. Detta visar att leden grupperar sig i tre grupper. K3 och K1 uppvisar de bästa värdena och K8 de tydligt sämsta. Däremellan befinner sig de övriga leden.

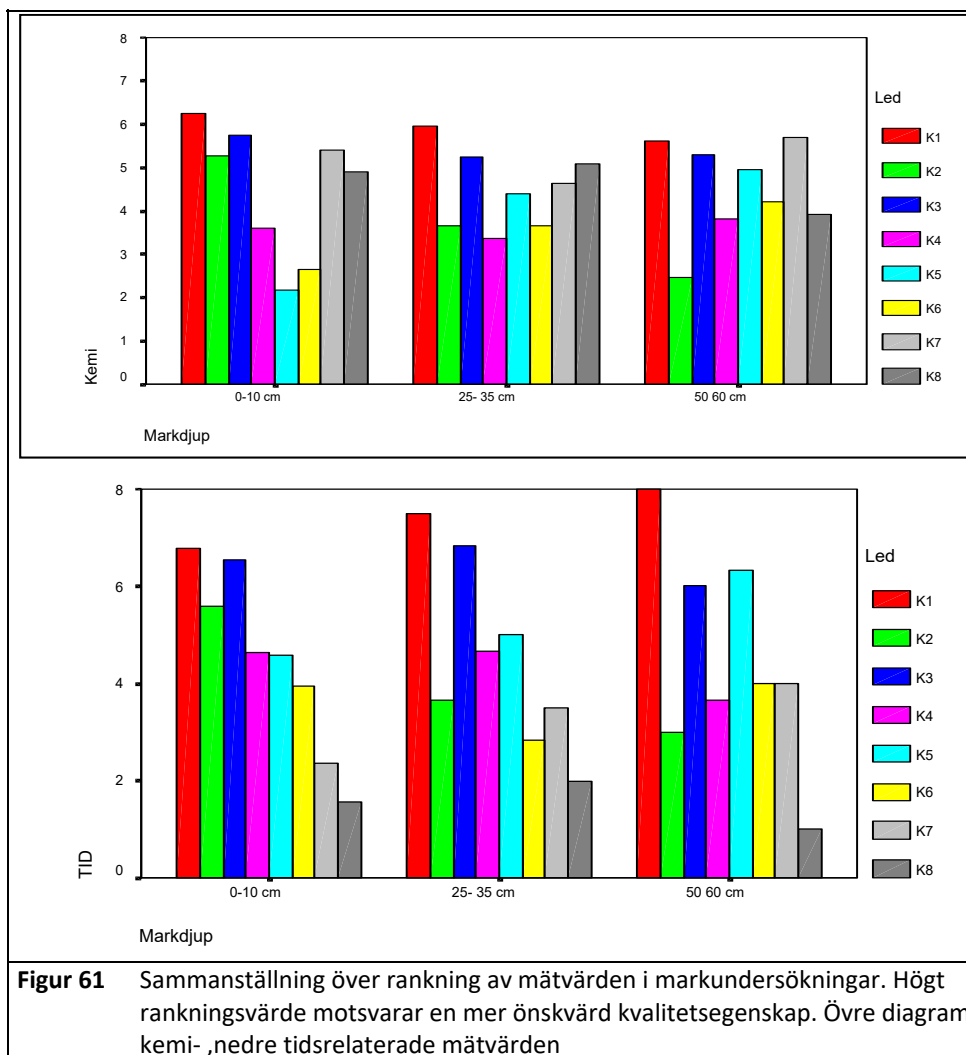


Sambandet mellan skörd och kvalitet är värt att belysa något ytterligare. I figur 60 visas värdena från en rankning som omfattar skördemått samt de övriga tre grupperna sammanförda till en som här kallas kvalitet. Värdena är uppdelade år för år. Av figuren framgår att K5 och K8 inte lyckats förena kvantitet med kvalitet. K6 visar en vikande skördeutveckling liksom i viss mån K4. K3 och K7 tycks vara de led där skörd och kvalitet följer varandra starkast. I de kompostgödslade leden K1 och K2 finns en tendens att höga skördevärden är kopplat till lägre kvalitetsvärden och tvärtom. Dessa beräkningar får dock endast ses som uppslag till mera detaljerade försök och inte som ett konstaterande. Framförallt i K1 finns en tendens till stigande rankningsvärden under försöksperioden.



Figur 60 Förhållandet mellan skörd och övriga analyser under försöksperioden.
Högt rankningsvärde motsvarar en mer önskvärd kvalitetsegenskap

Om samma typ av beräkningar genomföres med mätvärdena från markundersökningarna visar sig en relativt enhetlig bild. Vad gäller markundersökningarna var det endast grupperna kemi och tidsrelaterade som förekom. K1 uppvisar de bästa mätvärden i samtliga markdjup för såväl tidsrelaterade som kemirelaterade analysmetoder. K3 ligger också högt i båda grupperna. K7 och K8 uppvisar höga rankingvärden vad gäller de kemirelaterade metoderna medan dessa led har mycket dåliga värden för de tidsrelaterade metoderna. K4 uppvisar förvånansvärt låga värden, speciellt vad gäller kemi. Ytterst förvånande är även de mycket svaga värden i det djupaste markskiktet vad gäller led K2. Det helt ogödslade ledet, K5, uppvisar rankingvärden som blir allt bättre ju djupare ned i marken mätningarna har skett.



Samband mellan gödsling, mark och gröda

Med utgångspunkt från den helt ogödslade varianten skall några aspekter av sambandet mellan gödsling, mark och gröda lyftas fram.

Helt utan gödsling

32 år utan gödsling gav inte upphov till så stora skillnader i markens egenskaper gentemot övriga försöksled. Detta berodde säkert till stor del på vallens inverkan. I yttjorden låg K5 generellt sett lägre än övriga försöksled. Vid försökets slut uppvisade K5 en kolhalt i marken som inte avvek nämnvärt från de mineralgödslade leden. I markdjupet mellan 50 och 60 centimeter uppvisade K5 de näst högsta värdena. Måhända är detta en följd av den näringsfattiga situationen i yttjorden som tvingat växtrötterna att tränga djupare ned i markprofilen. Inte heller vad gäller den biologiska aktiviteten avvek K5 så kraftigt från övriga led i de djupare markskikten. Detsamma gäller för halterna av kväve i marken. Till detta återkommer vi i nästa avsnitt. Det var istället de låga halterna av fosfor som tydligast visade att K5 inte fått någon växtnäring under 32 år. Dessutom uppvisade marken i K5 den sämsta buffrande förmågan då pH-värdet sjönk kraftigast i detta led. Dessa markförhållanden förmådde inte frambringa några större skördemängder, speciellt inte vad gäller hackfrukterna. Däremot uppvisade produkterna från detta led en god motståndskraft mot svampangrepp och låga halter av icke omsatta föreningar vid skörd. I vallen gav betingelserna en stark tillväxt av rödklöver, framförallt under senare delen av säsongen. Totalintrycket är att detta försöksled frambringade grödor som var på gränsen till brådmogna. För att anknyta till den ljus-skugga-skala som skisserades av Bo Pettersson här ovan så får man inför detta led intrycket att grödorna vuxit i för starkt ljus och därigenom brådmognat.

Blandgödsel

En blandning av mineralisk och organisk gödsel kan tyckas vara en god kompromiss mellan två gödslingsprinciper. Detta intryck förstärks om man studerar skördevärdena vad gäller potatis, vårvete, första skörd i vallen eller skörden av betblast och vetealm. Gentemot detta uppvisade K4 förvånansvärt låga mätvärden vid många undersökningar i marken. I matjorden var värdena av fosfor och magnesium låga medan halterna av kol och kväve låg över medel. Ureasaktiviteten var mycket hög i matjorden för att i djupare markskikt avta snabbare än genomsnittet i försöket. Dehydrogenas-aktiviteten var relativt låg i alla markskikt. Det blandgödslade ledet hade en viss antydning till en zonering mellan yttjord och alv. Framför allt i det djupaste markskiktet men även strax under plogdjup var mätvärden betydligt lägre än genomsnittet. Den gröda som fått blandgödsel gav relativt låg kvalitet. Detta visade sig framförallt i de tidsrelaterade undersökningarna och kanske allra tydligast vad gäller mottagligheten för svampangrepp. Framförallt var det hackfrukterna som gav en sämre kvalitet. Vårvetet som endast gödslades med mineralgödsel avvek inte från övriga led kvalitetsmässigt. I vallen hade det blandgödslade ledet tillsammans med K8 den lägsta andelen baljväxter såväl vid första som vid andra skörd. Baljväxterna hade i detta led svårt att övervintra medan gräsen och då framförallt timotejen uppvisade en mycket god övervintring. Totalbilden av denna form av gödsling är alltså mycket sammansatt. Den framstår i mångt och mycket som motsatsen till det ogödslade ledet. Den har svårt att tränga ned på djupet men även att

hävda sig vid tidsbaserade analyser samt under senare delen av försökstiden. Enligt ljus-skuggaskalan måste K4 sägas ligga mera mot den skuggade sidan. Grödorna uppvisar många omogna karaktärer.

Mineralisk gödsel

En stegring av mineralgödselgivorna gav i K-försöket upphov till högre skördemängder, lägre markaktivitet samt sämre kvalitet. Den optimala kvävegivan tycktes vara den som förekom i K7, dvs omkring 60 kg kväve per hektar och år. Vi skall därför här främst koncentrera oss på resultaten från detta led. I marken utmärkte sig detta led genom en relativt svag buffrande förmåga, låga halter av kol och höga av fosfor och kalium. Halterna av kväve var förvånansvärt låga, framför allt i matjorden om man undantar mätningarna 1976. De markbiologiska mätvärdena var generellt sett mycket låga, speciellt i de två övre markskikten. Den, relativt sett, högre aktiviteten i de djupare markskikten var måhända en följd av något högre halter av näringsämnen. Detta kan vara ett tecken på att nedtransporten av näringsämnen under årens lopp byggt upp en viss biologisk aktivitet i alven. Skördemässigt låg såväl K7 som K8 mycket högt om man undantar vallgrödan som inte fick någon gödsling. Detta visar att gödslingen förmådde ge upphov till stor tillväxt i grödan men inte att skapa sådana betingelser att marken själv kunde leverera till växterna den näring de behövde. Den kraftiga tillväxten hos de mineralgödslade grödorna förmådde ej skapa någon nämnvärd näringskvalitet. Även om K7 uppvisade betydligt bättre värden än K8 så var totalintrycket att de mineralgödslade leden tillsammans med K4 gav grödor med sämre kvalitetsegenskaper än övriga led. Speciellt gällde detta i hackfrukterna potatis och betor medan K7 ej avvek så starkt från de organiskt gödslade leden vad gäller kvalitetsegenskaperna i vårvete. Liksom det blandgödslade ledet ger de mineralgödslade leden intryck av att representera en mer skuggig växtplats.

Organisk gödsel

Den organiskt gödslade gruppen gav upphov till en hög aktivitet i marken, höga skördenivåer och relativt goda kvalitetsegenskaper hos grödorna. Det är det gödselslag som bäst förmådde förbinda de mer kvantitativa skördemåtten med de mer kvalitativa egenskaperna hos grödan. Det var dock skillnad mellan kompost och färsk stallgödsel. Försöket var upplagt så att det inte direkt går att jämföra färsk stallgödsel med kompost. Komposten var alltid behandlad med de biodynamiska preparaten. Det ligger därför närmast till hands att något jämföra en odling som använder färsk stallgödsel med en odling som använder kompost och de biodynamiska preparaten, det vill säga att jämföra K3 med K1. Dessa två led var totalt sett nästan likvärdiga vad gäller mark, skördenivå och grödornas egenskaper. Vid en detaljerad studie visar sig dock vissa skillnader. K1 uppvisade betydligt bättre buffrande förmåga och högre halter av fosfor i marken. K3 hade högre halter av kalium, kväve och kol i matjorden. Också vad gäller de markbiologiska mätningarna uppvisade K3 högre värden än K1 i matjorden. I de djupare skikten tenderade dock K1 att ha högre värden vid såväl de markkemiska som de markbiologiska mätningarna. Det verkar alltså som om odlingsåtgärderna i K1 starkare skulle stimulera markprocesserna i de djupare markskikten medan gödslingen med färsk stallgödsel gav en mera koncentrerad verkan i matjorden. Skillnaden kan kanske delvis förklaras av vallens egenskaper. K1 uppvisade en betydligt högre andel baljväxter,

framför allt i andra skörden. Möjligen ledde detta till en starkare genomträngning med växrötter i de djupare markprofilerna som i sin tur gav en grogrund för marklivet att utveckla sig allt djupare ned. Skördemässigt låg K1 och K3 på i stort sett samma nivå. K1 gav något högre skörd av potatis betrötter, betblast och vårvete medan K3 gav tydligt högre första skörd samt en något högre andra skörd av vall och av vetealm. Potatisen som gödslats med färsk stallgödsel var betydligt mera mottaglig för svampangrepp och gav även vid andra mätningar intryck av att vara mer omogen än den potatis som fått kompost och biodynamiska preparat. I vårvete var skillnaderna mindre. K3 uppvisade här bättre mätvärden än K1 vad gäller många kemiska analyser medan K1 gav bättre värden vid kristallbildsanalys. I ljus-skugga skalan tycks den färska stallgödsel ligga mera åt skuggsidan och kompost med biodynamiska preparat åt ljussidan.

Den här genomgången väcker frågan om vad som är gödslingens uppgift. Här skiljer sig uppfattningen mellan en mer konventionellt betonad och en biodynamiskt inspirerad odlare. Den konventionella synen på gödsel är att den skall kunna tillfredsställa växternas näringsbehov. Den biodynamiskt inspirerade hävdar att gödslingen är till för att beliva och bygga upp markprocesserna. Det är sedan i sin tur dessa markprocesser som förmår tillfredsställa växternas näringsbehov. Denna syn på gödslingen speglar i sin tur skillnader i synsättet på vad liv är och därigenom också skillnader i uppfattning om hur livsmedelskvalitet uppstår.

Samband mellan gödsling och kvävehushållning

För att ge ett exempel på hanteringen av växtnäringsämnen i de olika odlingssystemen skall här kvävet studeras lite noggrannare. Kvävet intar en central roll inom växtnäringsdiskussionen. Den är även en viktig byggsten i många näringsämnen men utgör samtidigt en omdiskuterad faktor om den läcker ut från åkern och hamnar i andra ekosystem. K-försöket tillåter en diskussion om dessa frågor vad gäller gödselhantering, kväve mineralisering, förfruktsvärde samt kvävefixering.

Gödsling och gödselhantering

Mineraliskt kvävegödsel framställs genom syntetisk fixering av luftens kväve. För detta åtgår stora mängder energi. Ur en resurshushållande synpunkt är därför användandet av mineraliskt kvävegödsel mindre lämpligt. Som framgått av resultaten från K-försöket är mineralgödsel inte heller att rekommendera för att uppnå en god livsmedelskvalitet. Det är i stället de skördehöjande effekterna som lett fram till det konstgödseljordbruk vi idag har. Resultaten från K-försöket visar att det går att bygga upp ett odlingssystem med skördenivåer som motsvarar de som råder i ett mineralgödsel system. Förutsättningen för detta var i K-försöket en integrering av djurhållning och växtodling. I K-försöket fanns ingen helt genomförd gröngödsel variant. Närmast låg i så fall det ogödslade ledet K5 med baljväxter två år av fyra i växtföljden. För den som satsar på en integrering av djur och växtodling uppstår snart frågan hur gödseln skall behandlas. K-försöket erbjuder en jämförelse mellan att använda färsk stallgödsel och kompost med tillsats av biodynamiska preparat. Dessa två gödslingsvarianter gav upphov till de skillnader som beskrivits i föregående stycke. Betraktar vi nu kvävehushållningen inom dessa två system så kan vi först konstatera att komposteringen innebär avsevärda förluster av kväve. Med färsk stallgödsel menas gödsel som körs ut direkt från gödselplattan. Den kan dock ha

legat ett tag på plattan innan den används. Trots detta innehöll den färska stallgödseln mera kväve än samma mängd gödsel som hösten innan lagts upp och komposterats. Utslaget på alla 32 försöksåren var skillnaden nära två ton rent kväve per hektar. Till K3 tillfördes sammanlagt 12193 kg kväve under försöksperioden. Motsvarande siffra för K1 var 10281. Detta innebär en genomsnittlig förlust av kväve genom komposteringsprocessen motsvarande 15,7%. Inte heller detta är speciellt tilltalande ur hushållningssynpunkt. Den komposterade och preparerade gödseln har däremot visat sig kunna bidra till att bygga upp en stabil markstruktur och även till att skapa förutsättningar för motståndskraftiga växter och en god näringskvalitet..

Kvävemineraliserande förmåga

Vid mätningarna 1989 och 1990 uppvisade K1, K2 och K3 en dubbelt så hög mineralisering av kväve i förhållande till K8. Detta tyder på att de organiskt gödslade leden byggt upp en högre mineraliseringspotential. Denna kan ej enkelt förklaras av en högre mullhalt. Mullhaltsnivåerna var ungefär på samma nivå i samtliga dessa led. Det är i stället i kvaliteten på humusen, i humusens omsättbarhet och i den markbiologiska aktiviteten man antagligen borde söka förklaringen till denna 2-3 gånger så höga kväveleverande förmåga i marken. Det tycks alltså här vara en ganska ringa skillnad mellan de olika organiskt gödslade leden vad gäller deras kvävemineraliserande förmåga. Denna förmåga måste sägas bero på att hela marksystemet förmår hålla en större mängd kväve i de organiskt gödslade parcellerna än i de mineralgödslade. Detta innebär en bättre hushållning med kväve på flera sätt inte minst genom att riskerna för urlakning minskar. Detta gäller naturligtvis endast för de gödselnivåer som här kom till användning. Vid för höga gödselgivor löper även en organiskt gödslad mark risk att börja läcka kväve. Men vid jämförbara mängder är risken för kväveläckage mindre i de organiskt gödslade varianterna. Mätningarna från K-försöket visar att halterna av kväve i matjorden hållit sig i stort sett konstanta. I några led kan en antydning till minskning skönjas, fram för allt i K5, K6, K7 och K8. I de djupare markskikten är tendensen snarare en svag ökning av halterna kväve. Om man bara beräknar en balans på kväve vad gäller införsel i form av gödsel och utförsel i form av skördade produkter så fås de värden som framgår av tabell 45.

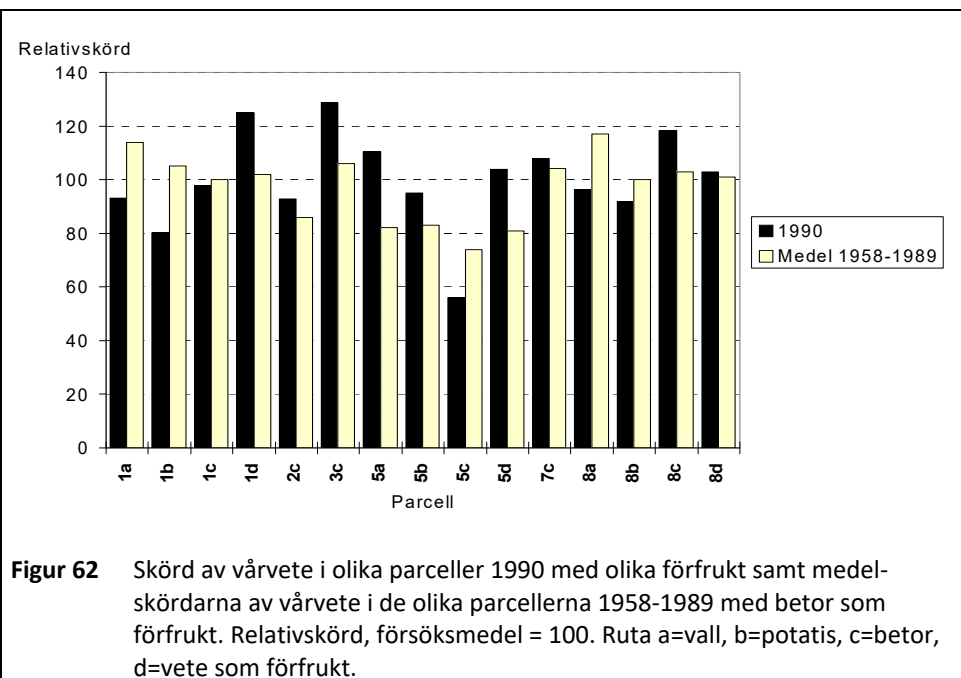
Försöksled	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Kvävebalans, kg N/ha och år	-22,7	-28,8	-4,3	-38,8	-66,7	-56,9	-35,9	0,9
Tabell 45	Skillnad mellan tillförd och bortförd mängd kväve i kg/ha och år.							

Förfruktsvärde

Vid studierna av förfruktseffekter koncentrerades uppmärksamheten på K1, K5 och K8. Både vall och vårsäd med insådd har haft höga förfruktseffekter i K1 och K5. Det synes av resultaten från K1 vara så att vallinsådden ett enskilt år kan ge samma eller en något högre förfruktseffekt än vallgrödan. Så var ej fallet i K5. I K8 kunde ett högre förfruktswärde av vallen i jämförelse med övriga grödor ej fastställas. Det andra året efter vall kan man fortfarande tala om en förfruktseffekt av vallen. Det tredje året däremot så var kväveleveransen från det nedbrukade materialet och den bildade närhumusen efter vallgrödan troligtvis helt förbrukat. Men den högre mineraliseringen det tredje året efter

vallen i K1 i jämförelse med K5 får framför allt tillskrivas den högre omsättningsförmågan av det humusförråd som har byggts upp i marken i K1. I K8 var förfruktseffekten av vall låg liksom den kväveleverans som skedde från markens förrådshumus. Här dominerade den direkta gödslingseffekten av mineralkväve. Detta kom till synes i de höga skördenivåerna efter de kraftigt gödslade betorna. Av speciellt intresse var den s k primingeffekt i form av ökad mineralisering som kunde påvisas omedelbart efter kvävegödslingen men som följdes av en motsvarande immobilisering av kväve. Detta överensstämde med vad som kunnat påvisas från tidigare studier av Granstedt (1990).

Under det reguljära försökets gång hade vårvete alltid följt efter betor. I figur 62 jämförs skörden av vårvete 1990 med genomsnittet för hela försöksperioden. Som framgår av diagrammet följde skörden 1990 i stort sett samma mönster som övriga försöksår. Den olikhet i markbördighet som byggts upp genom åren mellan de olika parcellerna har troligen spelat en roll även detta år. Parcell 1d avvek dock från detta mönster. Tydligt var vårvete med insådd här en bättre förfrukt för vårvete än betor. Detsamma kan sägas om K5 där även vall och potatis tycktes vara en bättre förfrukt än betor. I K8 framstod den välgödslade betgrödan som den bästa förfrukten för vårvete medan framför allt vallen ej erbjöd något mera positivt förfruktsvärde.

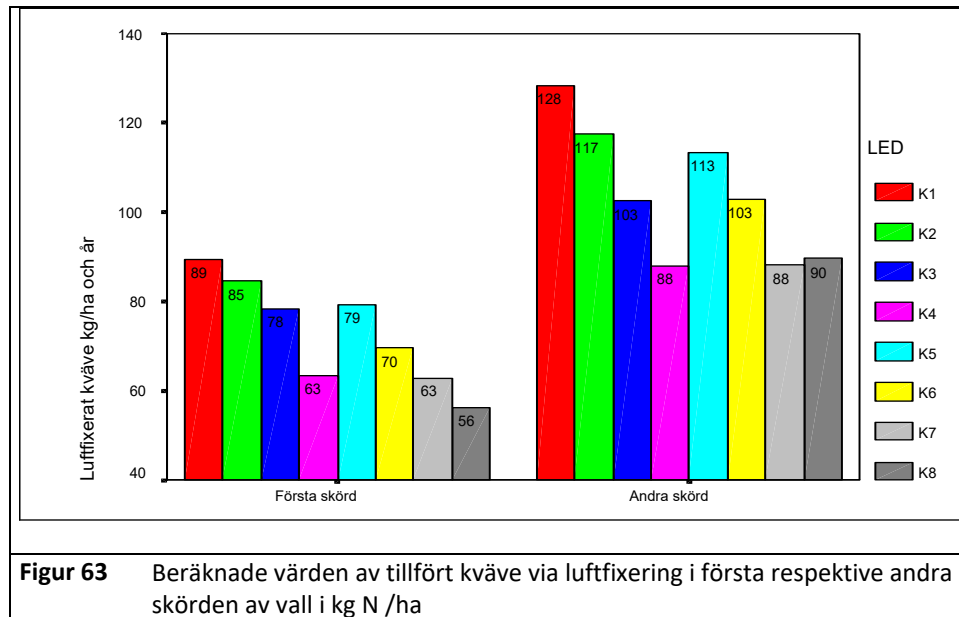


Kvävefixering

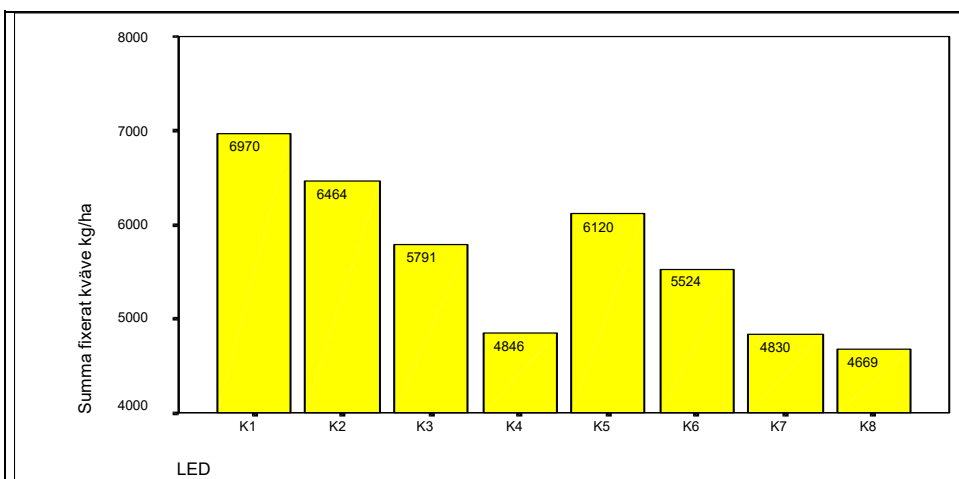
Till frågan om kvävehushållningen hör även baljväxternas förmåga att fixera luftkväve. Genom att utgå från mängden skördad torrsubstans i vallen samt genom att ta hänsyn till andelen baljväxter har uppskattningar av kvävefixeringen kunnat göras enligt en formel

modifierad efter Granstedt, 1990. De värden som har beräknats på detta sätt för K-försöket överensstämmer väl med andra beräkningar av kvävefixeringens storlek.

Värdena framgår av figur 63 och figur 64. Det är alltså ganska stora mängder kväve som troligen har fixerats i vallgrödan. Vid dess beräkningar har ingen hänsyn tagits till insådden även om en viss kvävefixering med säkerhet förekommit även där. De stora skillnaderna mellan leden låg framför allt i andra skörden varför man kan förmoda att skillnaderna i kvävefixering i insådden borde vara mindre.



Ordningen mellan försöksleden var i stort sett densamma i första som i andra skörden. K1 låg högst. Detta är resultatet av en kombination av höga skördenivåer och höga andelar baljväxter i vallen. Därefter följde K2, K5, K3 och K6. K4 och K7 uppvisade sinsemellan lika stor kvävefixering i båda vallskördarna medan värden för K8 var lägst i första skörden men något högre i andra. Om denna kvävefixering slås ut på alla de 32 försöksåren uppkommer de siffror som framgår av figur 64.



Figur 64 Beräknade värden av summa tillförd kväve via luftfixering under perioden 1958- 1989 i kg N /ha

Om dessa värden också tas med i beräkningarna visar sig några fenomen som är värda att notera. Dels minskar skillnaderna mellan led K1 och K3 vad gäller kväveutnyttjandet. Komposteringsprocessen ledde till en förlust av kväve motsvarande 1912 kg kväve under perioden 1958 till 1989. När man sedan gödslade med denna kompost uppkom sådana betingelser som ledde till en ökad kvävefixering motsvarande 1179 kg kväve per hektar under samma period. Den totala kväveförlusten som blev följden av att använda kompost i denna växtföljd blev alltså 733 kg eller omkring 9,6 %. Om beräkningarna av kvävefixeringen förs in i den totala kvävebalansen uppkommer de värden som redovisas i tabell 46.

Försöksled	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Kvävebalans, kg N/ha och år	31,7	24,7	40,9	-0,9	-18,9	-13,8	1,7	37,4

Tabell 46 Skillnad mellan tillförd och bortförd mängd kväve i kg/ha och år. Justerade värden med hänsyn tagen till den beräknade kvävefixeringens storlek.

Av tabellen framgår att K1, K3 och K8 hamnar i ungefär samma grupp vad gäller kvävebalans. Dessa led visar ett överskott på kväve motsvarande mellan 30 till 40 kg kväve per hektar och år. Även vid dessa beräkningar visar sig K4 och viss mån K7 hamna förvånansvärt lågt. I förhållande till K1 fick K3 15 kg och K8 37 kg mer kväve per hektar och år genom gödslingen. I slutändan gav detta i K3 9,2 kg mer och i K8 5,7 kg mer kväve i överskott vid de beräknade kvävebalanserna. Då skördenivåerna varit i stort sett likartade mellan dessa tre led måste åtminstone användandet av de sista 20 kilogrammen kväve i K8 framstå som en dålig affär såväl ur ekonomisk som ur resurshushållande synpunkt. Om man till detta lägger att mineralgödseln inte förmått bygga upp någon större markbördighet och inte heller bidragit till en förbättrad näringskvalitet framstår användandet som ännu mera tveksamt.

Om man helt hypotetiskt tänker sig att inte någon vallskörd skulle ha förts bort utan istället använts som grüngödsel visar sig att även led K5 nästan nådde upp till en positiv kvävebalans. Underskottet i detta led blev vid dessa förutsättningar motsvarande 1,6 kg kväve per hektar och år. En grüngödslingsgröda vart fjärde år skulle alltså kunna försörja de skördenivåer som led K5 uppvisade under försöksperioden. Frågan är dock om dessa skördenivåer skulle tillfredsställa någon praktiskt verksam odlare.

Av dessa siffror över kvävehushållningen öppnar sig nya frågor om hur stallgödseln bör behandlas så att vi kan förena den färska gödselns höga växtnäringsinnehåll och dess starka belivande av markprocesserna med den komposterade gödselns strukturgivande och mognadsstimulerande verkan.

De biodynamiska fältpreparaten

De biodynamiska preparaten är ett omdiskuterat inslag i den biodynamiska odlingen. Numera är preparaten ganska väl dokumenterade i olika forskningsrapporter. K-försökets uppläggning tillät endast en jämförelse vad gäller behandlingen av de biodynamiska fältpreparaten. De skillnader som uppkom mellan leden kan sammanfattas som att det preparatbehandlade ledet uppvisade;

- bättre buffrande förmåga i marken vad gäller pH-förändringar
- större biologisk aktivitet i marken
- mera djupgående uppbyggnad av markprocesserna
- högre skörd i alla grödor utom första skörd av vall
- högre skörd av halm och betblast samt andra skörd av vall
- högre andel vetekärnor respektive betrötter av totalskörden
- högre andel baljväxter i vallgrödan

De kvalitativa skillnaderna var däremot svårare att fastställa. De stora skillnader i lagringsförmåga som tidigare redovisats i andra försök med fältpreparaten, till exempel Wistinghausen, 1979 kom här inte alls till synes. Däremot bekräftades de iakttagelser som gjorts tidigare att de biodynamiska fältpreparatens positiva verkan på skörden var tydligare de år då den generella skördenivån var låg. Detta har av flera forskare tagits som ett tecken på att de biodynamiska preparaten har en reglerande och balanserande verkan snarare än en entydig. Även här var det svårt att överföra denna utsaga på något annat än skörden. Inte någon av kvalitetsparametrarna tycktes följa detta mönster.

Skillnader i kvävefixering mellan de två leden K1 och K2 har redan tidigare beskrivits i denna diskussion. Den beräknade kvävefixeringen var totalt under försöksperioden cirka 500 kg större i K1 än i K2. Detta motsvarar cirka 15,6 kg N/ha och år. Skillnaderna vad gäller vallgrödan har säkert inneburit mycket i uppkomsten av de skillnader som kunnat konstateras mellan försöksleden. Skördeskillnader mellan K1 och K2 i vårvetet kunde dock konstateras tidigt i försöket varför preparatens verkningar måste sökas även via andra faktorer. Vad som är frapperande i vårvetegrödan är att skördenivån i K2 är så låg. Här får man snarare intrycket att kompostgödsling tillsammans med de biodynamiska preparaten har sänkt skörden till exempel i jämförelse med färsk stallgödsel. När fältpreparaten kom till användning återställdes snarare skördenivån i jämförelse med icke kompostgödslade led.

Slutligen

Av resultaten från K-försöket kan måhända utläsas att en mark med en väl utvecklad biologisk- kemisk aktivitet förmår ge upphov till grödor av en bättre kvalitet än en mark som visserligen gödslats med kväve, fosfor och kalium men där inte markprocesserna stimulerats. Detta fenomen väcker frågan vad det är som avgör ett livsmedels kvalitet? Länge har näringsdebatten handlat om tillgång till vissa grupper av näringsämnen. Detta speglar ett tänkande som motsvaras av det som ledde fram till mineralgödselanvändningen. Om man istället tar resultaten från K-försöket till utgångspunkt kan man kanske betrakta kvalitetsfrågan från en något annorlunda synvinkel. Alla levande organismer behöver näring för att överleva. Betraktar vi människor, djur och i viss mån växter så får dessa livsformer sin näring genom att låta bryta ned det som andra livsformer byggt upp. Är det kanske just denna nedbrytningsprocess som avgör näringsvärdet? Denna nedbrytningsprocess sker i de flesta fall genom medverkan av mikroorganismer. De högre livsformerna förmår att i viss mån reglera miljön i vilken nedbrytningen sker så att det passar deras näringskrav. Ju mer denna nedbrytning sker i enlighet med dessa krav desto större behållning får vi av näringen. Detta är nog självklart för de flesta. Nästa steg är nu att fråga sig- är det så att ju mer moroten som bryts ned genom min ämnesomsättning verkligen är en morot desto större näringskvalitet ger den mig. Detta ligger nära till hands. Ju mer levande marken var i K-försöket desto bättre kvalitet gav grödorna som vuxit där. Växten tar upp sin näring genom den nedbrytning som mikroorganismerna i marken utför. Ordet kvalitet kan sägas innebära en beskrivning av hur något är, dess beskaffenhet. När vi talar om en morot kan vi rada upp en mängd olika egenskaper som alla bidrar till att göra bilden av moroten rikare dock utan att någon enskild egenskap kan sägas avgöra att detta verkligen är en morot. Frågan vad som kännetecknar en morot går egentligen utöver själva kvalitetsfrågan. Genom att kvalitativt beskriva vad en morot är kan vi nå fram till en intuitiv bild av morotens vara för att anknyta till Aristoteles kategorilära. För att kunna förstå den föda vi äter måste vi även ta hänsyn till hur den utvecklas i tiden. Det är just denna tidsmässiga förvandling som är typisk för en levande varelse. Varje livsform har sin lagbundenhet vad gäller tiden. Kvalitetsfrågan handlar sällan om dessa fält även om de är utgångspunkt för all odling. Grödornas vara tar vi för givet likaså de tidsmässiga lagbundenheter som karaktäriserar den. I stället handlar kvalitetsfrågan ofta om relationen mellan mig och de livsmedel jag äter. Även denna relation går att beskriva i kvalitativa begrepp. För att kunna göra detta måste vi som människor utveckla våra sinnen. Ingen mätapparat i världen kan ersätta den sinnesupplevelse jag har inför ett livsmedel när jag äter. Detta gäller inte bara form, färg, doft eller konsistens utan även vilken livskänsla som maten skänker mig. Känner jag mig mätt efteråt eller däst eller kanske fortfarande hungrig? Med denna betraktelse kan två viktiga fält för den framtida kvalitetsforskningen utstakas. Det ena fältet innebär att beskriva de tidsmässiga lagbundenheter som alla livsmedel är inspända i. Det andra fältet innebär att utveckla de sensoriska metoderna dithän att relationen mellan livsmedlen och den som lever av dem blir beskrivbar. Metodutvecklingen inom K-försöket har bara antytt några metoder för dessa tidsmässiga och sinnesmässiga forskningsfält. Mycket återstår ännu att forska fram. Resultaten från fältförsöket ger många uppslag till hur vi bättre kan lära oss att förstå sambandet mellan gödsling, mark och gröda.

Sammanfattning

År 1958 startades ett jämförande gödslingsförsök, kallat K-försöket, inom ramen för Nordisk Forskningsring för biodynamisk odling. Försöket avslutades 1990. I denna rapport redogörs för resultaten som samlats under denna 33-åriga försöksperiod.

Ambitionen med försöket var att utveckla analysmetoder som kunde påvisa livsmedels kvalitet. Den långa försöksperioden medförde dessutom en möjlighet att studera sambandet mellan gödsling, mark och gröda.

Skillnaden mellan en odling som använder organisk gödsel gentemot en odling som använder mineralisk gödsel och där båda uppnår jämförbara skördenivåer kan enligt resultaten från K-försöket sammanfattas som

- | | |
|-------|---|
| Mark | - högre enzymaktivitet, markandning och förekomst av daggmaskar |
| | - mera djupgående markprocesser |
| | - betydligt högre kväve-mineraliserande förmåga |
| | - bättre markbördighet |
| Gröda | - bättre lagringsförmåga och motståndskraft mot nedbrytning |
| | - högre grad av mognad |
| | - högre andel baljväxter i vallen |

Resultaten från K-försöket har i denna rapport jämförts med resultaten från två "dotter försök". I dessa försök jämfördes två olika system, biodynamiskt jordbruk och konventionellt jordbruk. Effekterna av de olika gödslingssystemen på produkternas kvalitet i K-försöket överensstämde med resultaten från dotter försöken. I jämförelse med de konventionella metoderna, var halten råprotein lägre i de organiska varianterna, men kvalitén på proteinet var högre i potatis och vete. Motståndskraften mot sönderfall och lagringskvalitet för potatis var högre i de organiska varianterna och detsamma gällde för stärkelsekvaliteten i vete. Den organiska gödslingen resulterade i en högre bördighet i jorden och i grödor med högre kvalitet av protein och stärkelse.

Skillnaderna mellan de led som gödslats med kompost och de som fått färsk stallgödsel var svårare att bestämma, delvis därför att komposten dessutom behandlats med de biodynamiska kompostpreparaten. Något förenklat kan skillnaderna sägas bestå i att den färska stallgödseln starkare stimulerade de vegetativa processerna och omsättningen i mark och gröda medan komposten starkare bidrog till att bygga upp markstruktur och grödornas form.

De biodynamiska fältpreparatens verkningar kunde fastställas som en positiv verkan på skörden i alla grödor förutom första skörden av vall. Verkan av preparaten på skörden var störst under de år då skördenivån var låg. Fältpreparatens verkningar visade sig också i mer djupgående markprocesser samt en högre baljväxtandel i vallen. Det beräknade tillskottet av kväve genom denna högre andel baljväxter uppgick till cirka 16 kg kväve per hektar och år.

Resultaten från K-försöket påvisar behovet av en debatt om frågor som rör livsmedlens kvalitet. I denna rapport behandlas några olika sidor av kvalitetsbegreppet. Dessutom formuleras några tänkbara framtida forskningsområden med anknytning till kvalitetsfrågan.

Litteratur

- Dlouhy, J. 1981** .Alternativa odlingsformer- växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling. Uppsala.
- Engqvist, M. 1961**. Strukturveränderungen im Kupferchloridkristallisationsbild von Pflanzensubstanzen durch Alterung und Düngung. Lebendige Erde, sid. 112-123.
- Engqvist, M. 1963**. Gödslingens inverkan på kulturväxter. Särtryck ur Tidskrift för biodynamisk jordbruk nr 4.
- Engqvist, M. 1970**. Gestaltkräfte des Lebendigen. Frankfurt aM.
- Granstedt, A. 1990**. Fallstudier av kväveförsörjningen i alternativ odling. Avd. för Ekologiskt Lantbruk. Sveriges Lantbruksuniversitet, meddelande nr. 4. Uppsala.
- Klett, M. 1968**. Untersuchungen über Licht- und Schattenqualität. .Darmstadt.
- Pettersson, B.D. 1970**. Verkan av växtplats, gödsling och tillväxtregulerande substanser på matpotatisens kvalitetsegenskaper. Järna.
- Pettersson, B.D. 1972**. Gödslingens inverkan på matpotatisens kvalitetsegenskaper II.. Nordisk Forskningsring meddelande nr 25 Järna.
- Pettersson, B.D. 1979**. Från forskning och försök. I Alternativa odlingsformer, del III, Biodynamisk odling, sid. 72-89. Stockholm.
- Pettersson, B.D. 1982**. Konventionell och biodynamisk odling. Järna.
- Pettersson, B.D. 1987**. Kvaliteten i biodynamiske produkter. Ur Ugeskrift för Jordbruk, nr 8, pp 225-228.
- Pettersson, B.D. och Engqvist, M. 1963**. Horngödsel och hornkiselpreparaten. Särtryck ur Tidskrift för biodynamisk jordbruk nr.4.
- Pettersson, B.D. och Engqvist, M. 1964**. Die Auswirkungen der Düngung auf die Qualitätseigenschaften von Kartoffeln. Särtryck ur Lebendige Erde nr.5.
- Pettersson, B.D., Reents, H. och Wistinghausen, E.v. 1992**. Düngung und Bodeneigenschaften. Meddelande nr 34. Nordisk Forskningsring. Järna
- Pettersson, B.D. och Wistinghausen, E.v. 1977**. Bodenuntersuchungen zu einen langjährigen Feldversuch in Järna, Schweden. Nordisk Forskningsring meddelande nr.29.Järna.
- Pettersson, B.D., Wistinghausen, E.v. och Brinton, W.F. 1979**. Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Soils and Crops. Nordisk Forskningsring meddelande nr.30. Järna.
- Samaras, I. 1977**. Nachernteverhalten unterschiedlich gedüngter Gemüsearten mit besondere Berücksichtigung physiologischer und mikrobiologischer Parameter.Giessen.
- Wistinghausen, E.v. 1979**. Was ist Qualität? Wie entsteht sie und wie ist sie nachzuweisen. Darmstadt.
- Wistinghausen, E.v.1984**. Düngung und biologisch-dynamische Präparate.. Darmstadt.