

Samband mellan mark, gröda och gödsling

Erfarenheter från studier av gödslingens inverkan på mark och grödors egenskaper i ekologisk odling

Lars Kjellenberg
Stiftelsen Biodynamiska Forskningsinstitutet
Skilleby gård
S-153 91 Järna

Tel: +46 855157702
E-post: sbfi@jdb.se

2001-01 19

Innehåll

Några frågor som en början.....	3
K-försöket 1958 - 1990	3
Vilka erfarenheter finns från K-försöket?	4
Skörd	5
Markens egenskaper	6
Grödans egenskaper	10
Kemisk sammansättning	10
Hållbarhet	11
Sundhet.....	11
Växtsätt.....	12
Formskapande förmåga	12
Smak.....	13
Några erfarenheter från forskning och försök på andra platser.....	13
Ultuna- Järna- försöken	13
Långtidsförsök i Darmstadt.....	14
DOK-försöket i Schweiz	14
Samband mellan olika mätmetoder	15
Några ansatser till näringsförsök.....	15
Kan kvalitet mätas?	16
Rumsliga egenskaper.....	16
Tidsberoende samband	16
Bildskapande metoder	17
Sinnesupplevelser.....	17
Näringsstudier	18
Vad menas med kvalitet på livsmedel?	18
Kvalitativa och kvantitativa förändringar	19
Omognad och brådmognad	19
Funktion och sammanhang.....	20
Odlingen som del av en levande enhet.....	21
Olika typer av kvalitet.....	21
Hur uppstår kvalitet?	21
Yttre betingelser	22
Gödsling	23
Litteratur.....	25
Om K-försöket:	25
Om försöket i Darmstadt:	25
Om DOK-försöket i Schweiz:	25
Övrigt:	25

Några frågor som en början

Livsmedelskvalitet är inte något en gång för alla givet. Den måste skapas på nytt och på nytt, år efter år. Odlingsåtgärderna måste ständigt stämmas av mot de yttre betingelserna som jordmån och klimat. Lyckas man med detta skapar man samtidigt livsmedel av god kvalitet.

För mer än 75 år sedan började en grupp lantbrukare fråga sig varför livsmedlens kvalitet tycktes bli allt sämre. Detta blev upptakten till den biodynamiska odlingen. Alltsedan dess har frågorna om livsmedlens kvalitet varit mycket viktiga inom denna odlingsform. 1958 startade ett fältförsök vid Nordisk Forskningsring för Biodynamisk Odling i Järna utanför Södertälje. Målet med försöket var att under skandinaviska betingelser studera några olika sidor av frågan om livsmedlens kvalitet. Dessa frågor var:

- Vad menas med kvalitet hos livsmedel? Går denna att beskriva och förmedla?
- Går kvalitet att påvisa? Går den att mäta och fastställa?
- Hur uppstår kvalitet? Hur kan man skapa en god kvalitet hos våra livsmedel?

K-försöket 1958 - 1990

För att kunna studera frågan om livsmedlens kvalitet behövs en odling som bedrivs under någorlunda kontrollerade förhållanden. Dessutom bör denna odling omfatta flera olika grödor och olika gödselslag. Sist men inte minst bör man kunna prova ut lämpliga analysmetoder för att påvisa kvaliteten hos grödorna. Det var mot den bakgrunden som K-försöket startades 1958. K stod för kvalitet.

Försöket lades ut på en gammal gräsvall som inte hade gödslats på lång tid. Marken var någorlunda jämn i sina egenskaper över hela försöksytan. Denna yta delades in i åtta mindre rutor som sedan kom att gödslas på olika sätt. Genom detta uppkom åtta olika försöksled. Ett för varje sätt att gödsla. Försöksleden betecknades med bokstaven K samt en siffra. Under alla de 33 år som sedan följde gödslades de olika rutorna enligt den plan som gjorts upp från början. De olika försöksleden var följande:

- Led K1* Stallgödsel som komposterats med de biodynamiska kompostpreparaten 502-507. Behandling med de biodynamiska preparaten 500 och 501 skedde i fält. Gödselmängden motsvarade cirka 80 kg kväve, 38 kg fosfor och 76 kg kalium per hektar och år
- Led K2* Som K1, dock utan behandling med de biodynamiska fältpreparaten 500 och 501.
- Led K3* Färsk stallgödsel. Gödselmängden motsvarade cirka 95 kg kväve, 33 kg fosfor och 91 kg kalium per hektar och år
- Led K4* Färsk stallgödsel, kombinerad med mineralgödsel. Cirka hälften av kvävet kom från stallgödsel, andra halvan från mineralgödsel. Gödselmängden motsvarade cirka 62 kg kväve, 24 kg fosfor och 66 kg kalium per hektar och år
- Led K5* Ogödslat under hela försöksperioden.
- Led K6* Mineralgödsel, låg giva. Gödselmängden motsvarade cirka 29 kg kväve, 18 kg fosfor och 41 kg kalium per hektar och år
- Led K7* Mineralgödsel, medelhög giva. Gödselmängden motsvarade cirka 58 kg kväve, 36 kg fosfor och 81 kg kalium per hektar och år
- Led K8* Mineralgödsel, hög giva. Gödselmängden motsvarade cirka 117 kg kväve, 36 kg fosfor och 81 kg kalium per hektar och år

Gödsling, markens bördighet och grödornas egenskaper

Fyra olika grödor odlades varje år i fyra mindre parceller inom varje försöksled. Nästa år följde i denna parcell en annan gröda. På detta sätt uppkom en växtföljd: Första året vårvete med insådd, sedan ettårig vall följt av potatis och till sist betor innan det hela började om på nytt med vårvete. Vårvetet fick ingen gödsel annat än i de mineralgödslade leden och där endast kvävegödselmedel. Vallen lämnades helt ogödslad i alla led. Betorna fick i de organiskt gödslade leden omkring 60 % och potatisen cirka 40 % av gödseln. I de mineralgödslade leden fick vetet 20 %, betorna 40 % och potatisen 40 % av den mängd kväve som tillfördes. I K-försöket användes inga bekämpningsmedel. Detta för att man ville renodla effekterna av gödningen.

Näringsämne	Gröda	K1	K2	K3	K4		K5	K6	K7	K8
					Org	Min.				
Kväve, 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
Fosfor; P	vall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	vete	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	betor	91	91	77	28	29	-	43	58	58
	potatis	61	61	51	19	19	-	29	86	86
Kalium, K	vall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	vete	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	betor	182	182	218	79	79	-	98	195	195
	potatis	122	122	146	53	53	-	66	129	129
Summa N		80	80	95	31	31	0	29	58	117
Summa P		38	38	32	12	12	0	12	36	36
Summa K		76	76	91	33	33	0	41	81	81
Tabell 1	Genomsnittlig tillförsel av kväve, fosfor och kalium i kg/ha och år.									

K-försöket var alltså främst ett gödslingsförsök. Om vi skall dra paralleller till praktiken då ligger K1 närmast den situation som finns på många biodynamiska gårdar. K3 liknar i mångt och mycket situationen på en ekologisk odling medan K4 kan sägas spegla en konventionellt odlad gård med djur. K8 slutligen motsvarar det som vanligen kallas konventionell odling. För att göra det lite enklare kommer vi att kalla dessa led; K1- kompostgödsel, K3- stallgödsel, K4- blandgödsel, K5- ogödsel och K8- mineralgödsel.

K-försöket anlades utan upprepningar. Detta gör att det inte går att statistiskt säkerställa resultaten från försöket. Med tanke på den betydelse som K-försöket kom att få var detta en allvarlig brist. Efterhand anlades flera andra jämförande fältförsök runt om i världen, även i Sverige. Vi kommer att ta upp några av erfarenheterna från dessa försök lite senare.

Vilka erfarenheter finns från K-försöket?

Från början var försöket mera tänkt som en odling varifrån man kunde få grödor som gödslats på olika sätt. På dessa skulle sedan olika analysmetoder provas ut. Men allteftersom tiden gick blev det också allt mera intressant att undersöka hur gödningen inverkar på markens egenskaper.

Skörd

Sammanlagt för alla försöksår var skördenivån nästan identisk i samtliga fyra led vi skall jämföra först. Om det ogödslade ledet i genomsnitt gav 100 kg i skörd gav det kompostgödslade 146, det stallgödslade 138 och det blandgödslade 144 kg medan det mineralgödslade gav 152 kg. I tabell 2 visas medelskördarna för de olika grödorna.

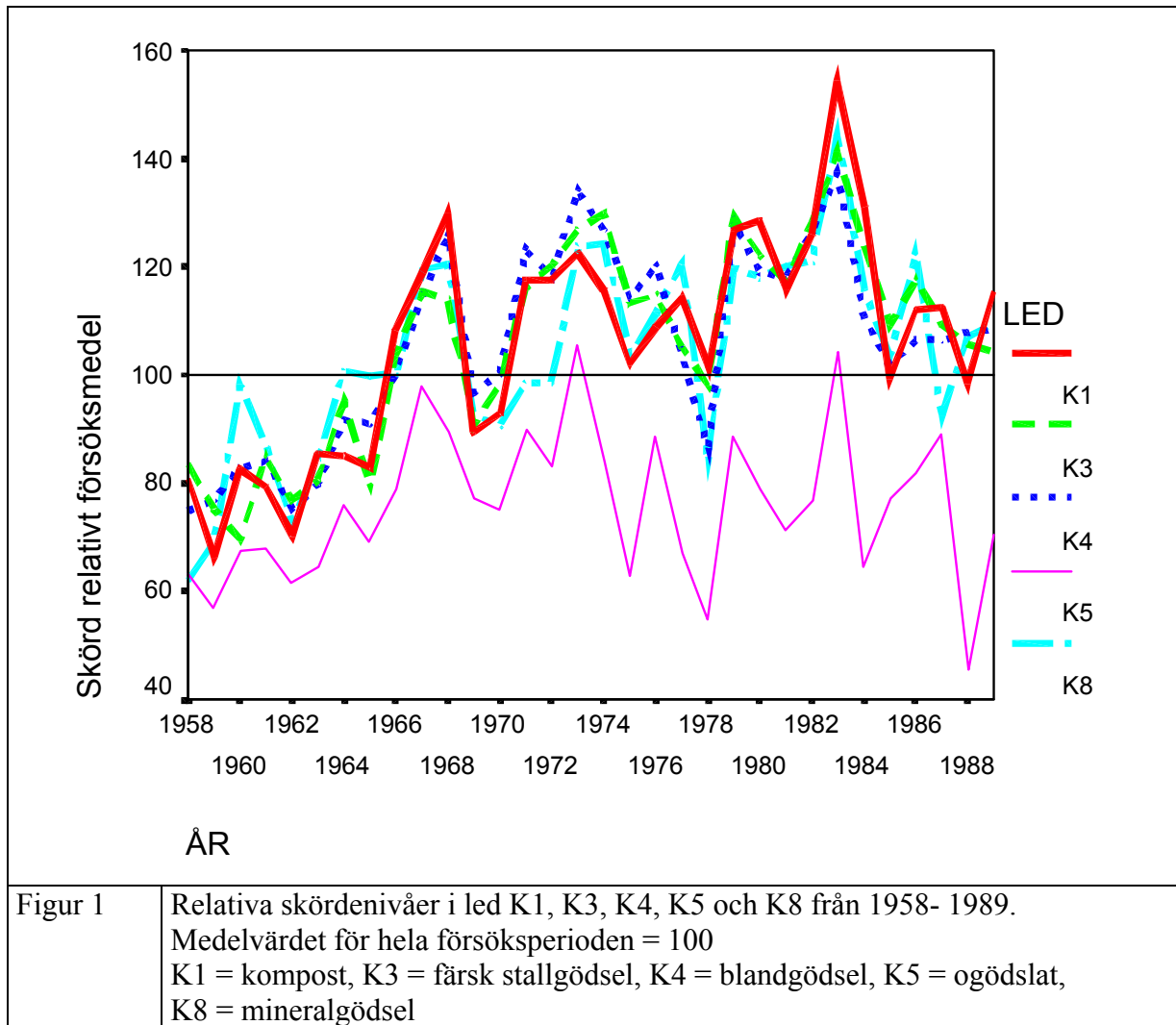
Försöksled	Ogödslat		Kompost		Stallgödsel		Blandgödsel		Mineralgödsel	
	kg/ha	Rel.	kg/ha	Rel.	kg/ha	Rel.	kg/ha	Rel.	kg/ha	Rel.
Vårvete, kärna,	2487	100	3273	132	3256	131	3263	131	3279	132
Vårvete, halm,	5340	100	6712	126	6971	131	6759	127	7572	142
Vall, första skörd,	4272	100	4886	114	5147	120	5061	118	4300	101
Vall, andra skörd,	4163	100	4728	114	4782	115	4287	103	3972	95
Potatis,	28711	100	36194	126	35186	123	36500	127	36157	126
Betor, rot,	21338	100	46740	219	46279	217	44993	211	49127	230
Betor, blast,	19165	100	36324	190	25517	133	36460	190	45443	237
Medelvärde	12211	100	19837	146	18163	138	19618	144	21407	152
Tabell 2	Medelskörd i kg/ha av de olika grödorna i K-försöket 1958- 1989. Relativtalen i jämförelse med det ogödslade ledet.									

I det ogödslade ledet var skördenivån speciellt låg i betor och relativt hög i vall. I det mineralgödslade ledet var situationen precis tvärtom. Här var skördenivån anmärkningsvärd låg i andraskörden av vällen. Totalt sett, för alla grödor tillsammans, gav det mineralgödslade ledet den högsta skörden. Det blandgödslade ledet gav speciellt höga skördenivåer i potatis medan den färska stallgödseln skapade goda betingelser för en hög vallskörd.

Skördenivåerna steg under försöksperioden, också i det ogödslade ledet Detta berodde nog på förändringar i marken som skapats främst av en någorlunda gynnsam växtföljd. Det är svårt att bedöma vilket inflytande eventuella förändringar i klimat och koldioxidhalt skulle kunna ha haft på skördenivåerna.

Det led som gödslats enbart med mineralgödsel nådde relativt tidigt höga skördenivåer. De organiskt gödslade leden låg lägre i början. Detta motsvarar också den erfarenhet som finns från praktisk odling. Också här har man ofta en skördesvacka under de första åren. Efter cirka 7 år var skördenivåerna i de organiskt gödslade leden ungefär på samma nivå som i det mineralgödslade. Detta visar betydelsen av långliggande försök för att på ett rättvisande sätt kunna jämföra olika gödslingsystem. Att skördenivåerna utvecklas olika kan inte sägas vara en direkt effekt av gödslings inverkan på grödorna. Gödslingen har ju varit densamma under alla år. Istället måste vi söka anledningen till detta fenomen i gödslings inverkan på marken.

Skördenivåerna i de olika försöksleden år för år framgår av figur 1 på nästa sida.

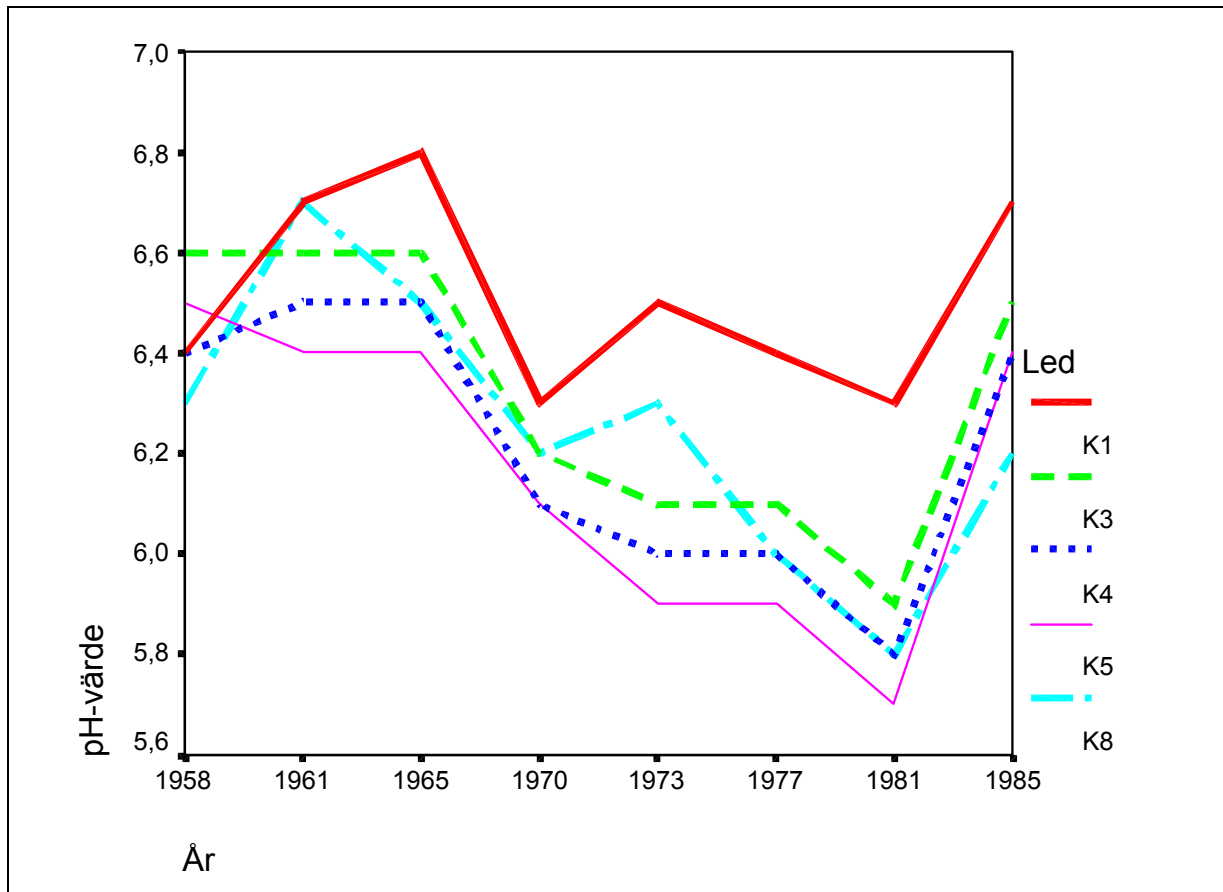


Markens egenskaper

Vid försöksstarten var det inga större skillnader i markens egenskaper mellan de olika leden. Tre större markundersökningar genomfördes 1976, 1985 och 1989. Dessutom utfördes vanligen årliga karteringar av växtäringsinnehåll och pH.

Inte ens efter 32 försöksår var det så stor skillnad mellan försöksleden när det gäller markens struktur, porvolym och vattenhållande förmåga. Det fanns en svag tendens att de organiskt gödslade leden skulle ha fått en något bättre vattenhushållande förmåga, men skillnaderna var små.

Markens pH-värde steg till att börja med i alla gödslade led. Denna stegring var kraftigast och pågick längst i det kompostgödslade ledet. Efter 1965 började pH att sjunka antagligen som ett resultat av den allmänna försurningen. Marken i det ogödslade ledet hade svårast att upprätthålla pH-värdet. Under perioden 1958 – 1981 sjönk där pH från 6,5 till 5,7. Det led som bäst kunde hålla sitt pH-värde uppe var det kompostgödslade. I de blandgödslade, stallgödslade och mineralgödslade leden sjönk pH relativt kraftigt. Gödning med kompost tycks alltså förbättra markens buffrande förmåga, dvs. dess möjlighet att utjämna till exempel försurande påverkan utifrån.

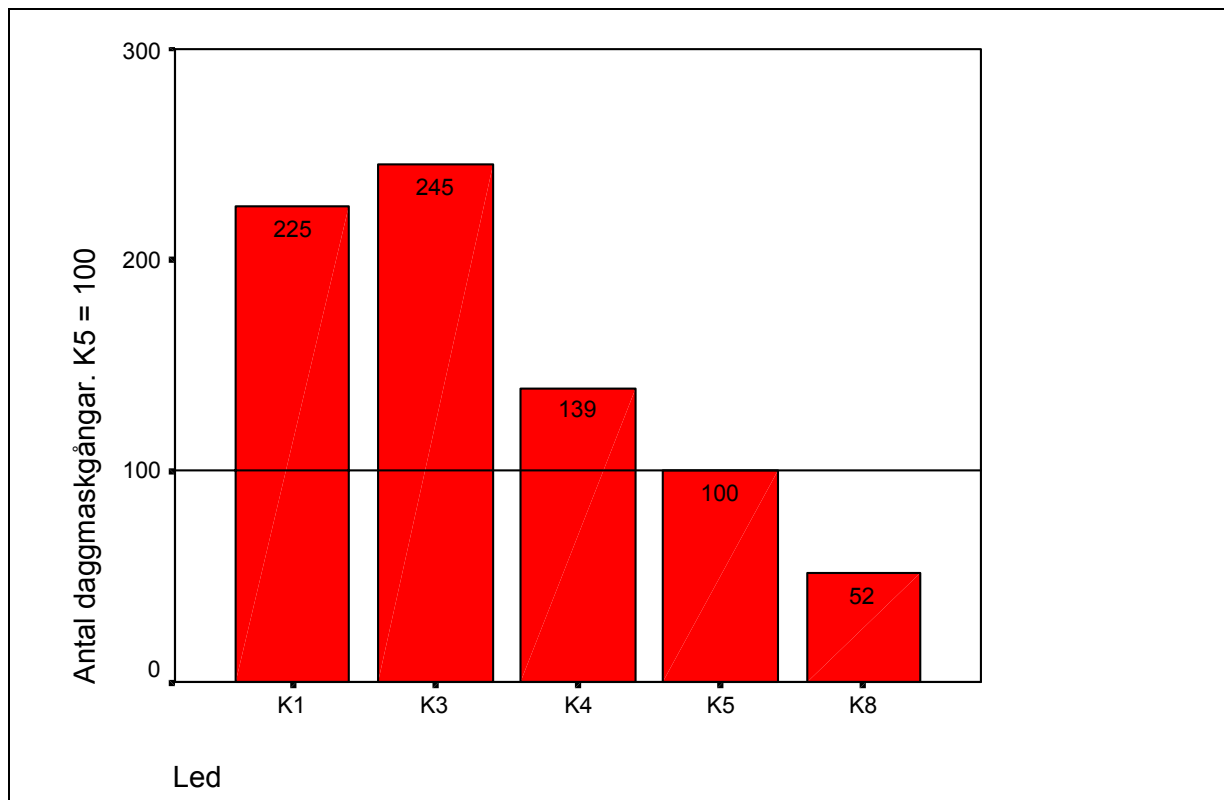


Figur 2 Förändringen av pH-värdet under försöksperioden. K1 = kompost, K3 = färsk stallgödsel, K4 = blandgödsel, K5 = ogödslad, K8 = mineralgödsel. (1981- 1985 kalkades försöket)

Halten av kol och kväve i marken var vid slutet av försöket något högre i de led som gödslats organiskt. Detta gällde såväl i matjorden som djupare ned i alven. Det kompostgödslade ledet skilde sig något från övriga genom att uppvisa högre halter av såväl kol som kväve i djupare markskikt. I K2 som också gödslats med kompost kunde det inte uppmätas alls lika höga halter av dessa ämnen. Här tycks det alltså inte vara gödselslaget utan verkan av de biodynamiska fältpreparaten som orsakat dessa skillnader.

Mängderna av fosfor var högst i de mineralgödslade leden medan halterna av kalium var högst i de organiskt gödslade leden, speciellt det led som gödslats med enbart färsk stallgödsel.

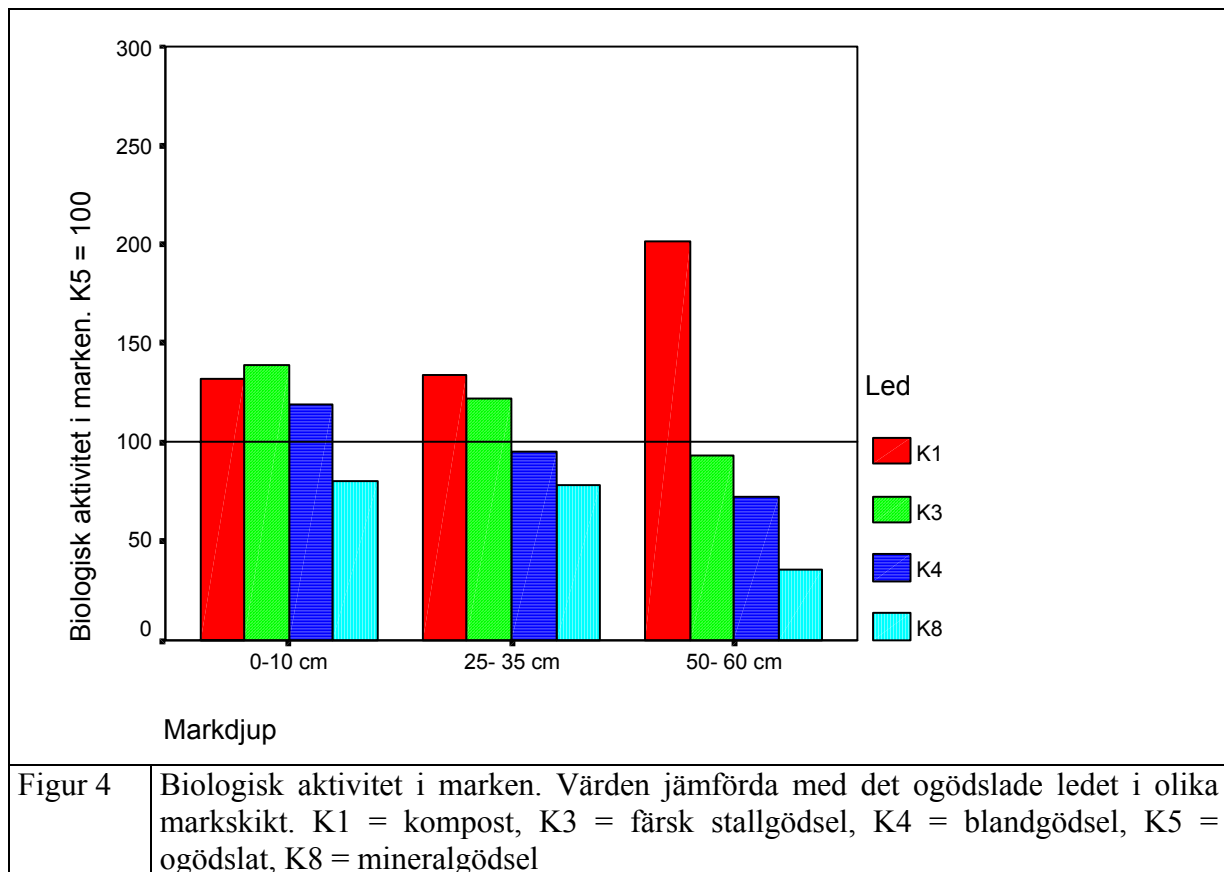
Det var framför allt de biologiska egenskaperna som skilde de olika försöksleden åt. Om vi sätter antalet dagmaskgångar i det ogödslade ledet till 100 då var de 225 i det kompostgödslade, 245 i de stallgödslade, 139 i det blandgödslade och 52 i det mineralgödslade. De rent organiskt gödslade leden hade alltså nästan 5 gånger så mycket dagmaskgångar som det mineralgödslade ledet. I detta led hade antalet dagmaskgångar reducerats till hälften i jämförelse med det ogödslade ledet.



Figur 3 Antalet daggmåskgångar i de olika försöksrutorna. Genomsnitt av mätningar 1976, 1985 och 1989. Antalet daggmåskgångar i K5 har satts till 100. K1 = kompost, K3 = färsk stallgödsel, K4 = blandgödsel, K5 = ogödslad, K8 = mineralgödsel

Genom olika kemiska mätningar kan man få en uppfattning om hur aktiva livsprocesserna är i marken. I K-försöket bestämdes markandningen, dvs. hur mycket koldioxid som marken avger. Många organismer i marken andas ut koldioxid. En stor avgång av koldioxid kan därför sägas motsvara en stor aktivitet bland markens organismer. Vidare bestämdes något som kallas markens dehydrogenasaktivitet respektive ureasaktivitet. Även dessa mått säger något om hur aktiva markens organismer är när det gäller att förvandla olika ämnen. Ju högre värden desto mer aktiv är omsättningen i marken. Om värdena i det ogödslade ledet åter sätts till 100 var situationen i ytjorden sådan att det kompostgödslade ledet uppvisade en aktivitet på 132, i det stallgödslade var aktiviteten 139, i det blandgödslade 120 och i det mineralgödslade ledet 81. Lite djupare ned i marken, på 25 till 35 cm djup, var värdena kompost 135, stallgödsel 122, blandgödsel 95 och mineralgödsel 78. I de djupaste skikten, 50 till 60 cm ned i marken, var värdena 202 för det kompostgödslade 93, för det stallgödslade, 73 för det blandgödslade och 36 för det mineralgödslade.

Gödning, markens bördighet och grödornas egenskaper



Den ogödslade marken hade i förhållande till övriga led en låg markaktivitet i ytjorden men en förhållandevis hög aktivitet djupare ned. Den kompostgödslade marken hade en hög aktivitet på alla djup. I förhållande till de övriga gödslagen blev skillnaderna allt större ju djupare ned vi kommer. Den stallgödslade marken gav höga värden på ytan men aktiviteten trängde inte lika djupt ned i marken. På en halvmeters djup var aktiviteten mindre än i det led som inte gödslats alls på flera decennier. Det mineralgödslade ledet låg hela tiden lägre än det ogödslade. Här hade alltså effekterna av gödningen sänkt aktiviteten i marken.

Ett annat sätt att mäta markens egenskaper är att se hur den förmår tillhandahålla den näring som växterna behöver. Den mängd kväve som marken levererade till vetet var för det kompostgödslade ledet 98 kg per hektar och år. Markens i det led som gödslats med färsk stallgödsel förmådde leverera 111 kg och det helt ogödslade ledet 68 kg kväve per hektar. Markens i det mineralgödslade ledet levererade 42 kg kväve per hektar men då måste man bära i minnet att vetet i detta led gödslats med 94 kg kväve per hektar. Grödan måste därför inte lika aktivt söka efter sin näring. Men samtidigt förmådde heller inte marken frigöra lika mycket kväve som i de andra försöksleden.

Grödans egenskaper

Potatisgrödan var den som undersöktes mest. Vi skall därför koncentrera oss på den. Potatisknölen är i botanisk mening en skottspets som vuxit under jord. Den har alltså alla de egenskaper som vi annars finner hos den ovanjordiska plantan. Kommer den upp i ljuset blir den giftig. I vårt klimat kan potatisplantan normalt inte utveckla frön. Den förökas i stället vegetativt genom de underjordiska stamknölna.

Kemisk sammansättning

Kvävet är ett ämne som tillmättes stor betydelse i jordbruket. Det ingår till exempel i proteinerna som antas spela en stor roll i de flesta livsprocesser. Proteinerna föreställer man sig som relativt stora ämnen med en komplicerad uppbyggnad. Enligt de gällande växtnäringsteorierna tas kvävet upp av växten som enkla föreningar ur marken. Det byggs sedan stegvis in i den växande grödan, bland annat i olika proteiner. Grödan mognar och dess kemiska beståndsdelar uppnår en viss grad av stabilitet. När grödan sedan vissnar bryts proteinerna ned till allt enklare kväveföreningar på nytt. I början och slutet av en grödas utveckling är vanligen andelen av enkla kväveföreningar hög och andelen protein låg medan en mogen gröda ofta kännetecknas av det motsatta, andelen protein är relativt hög och andelen enkla kväveföreningar låg.

Med hjälp av olika analyser kan man sönderdela en gröda i olika typer av föreningar som innehåller kväve. En vanlig analys som ofta görs är att mäta halten råprotein. För detta används ofta den så kallade Kjeldahl-metoden. Den görs så att växtdelarna först kokas med svavelsyra. Efter kokningen tillsätts natriumsulfid och natriumhydroxid så att innehållet blir starkt basiskt. Därefter tillförs kopparsulfat, varpå halten kväve bestäms genom något som kallas titrering. För omräkning till råproteinhalt multipliceras kvävehalten med 6,25.

Råproteinhalten var i K-försöket högst i det led som mineralgödslats följt av det led som behandlats med blandgödsel. I jämförelse med det ogödslade ledet låg halterna av råprotein något lägre i de två led som tillförts enbart organisk gödsel. Skillnaderna var ganska stora. Om vi säger att det ogödslade ledet innehöll 100 gram råprotein så innehöll det mineralgödslade ledet 139 gram. Det blandgödslade ledet innehöll 108 gram, det kompostgödslade 95 gram och det led som gödslats med färsk stallgödsel innehöll 97 gram.

När man anger råproteinhalten så gör man vanligen det i gram råprotein per 100 gram torrsubstans. Torrsubstansen får man kvar när man i en ugn torkat bort vattnet ur ett prov. Men vi äter sällan torrsubstans enbart. Vi äter potatis. Den potatisen har en viss vattenhalt. I det ogödslade ledet innehöll 100 gram potatis omkring 75 gram vatten. Det mineralgödslade innehöll 77,5 gram och det blandgödslade 76,1 gram. Detta var samma vattenhalt som fanns i det led som gödslats med färsk stallgödsel. Det kompostgödslade ledet innehöll omkring 75,9 gram vatten. Vi ser alltså att gödningen och speciellt mineralgödning tycks leda till att grödan får en högre vattenhalt. Detta kan i sin tur tolkas som att potatisknölna från detta led skulle vara något mera omogna.

Ur 100 gram potatis från det mineralgödslade ledet gick det alltså att analysera fram 2,3 gram råprotein. För det kompostgödslade och det led som fått färsk stallgödsel ledet är blev värdet 1,7 gram, från det blandgödslade och det ogödslade ledet 1,9 gram. Betraktat på detta sätt blir skillnaderna i råproteinmängd inte så stora mellan de olika försöksleden.

Gödning, markens bördighet och grödornas egenskaper

Sedan kan vi gå vidare och fråga oss hur stor andel av råproteinet som finns i en mera proteinlik form. Detta kan vi bestämma genom att göra en annan analys. Den är lite skonsammare än Kjeldahl-metoden. Det värde man får fram på detta sätt kallas renprotein. Det brukar man ange i procent av råproteinhalten. Från potatisen ur det mineralgödslade ledet gav analysen en andel av renprotein som motsvarade 54 % av den totala mängden råprotein. Det ogödslade, blandgödslade och det led som gödslats med färsk stallgödsel uppvisade alla en andel på cirka 57 % medan det led som gödslats med kompost hade en andel på 59 %.

Men kvävet tycks också kunna finnas i andra former i potatisen. Så kan man till exempel analysera fram hur mycket fria aminosyror ett prov ger upphov till. Fria aminosyror tänker man sig som förstadier till proteinerna. Halten av fria aminosyror per gram torrs substans var lägst i det ogödslade ledet. Om detta led sägs ha haft en halt på 100 så var halten i de övriga leden; kompostgödsel 113, färsk stallgödsel 116, blandgödsel 118 och mineralgödsel 142.

Hållbarhet

Ytterligare ett sätt att beskriva grödan är att studera dess hållbarhet, det vill säga dess lagringsförmåga och motståndskraft mot nedbrytning. I K-försöket genomfördes ett stort antal sådana undersökningar. Bland annat mätte man hur stor andel potatis som var prima på våren efter ett halvårs lagring. Om man från det ogödslade ledet lagrade in 10000 kg potatis så fick man i genomsnitt 7170 kg kvar på våren. I de övriga leden; kompostgödsel 7160 kg, färsk stallgödsel 7020 kg, blandgödsel 6920 kg och mineralgödsel 6710 kg.

Om man istället tänker sig att man skulle lagra in hela den skörd man fick av potatis från ett hektar då blir siffrorna återigen något annorlunda. Efter lagring på våren fanns det då kvar i det ogödslade 20 586 kg, i det kompostgödslade 25 915 kg, i det stallgödslade 24 701 kg, i det blandgödslade 25 258 kg och i det mineralgödslade 24 261 kg.

Flera undersökningar gjordes där sönderfallet av potatis eller potatissaft studerades. Med en av dessa metoder undersöktes hur mycket en saft av potatis mörkfärgades på en viss tid. Om vi nu sätter mörkfärgningen i det ogödslade ledet till 100 så var den lika stor i det kompostgödslade medan den var 104 i det led som gödslats med färsk stallgödsel. I det blandgödslade ledet var den 112 och i det led som gödslats med mineralgödsel var den 127. Potatissaften mörknade alltså betydligt snabbare i det led som gödslats med mineralgödsel. Liknande resultat fick man av andra sönderfallstester.

Sundhet

En annan grupp av undersökningar gick ut på att man ympade potatisen med svampsporer för att sedan studera hur snabbt svampangreppet spred sig. Om man mätte hur stor yta av potatisen som var angripen 14 dagar efter ympningen så fann man skillnader mellan leden. Sätter vi återigen denna yta till 100 i det ogödslade ledet då var den svampangripna ytan i ledet som gödslats med kompost 85 och det led som gödslats med färsk stallgödsel 94. Det blandgödslade ledet uppvisade en yta motsvarande 114 och det mineralgödslade ledet 104.

Vissa år angreps potatisen i K-försöket av bladmögel. Lite förenklat kan sägas att om 100 plantor var angripna i det ogödslade ledet så var det 188 plantor i det led som gödslats med mineralgödsel, 104 i det kompostgödslade, 160 i det blandgödslade och 176 plantor i det led som gödslats med färsk stallgödsel.

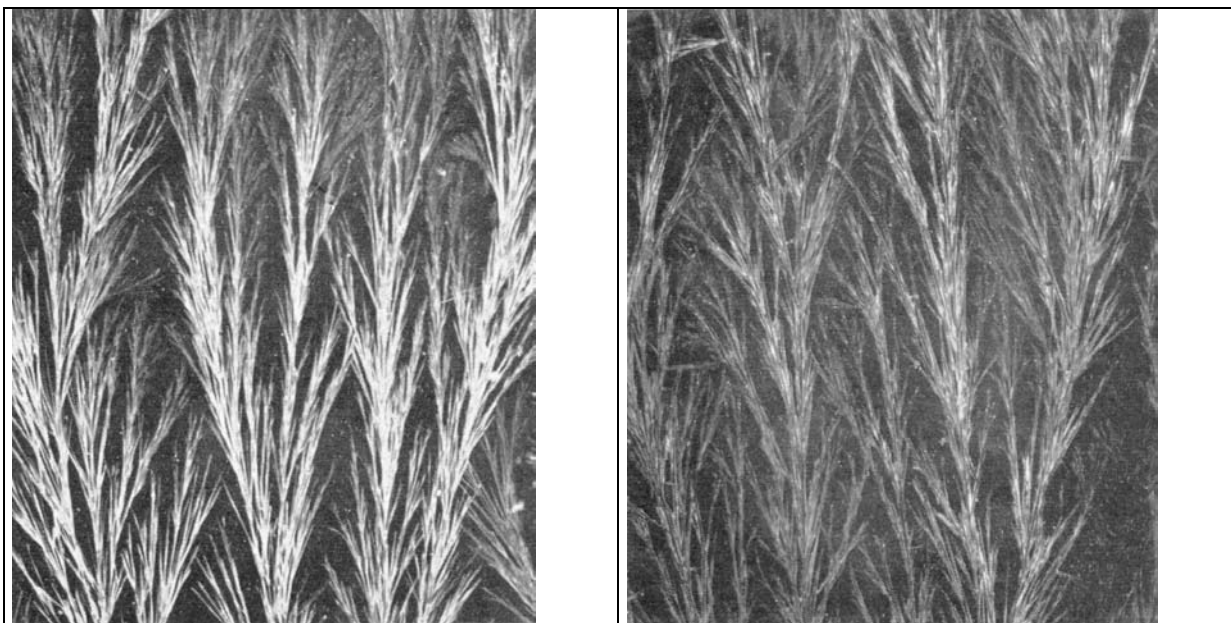
Växtsätt

Vid studier i fält kunde man iaktta att potatisstånden såg olika ut i de olika försöksleden. I det ogödslade och det kompostgödslade ledet var plantorna utpräglade vertikala med upprättstående blast. Det led som gödslats med färsk stallgödsel hade högre och kraftigare plantor, som inte var lika vertikala men ändå huvudsakligen uppåtriktade. I det blandgödslade ledet var blasten som allra kraftigast. Den bredde starkare ut sig horisontalt och kom därigenom att täcka utrymmet mellan raderna. I det led som gödslats med mineralgödsel var plantorna ganska låga och nedliggande. De täckte marken som ett krypande buskbestånd.

Vid en närmare betraktelse fann man att denna skillnad i växtsätt delvis kunde föras tillbaka till antalet huvud- respektive sidostjälkar per stånd. Antalet huvudstjälkar per stånd var högst i de organiskt gödslade leden medan det ogödslade ledet hade relativt få huvudstjälkar. De mineralgödslade leden hade flest sidostjälkar medan det ogödslade och det kompostgödslade ledet hade lägst antal sidostjälkar. Räknat per huvudstjälk var antalet sidostjälkar i det ogödslade ledet omkring 1. Det betyder att det fanns en sidostjälk per huvudstjälk. I det kompostgödslade ledet var detta värde ungefär 0,9, i ledet som gödslats med färsk stallgödsel 1,27, i det blandgödslade ledet 1,37 och i det mineraliskt gödslade ledet hela 2,89. Varför bildar potatis som gödslats med mineralgödsel färre huvudstjälkar och flera sidostjälkar?

Formskapande förmåga

I K-försöket har en metod som kallas kopparkristallisationsmetoden kommit till användning. Denna metod kan behöva en kort presentation. När kopparklorid kristalliserar på en glasplatta bildas ett sorts skelett av kristallnålar. Vid tillsats av växtsaft till saltlösningen förändras kristallbildningen. När exempelvis växtsafter åldras och bryts ned förändras de kristallbilder de ger upphov till. Det blir bland annat fler och fler avvikande nålstrukturer i bilden. På så sätt kan en skala åstadkommas från färsk växtsaft över ett antal mellanstadier fram till nedbruten växtsaft. Denna skala ligger till grund för tolkningen av växtsaftens kvalitet. Man antar då att en färsk växtsaft är av bättre kvalitet än en nedbruten.



Figur 5 Kristallbilder från K-försöket. Gröda potatis. Till vänster kompostgödslat till höger mineralgödslat led.

Gödsling, markens bördighet och grödornas egenskaper

Genom att räkna antalet avvikande nålstrukturer per ytenhet i kristallbilden kunde antalet felenheter överföras till en siffra. Ett högre värde motsvarar ett prov med sämre formbildande förmåga. De lägsta värden fanns här i det kompostgödslade ledet. Det ogödslade ledet bildade tillsammans med det stallgödslade och det blandgödslade en mellangrupp medan det mineralgödslade ledet hade de högsta värdena.

Smak

Smaken på potatisarna bedömdes av en oberoende smakpanel vid Statens Centrala Frökontrollanstalt dels direkt efter skörd på hösten dels på våren efter lagring. Smaken bedömdes efter graden av potatissmak, som är en positiv egenskap samt graden av jord- respektive besksmak som är negativa bismaker hos potatisen.

Det ogödslade ledet smakade relativt mycket potatis på hösten medan potatissmaken inte var så framträdande på våren. Besksmaken var lägst av alla led på hösten medan den var tydligast av alla led på våren efter lagring. Jordsmaken var minst framträdande av alla led såväl på hösten som på våren.

Det kompostgödslade ledet hade en tydlig potatissmak såväl på hösten som på våren. Bismakerna var inte så framträdande vid något provtillfälle. En viss beska fanns dock ofta på hösten.

Ledet som gödslats med färsk stallgödsel hade relativt svag potatissmak och tydlig beska på hösten medan den i övrigt låg i mitten vad gäller smakkvalitet.

Det blandgödslade ledet smakade minst potatis på hösten av alla led, då den också hade den högsta beskan. På våren däremot uppvisade detta led den lägsta beskan. Vad gäller jordsmak uppvisade ledet en relativt tydlig bismak såväl på våren som på hösten.

Det mineralgödslade ledet hade en god potatissmak på hösten men uppvisade i övrigt den sämsta smakkvaliteten. På våren smakade detta led som minst potatis av alla led. Då uppvisade den också de sämsta värdena av såväl beska som jordsmak. Också på hösten smakade potatisen från detta led som mest beskt av alla potatisar från försöket.

Några erfarenheter från forskning och försök på andra platser

Under den tid K-försöket genomfördes har flera andra fältförsök startats runt om i världen. Några har studerat olika gödselslags inverkan, andra har haft ambitionen att jämföra hela odlingssystem.

Ultuna- Järna- försöken

Två "dotterförsök" utvecklades ur K-försöket och genomfördes 1971-1976 i Uppsala och 1971-1979 i Järna. Dessa försök kommer här att kallas UJ-försöken. I dessa försök jämfördes två odlingssystem med varandra; biodynamisk respektive konventionell odling.

I de båda UJ-försöken var skörden av potatis lägre i de biodynamiska varianterna. Råproteinhalten var högre i de mineraliskt behandlade leden, medan andelen relativt renprotein var högre i de biodynamiskt behandlade leden. Värdet av fria aminosyror var lägre i de biodynamiska varianterna medan kvaliteten på protein var högre.

Gödsling, markens bördighet och grödornas egenskaper

Mörkfärgningen av såväl vävnad som extrakt var mer framträdande och utvecklades fortare i de mineraliskt gödslade leden än i de organiskt gödslade. Mätningar av extraktsönderfall visade att de biodynamiskt gödslade leden i genomsnitt hade ett lägre värde.

Lagringsförlusterna och förlusterna orsakade av svampangrepp och uttorkning var lägre i de biodynamiska försöksleden.

I UJ-försöket i Järna var antalet horisontala sidostjälkar lägre i de biodynamiska varianterna. Vad gäller analyserna av kristallbilder så visade dessa färre felenheter i de biodynamiska varianterna än i de konventionella.

Som framgår av denna korta jämförelse visar de tre försöken en god överensstämmelse. Det är enbart i skördenivån som det finns några mera markerade skillnader. Här avviker resultaten från det mera långliggande K-försöket genom att i stort sett uppvisa samma skördenivå mellan de två odlingssystemen.

Långtidsförsök i Darmstadt

1980 startades vid det biodynamiska forskningsinstitutet i Darmstadt, Tyskland, ett fältförsök som i mångt och mycket liknar K-försöket. Ambitionen var att undersöka hur gödslingen inverkar på egenskaperna hos mark och gröda. Tre olika gödselvarianter används; mineralgödsel, vanlig kompost samt kompost med användning av de biodynamiska preparaten. Samtliga gödselslag användes sedan i tre givror. Vid detta försök i Darmstadt var uppläggningsen sådan att den tillåter en statistisk utvärdering av resultaten. Under de första fyra åren av försökstiden gödslades försöket så att de olika försöksleden skulle ge en likartad skördenivå. Sedan 1984 har uppläggningsen ändrats så att den tillförda mängden kväve skall vara så likartad som möjligt mellan de olika leden. Försöket genomförs på en mycket mager sandjord. Här följer en kortfattad sammanställning av de resultat som presenterats från försökets första fyraårsperiod:

- Kolhalten i marken sjönk i alla försöksled utom de där de biodynamiska preparaten användes.
- De negativa effekterna på produktkvaliteten som orsakades av de stegrade gödslingsgivorna var mindre i de led som gödslats med kompost än i de led som gödslats med mineralgödsel.
- Användande av de biodynamiska preparaten tillsammans med komposterad gödsel hade delvis en positiv effekt på kvalitets- och lagringsegenskaper.
- Under goda lagringsbetingelser uppträdde endast små skillnader mellan försöksleden.
- Mera tydliga skillnader observerades efter lagring under stressade betingelser. Skillnaderna visade bättre kvalitetsegenskaper vid låga gödslingsgivror, användande av komposterad gödsel samt de biodynamiska preparaten.

DOK-försöket i Schweiz

1978 startades ett långliggande fältförsök i Therwil, Schweiz. Målet med försöket var att jämföra hela odlingssystem. Försöket genomförs på mycket goda jordar. De olika försöksleden skiljer sig förutom genom gödslingen också genom andra odlingsåtgärder som ogräsregulering och parasitbekämpning. Tre olika odlingssystem jämförs:

1. Blandgödsling med stallgödsel och mineralgödsel samt kemiska bekämpningsmedel
2. Organisk odling med stallgödsel och flytgödsel samt främst mekaniska bekämpningsåtgärder
3. Biodynamisk odling med kompost och flytgödsel samt främst mekaniska bekämpningsåtgärder

Mellan dessa led förelåg skillnader mellan hur mycket växtnäring som tillfördes per hektar. Den blandgödslade varianten hade t.ex. en tillförsel av kväve som låg mellan 30–50 kg N/ha högre än de organiska och biodynamiska leden.

I DOK-försöket har det blandgödslade ledet givit den tydligt högsta skörden under hela försöksperioden. Skillnaderna vad gäller skörd mellan de organiska respektive biodynamiska leden har varit mindre. I marken var den högsta biologiska aktiviteten i det biodynamiskt odlade ledet medan halterna lätt tillgängligt fosfor och kali var högst i det blandgödslade. Djurlivet i marken var störst och mest mångfaldigt i det biodynamiska ledet. Här fanns också en intressant skillnad mellan det organiska och det biodynamiska ledet vad gäller dagmaskfaunan. I det organiska ledet var det en större andel horisontalt grävande arter av dagmask medan det i det biodynamiska ledet var en större andel vertikalt grävande maskar. Det var inte så stora skillnader i produkternas kemiska sammansättning. Halterna av kväve, fosfor och kali tenderade att vara högre i de produkter som odlats med blandgödsel.

Samband mellan olika mätmetoder

I UJ-experimenten fanns ett säkert samband mellan halten av råprotein och flera andra använda mätmetoder. Höga värden av råprotein i potatis hängde ihop med låga halter av torrsbstans, låga andelar renprotein samt låga värden på den biologiska proteinkvaliteten. Dessutom fanns säkra samband mellan höga halter av råprotein och låga halter av askorbinsyra samt sämre kok- och smakkvalitet. Till sist var det även så att höga halter av råprotein oftast sammanföll med höga halter av fria aminosyror samt höga värden på extraktsönderfall och extraktmörkfärgning. Allt detta är egenskaper som vi vanligen bedömer som negativa. En hög råproteinhalt skulle därför kunna sägas vara en indikator på en sämre kvalitet.

Också i vete fanns det liknande samband. Här hängde också höga mätvärden av råprotein ihop med sämre värden på den biologiska kvaliteten hos proteinerna samt högre värden av extraktsönderfall. Men i vetet var råproteinvärdet dessutom kopplat till högre halter av gluten, högre falltal samt bättre bakningsegenskaper. Detta visar att höga råproteinhalter inte är att anse som en dålig egenskap i alla sammanhang. Om funktionen för vetet är att vi skall baka ett bröd som jäser bra då måste vi alltså värdera höga råproteinhalter positivt. Men om slutmålet är att skapa ett närande bröd måste vi kanske värdera denna egenskap annorlunda?

Några ansatser till näringsförsök

Att direkt studera betydelsen av näringen för konsumenten är mycket svårt och endast några få ansatser har tagits i den riktningen.

I Danmark gjorde man en liten studie där man jämförde spermakvaliteten hos ekologiska odlare med riksgenomsnittet för populationen i övrigt. Man tänkte att dessa odlare troligen äter sina egna grödor. Resultaten från studien visade att kvaliteten på sperman var högre bland de ekologiska odlarna än för genomsnittsdansken. Men det gick inte att utesluta att detta kunde bero på andra livsstilsfaktorer än kosten.

En annan undersökning kunde visa det bara var hälften så vanligt med allergier bland elever vid Waldorfskolor i jämförelse med en grupp elever av samma ålder från kommunala skolor.

Gödsling, markens bördighet och grödornas egenskaper

Också här sågs kosten som en viktig faktor till att förklara dessa skillnader. Eleverna i Waldorfskolor får vanligen biodynamiskt odlad föda. Men det gick inte att skilja denna livsstilsfaktor från andra som utmärkte eleverna i Waldorfskolan.

Enligt vissa studier av kaniner ökar fruktbarheten när djuren utfodras med organiskt gödlat foder i jämförelse med foder som gödslats med mineralgödsel. Men också dessa studier är alltför små för att kunna ge underlag till entydiga slutsatser.

Kan kvalitet mätas?

Vad är det egentligen för egenskaper man mäter med den ena eller den andra metoden? Vad säger de om grödans kvalitet? Har de olika metoderna något samband med varandra? Frågorna hopar sig och man känner sig som lekman lätt lite vilsen i denna djungel av analysmetoder och i denna urskog av mätresultat.

För en konstruktör är en god produkt något som överensstämmer med den funktion som konstruktören försökt förverkliga. För köparen är en god produkt något som överensstämmer med hans eller hennes behov. För den som ägnar sig åt handel är en god produkt något som säljer bra. Hur vi värderar en produkt är alltså en fråga från vilken ståndpunkt vi betraktar den. Denna ståndpunkt avgör också vilka egenskaper vi mäter när vi försöker fastställa en produkts kvalitet.

Av de hittills redovisade försöksresultaten har framgått att olika typer av mätmetoder har använts i forskningen om livsmedlens kvalitet. Dessa metoder kan grupperas efter de egenskaper de försöker fastställa.

Rumsliga egenskaper

Hit räknas alla egenskaper ett föremål har i en viss tidpunkt. Antal, längd, storlek, vikt och färg hör hit. Vi stannar tiden med en kamera, en kemisk reaktion, ett måttband eller något annat instrument och betraktar vad som finns. Detta är lätt när det gäller döda föremål. Det blir svårare när vi studerar levande ting. De förändras ständigt. De får nya egenskaper hela tiden. Vi kan alltså inte komma fram till vad som karakteriserar en potatis genom bara en mätning. Det vi däremot kan göra är att jämföra våra mätvärden med andra vi gjort på andra potatisar. Därigenom berikar vi vår bild av den studerade potatisen. Vi skapar så att säga en potatisanpassad skala. Det kan jag göra med hjälp av min egen kunskap och erfarenhet. Då svarar jag på frågorna vad är vikt, vad är kväve, vad menas med protein? Svaret får jag genom att sätta den studerade egenskapen i relation till sammanhanget den kom ifrån. Och det är genom mitt tänkande som jag återanknyter en rumslig egenskap till den helhet de hämtades ifrån. Utan denna återanknytning blir mätvärdena abstrakta, utan kvalitativt innehåll.

Tidsberoende samband

Låt oss säga att vi mäter hur vikten tilltar eller avtar dag från dag. Vi utgår alltså från någon rumslig egenskap och jämför denna över tiden. Detta fordrar något av mig. För att fastställa vikt eller andra rumsliga egenskaper kan jag själv vara någorlunda passiv. Men för att studera hur något förändrar sig måste jag aktivera mig. Förändringen måste jag uppleva genom mitt tänkande. De egenskaper som vi därigenom kan beskriva blir därför mera levande. Här dyker samtidigt risken upp att de upplevda egenskaperna blir alltför subjektiva, alltför bundna till den som upplever. Det är därför nödvändigt att man lär sig iaktta sitt eget tänkande under processen. Då kommer man till erfarenheten att också mitt tänkande kan utvecklas till ett

Gödsling, markens bördighet och grödornas egenskaper

sinnesorgan. Att jag kan lära mig att se tankar på samma sätt som jag ser yttre föremål med sinnena.

Bildskapande metoder

En bild säger mer än tusen ord heter det. Men just därför kan det vara svårt att i ord uttrycka vad bilden säger. Anledningen till att vi trots detta känner ett behov att uttrycka oss i ord kanske är att vi då känner oss kunna kontrollera det hela bättre. Orden har jag format själv i mitt medvetande, det gäller inte alltid bilden. Men jag har i min själ andra områden än de helt vakna. Där finns ju också känslor. Många tycker att känslor är något helt subjektivt. Detta gör man ofta därför att de inte går att kvantifiera. De går inte att rycka loss ur sitt sammanhang, det vill säga den människa de uppstod i. Det går inte att upprätta någon skala som gäller för alla. Men precis som fallet var med de rumsliga egenskaperna så kan vi genom att vidga vår erfarenhet skola våra känslor så att de kan bli en allt mera objektiv värderingsgrund. Vi kan skapa en egen inre skala. Känslorna kan också utvecklas till kunskapsorgan men det kräver mycket arbete med mig själv. Jag måste aktivera mig ännu mer än vad som var fallet för att kunna se de tidsberoende sambanden. De egenskaper som jag kan uppleva med mina känslor har ytterligare närmast sig det levandes sfär men de har samtidigt förlorat en hel del av sin yttre mätbarhet.

Sinnesupplevelser

Världen faller isär när vi renodlar ett sinnesområde. Om vi tar vår föreställningsförmåga till hjälp i den stunden så kommer vi in i det abstrakta. När man lärt sig renodla ett sinnesområde då kan man komma på det klara med vilken sorts världsuppfattning just detta sinne måste ge upphov till om man bara utgår från de kvaliteter detta sinne förmedlar.

Så förmedlar till exempel känselsinnet intryck av avgränsning. Här slutar jag och här börjar något annat. Sinnesupplevelsen gränsar av och därigenom vaknar vi till inför oss själva. Om vi ensidigt förlänger det som känselsinnet förmedlar vidare in i det abstrakta då kommer vi till en uppfattning om att det måste finnas små avgränsade enheter, små beständiga kroppar som är själva grunden till allt annat. Om vi dessutom använder oss av mätmetoder som utgår från de rumsliga tyngdkvaliteterna för att utforska dessa tänkta kroppar då uppstår föreställningen om atomer. Små odelbara enheter som inte kan förändras.

Om vi däremot följer syn- eller ljudintrycken via det abstrakta i form av vågrörelser och svängningar per tidsenhet då kommer vi att bygga upp en föreställning om att verkligheten grundar sig på sådana svängningsrörelser.

På detta sätt kan en mängd olika världsåskådningar uppstå bara ur det faktum att några av oss starkare upplever världen med synen, andra mera med känselsinnet, åter andra med smaken och så vidare.

Men vi kan också utgå från själva sinnesupplevelsen och därifrån gå åt andra hållet. Vi tar en bit morot i munnen, vi tuggar den försiktigt och låter smaken uppstå på tungan. Nu förblir vi i själva sinnesupplevelsen. När vi gör så kan vi upptäcka något märkligt. Vi upplever smaken mycket starkt men samtidigt klingar de andra sinnesområdena med i upplevelsen. I det ögonblick upplevelsen uppstår har ännu inte världen fallit isär. Genom att ta de andra sinnena med i vår beskrivning av smaken så behåller vi totalupplevelsen tydligare. Vilken smak känner jag i munnen när jag ser den gröna färgen på ett blad? Vilka ljusupplevelser ger det bittra i malörten upphov till? Att arbeta i detta fält är att gå ytterligare ett steg i sin egen skolning. Här är det resonansen i mitt eget inre inför ett yttre intryck som skolas. Jag håller

tillbaka min värdering några ögonblick längre än jag annars skulle ha gjort. Annars skulle jag ha fastställt om jag tycker om eller inte tycker om en bestämd smak. Nu gör jag istället mina sympatier och antipatier till kunskapsorgan. Då uppstår en själslig stämning, en sorts grundton eller ett ackord som också kan användas som en medveten värderingsgrund för kvalitet. Lyssna till exempel till någon som provsmakar vin. Då beskrivs smaken som lätt eller tung, som doftande, som ljus, som tonande. Allt detta kan vi själva erfara om vi övar oss att låta sinnesintrycken vila i oss.

Det sägs att många antika läkare alltid först provade nya mediciner på sig själva. Detta skulle också vara ett sätt att prova livsmedel. Men läkemedel är ju trots allt annorlunda. De är, så att säga, koncentrerade livsmedel, ibland så koncentrerade att de blir giftiga. Läkemedel har ofta en akut verkan. Livsmedlen verkar mera i det tysta, i det långsiktiga. Men låt oss trots detta känna efter hur vi mår efter en måltid. Ibland inställer sig en känsla av välbefinnande. Andra gånger känner man ett sug i magtrakten redan en halvtimme efter maten. Detta är också en mätmetod. Det är vårt "hur-mår-jag"-sinne, vårt välbefinnandesinne, som förmedlar sina upplevelser av tillståndet i kroppen. Men detta sinne för ofta en ojämn kamp om vår uppmärksamhet med intrycken från de övriga sinnen. Vi behöver dra oss tillbaka en stund efter maten och stänga av syn- och hörselintryck för att uppmärksamma vad detta "hur-mår-jag"-sinne säger oss. Gör man det en tid då blir man allt mera på det klara med betydelsen av dessa sinnesintryck. Man märker att man inte längre söker sig till en viss sorts föda medan andra livsmedel blir allt mera populära. Detta är antagligen den mest adekvata kvalitetsanalysen för den enskilda människan. Den får ofta direkta konsekvenser i min konsumtion. Via "hur-mår-jag"-sinnet kommer jag i kontakt med mina egna livsbehov och jag kan sedan försöka att inrätta mig efter dessa. Också här spelar de andra sinnesupplevelserna in. En vacker måltid avnjuten utan störande buller runtomkring i en trivsamt miljö kan förstärka min "må-bra"-upplevelse och delvis kompensera för en eventuellt dålig näringskvalitet på maten. Vi är ju trots allt människor som lever i ett totalsammanhang med världen. Följer man enbart sitt "hur-mår-jag"-sinne kan man hamna i samma ensidiga abstraktion som vi såg var möjligt även med de övriga sinnen.

Näringsstudier

Vill man inte föra in "hur-mår-jag"-sinnet i sina studier då är man hänvisad till regelrätta utfordrings- och näringsförsök. Dessa studier är oerhört komplexa. De kräver ofta stora resurser i form av många människor att studera under likartade betingelser. Det är dessutom svårt att veta vad man skall studera. Inom K-försöket gjordes inga sådana studier. Det som finns rapporterat från andra arbeten är också bara i sin linda. Trots detta torde denna typ av studier vara nästa steg i frågan om livsmedlens kvalitet. De kommer säkert att visa att människan inte lever av bröd allena men att vår föda intar en mycket central roll för folkhälsan.

Vad menas med kvalitet på livsmedel?

Vi är alla beroende av näring för vår hälsa och vår existens. Just därför borde frågan om vad som menas med livsmedelskvalitet stå högt på dagordningen. Ja, med tanke på att alla människor dagligen umgås med denna fråga kan man förvånas över att den inte sedan länge är besvarad. Kanske ligger det i detta områdes natur att man inte en gång för alla kan besvara denna fråga? Kanske är det så att kvalitetsupplevelsen måste övas upp och fastställas av varje enskild människa? Det är däremot inte det samma som att frågan är helt subjektiv. Resultaten från K-försöket och andra liknande försök talar alla ganska entydigt i en och samma riktning.

Gödning, markens bördighet och grödornas egenskaper

Forskningen kan göra mycket mer för att medverka till att den enskilda människan kan skola sitt omdöme. Detta blir viktigare i en tid när allt flera människor har en allt mindre egen erfarenhet av odling och livsmedelsframställning. För att komma vidare skall vi här pröva en, bland flera, vägar att komma fram till en beskrivning av livsmedelskvalitet.

Kvalitativa och kvantitativa förändringar

Genom att successivt höja temperaturen kan vi få vatten att genomgå flera olika förvandlingar. Vi kan förvandla det från fast form, till flytande och slutligen till ånga. Om man nu bara betraktar den kvantitativa ökningen av temperaturen, av värmemängden, kan man tycka sig se ett kontinuerligt förlopp. Om vi däremot betraktar vad som sker med vattnet då måste vi säga oss att is är kvalitativt något helt annat än flytande vatten och vattenånga ytterligare något annat. Vatten kan uppenbara sig i tre olika stadier som alla kan lära oss något om vad vatten är.

När vi betraktar en växt kan vi uppleva något likande. Vi kan dels se en kontinuerlig förändring. Nya celler bildas och sträcker på sig. Plantan blir större. Det sker en tillväxt. Men så kommer plötsligt något nytt. Nya former och egenskaper träder i dagen som inte syntes förut. Det har skett en utveckling. Tillväxt och utveckling är två processer genom vilket en planta växer. Tillväxt innebär en rumslig förändring utan att något kvalitativt nytt träder fram. Det är en kvantitativ förstoring av någon egenskap. Stjälken förändras från att vara en decimeter till att bli två. Antalet celler i en jästklump delar sig och blir tio gånger så många. Detta är tillväxt. Utveckling är något helt annat. På stjälken bildas det plötsligt en blomma. Stjälken uppenbarar plötsligt nya egenskaper. Den kan bli till en del av frukten. Nu måste vi beskriva det som bildats på ett nytt sätt. Blommans egenskaper är inte en fortsättning av stjälkens även om de anatomiskt är förbundna med varandra. När man fördjupar sig i det som skiljer en stam från en blomma då utvecklar man kvalitativa begrepp.

Beskriver vi en växt med kvalitativa begrepp då tonar en annan bild av växten fram än när vi försöker använda kvantitativa förlopp som bas. Ser vi växten som ett resultat av den information som ligger i DNA då blir växandet ett kvantitativt förlopp, ungefär som bokläsandet också kan beskrivas av vilka och hur många bokstäver man läst.

Kvalitativt betraktat innebär plantans liv en utveckling genom flera olika stadier. Dessa olika stadier kan till exempel kallas groddstadium, vegetativt stadium, blomning, fruktbildning och bortvisnande. Varje stadium har sina lagbundenheter. I varje fas har plantan sin bestämda relation till omgivningen. Den bildar också olika ämnen, färger och former, varje planta efter sin art, sin omgivning och sitt utvecklingsstadium.

Vad händer då om plantan inte får gå igenom ett stadium tillräckligt? Om den inte kan bearbeta det den möter i tillräcklig grad? Den frågan leder oss över till något som är av central betydelse för livsmedelskvaliteten nämligen frågan om vad mognad är.

Omognad och brådmognad

Vissa år är det fuktigt och varmt. Grödorna växer så det knakar. De sväller upp och blir allt tyngre och frodigare. Detta är sunt en tid men om vädret fortsätter kan det skapa problem. När det fortsätter att vara frodiga betingelser kan plantan få svårigheter att förvandla de ämnen som hela tiden bildas i rot- och bladområde. Nu skall den utveckla något nytt, nämligen blomman. Nya färger och former skall uppstå, nya egenskaper skall komma i dagen. Men den har ännu inte kunnat bearbeta allt det som hörde till det vegetativa stadiet. Tillväxten fortsätter allt längre in på säsongen. Plantan bearbetar det som strömmar upp från rötterna. Den har ett

Gödning, markens bördighet och grödornas egenskaper

överskott av enkla kemiska föreningar som den skulle kunna förvandla till färg-, smak- och doftämnen. Så till sist blir de yttre betingelserna sådana att det tvingar växten att driva fram blommor. Det kan vara att för att dagslängden blivit allt kortare eller för att nätterna blivit kallare. Då tvingas tillväxten in i ett nytt utvecklingsstadium utan att plantan är mogen. Och denna omogenhet kan följa plantan in i fruktbildningen. Då får vi livsmedel som är fysiologiskt omogna. Som har dålig hållbarhet eftersom det fortfarande pågår en livlig kemiskt mätbar aktivitet i dem. Parallellt med detta fysiologiska förlopp kan vi iaktta hur plantorna i denna omogna situation blir mottagligare för svampangrepp. Om inte plantan i "rätt" tid kommer vidare i sin utveckling uppträder skadegörare på grödorna.

Andra år kan plantorna bli brådmogna. Det händer ofta under år när ljuset och värmen dominerar. Solen steker marken torr. Plantorna får svårt att förbinda sig med den hårda marken och att förtäta vatten och koldioxid till kolhydrater. De kan inte utveckla någon tyngd. Det uppstår en brist på substans att bearbeta. Och när det inte finns något att bearbeta forceras plantorna vidare in i nästa utvecklingsfas. Blommans egenskaper börjar uppträda redan på strået och bladen som ofta färgas rött. Även på mycket korta strån bildas nu blommor men eftersom det inte finns någon inlagrad substans att förvandla blir hela plantan mycket liten. Inte heller här har plantan bearbetat den omgivning den växer i. Den har inte i tillräcklig grad gjort den till sin egen. Istället har den rusat genom utvecklingsstadierna utan att ta till sig någon substans. Detta är också en omognad som vi brukar kalla brådmognad. Under dessa år är det också vanligt med skadegörare.

Mognad kan ses som ett tillstånd när plantan har bearbetat det den tagit till sig ur omgivningen och förvandlat det i enlighet med sitt utvecklingsstadium. Det är en fas i utvecklingen som uppträder i övergången från ett kvalitativt stadium till ett annat. En sorts ro som inträder när en uppgift är avslutad och en ny ännu ligger i framtiden. Mognad förutsätter att de kvalitativt olika stadierna är någorlunda skilda åt i plantans utveckling. Det är ett rytmiskt återkommande tillstånd. Mognad är inte bara något som inträder efter det att något bearbetats. Det måste dessutom ha bearbetats vid "rätt" tidpunkt.

Funktion och sammanhang

En maskin av god kvalitet kan utföra sina uppgifter exakt och under lång tid utan att gå sönder eller orsaka skador. Konstruktören har först haft en idé om vad maskinen skall uträtta. Sedan har man valt material och utformat de olika delarna så att maskinen skall kunna utföra sin funktion. Har man gjort detta med omsorg då har man månat om maskinens kvalitet. Kvalitet uppfattas som synonymt med att kunna uppfylla målet med funktionen utan störningar. Om det uppträder störningar försöker man ändra framställningssättet för att eliminera dessa. Ju klarare man genomskådar tanken med maskinen och alla de olika momenten i framställningsprocessen desto bättre kan man styra produktionen mot en god kvalitet.

Vad har livsmedlen för funktion? Vad är målet med livsmedelsproduktionen? Är det att ge konsumenten en näring som kan ge dem den kraft och de substanser som han eller hon behöver för att utföra sina livsuppgifter?

Det är en viktig skillnad mellan att producera maskiner och att producera livsmedel. Produktionen av maskinen har människan konstruerat helt själv. Råvarorna är givna resurser med bestämda och helst så konstanta egenskaper som möjligt. Men människan konstruerar inte sina livsmedel. De är resultatet av livsprocesser som hon varken har givit upphov till eller ens helt genomskådar. Grödornas egenskaper är inte givna, de varierar från år till år. Vad hon kan göra är i stället att skapa så goda betingelser som möjligt för dessa livsprocesser så att

Gödsling, markens bördighet och grödornas egenskaper

dessas i sin tur skall ge upphov till en god kvalitet på livsmedlen. När vi tillverkar en maskin kan vi lära oss att behärska tillverkningsprocessen. När vi producerar livsmedel måste vi lära oss hur vi på bästa sätt kan tjäna de processer som verkar kvalitetsskapande på livsmedlen. Detta ger en helt annan inställning till arbetet.

Odlingen som del av en levande enhet

Livsmedlens kvalitet är alltså beroende av det sammanhang, den miljö i vilken grödorna odlas. En del av denna miljö kan vi påverka direkt med våra odlingsåtgärder. Vi kan skapa en odling på till exempel en gård så att den stödjer de kvalitetsfrämjande processerna. Av vad vi hittills sett så inverkar gödslingen kraftigt på grödornas egenskaper. Vi tycks kunna skapa de bästa betingelserna för en god livsmedelskvalitet när vi tillför en gödsel som inte bara belivar jorden utan också bidrar till att bygga upp dess struktur. Tillsammans ger detta det vi kallar en god fruktbarhet i marken. Den uppstår när människan bortser från de primära målen för odlingen, nämligen att producera livsmedel och istället ägnar sin kraft åt att skapa en fruktbar jord. Detta kan hon göra genom att betrakta varje odling, varje gård som en levande organism med allt vad detta innebär. Genom att måna om och vårda denna organism kan odlaren skapa förutsättningar för att den skall kunna utvecklas. När varje gård alltmera utvecklas till en levande enhet har människan skapat ett sammanhang i vilket en god livsmedelskvalitet kan uppstå.

Olika typer av kvalitet

Beroende på vilket stadium i plantans liv vi arbetar med så uppkommer olika typer av kvalitetsbedömningar. Först har vi utsädet och dess egenskaper. Sedan gårdssituationen med dess betingelser som leder till att grödan odlas. Så har vi marken och årsmånen i vilken grödan utvecklas och alla olika odlingsåtgärder vi utför. Sedan kommer lagring och eventuell vidareförädling, förpackning, transport och försäljning. Till sist kommer så tillagning och konsumtion. Längs hela denna kedja finns delmål som ligger till grund för kvalitetsvärderingen.

Ibland står dessa olika kvalitetsvärderingar delvis i motsättning till varandra. Odlaren kan värdera en hög skörd mera än hög C-vitaminhalt. Handlaren vill ha rena, raka, granna grönsaker som är en fröjd för ögat att titta på och som håller sig länge i affären. Den som lagar maten har sina preferenser. Till sist kommer så alla värderingar hos den som äter maten. Dessa värderingar kan ibland stå i motsägelse med det mål vi tidigare formulerade för alla livsmedel, nämligen att vara medel till liv.

Hur uppstår kvalitet?

Livsmedelskvalitet är inte något allmänt. Det handlar i stället om just denna morots kvalitet. Det är alltså alltid relaterat till ett specifikt föremål. Något som går att ta och smaka på. Det är därför alltid viktigt att fråga inte bara vad kvalitet är utan också hur den uppstår. Oavsett vad vi gör eller inte gör som odlare så får ju detta sin betydelse för grödans egenskaper. Vi kan dels säga att grödan är den bästa beskrivningen på vad odlaren menar med kvalitet. Vi kan också sluta oss till att en god livsmedelskvalitet skapas genom att man som odlare försöker låta grödan utvecklas i en dynamisk balans med de yttre betingelserna. Varje år är unikt. En god livsmedelskvalitet måste skapas på nytt och på nytt.

Yttre betingelser

Man brukar skilja mellan de betingelser som är platsgivna och de som skapas genom våra odlingsåtgärder. Berggrund, klimat och årsmån kan jag som odlare i regel inte påverka. Men de påverkar grödan. Som tidigare beskrevs kan vi iaktta två extremer när det gäller omvärldens inflytande på växten. För mycket av näring och vatten leder grödan i en utveckling som ofta resulterar i ett mera omoget tillstånd. För mycket ljus och värme kan göra att grödan utvecklas till brådmognad. Det är inte den absoluta regnmängden som är avgörande utan hur denna mängd vatten balanseras av ljus och värme. Växtens utveckling är resultatet av denna dynamiska jämvikt. I figuren visas några samband mellan mätvärden och ljus respektive skugga som har bekräftats genom erfarenhet och försök.

Analysvärde/ Egenskap för växt i ljus	Analysmetod	Analysvärde/ Egenskap för växt i skugga
Lågt	Enzymaktivitet	Högt
"	Extraktupplösning	"
"	Fria aminosyror	"
"	Kristallisationstest (felenheter)	"
"	Mörkfärgning av extrakt/vävnad	"
"	Råproteinhalt	"
"	Patologiska test	"
Högt	Hållbarhet	Lågt
"	Relativt renprotein	"
"	Smakämnen, eteriska oljor	"
"	Torrsubstanshalt	"
Fertilt stadium Flikning och Spetsning	Morfologisk analys	Juvenilt stadium Sträckning och Utbredning

←-----	Verkan av mulljord	-----→
←-----	" sandjord	-----→
←-----	" mineralgödsel	-----→
←-----	" kompostgödsel	-----→
←-----	" biodynamiska preparat	-----→

Figur 6 Samband mellan några yttre faktorer och storleken på olika mätvärden

Gödsling

I det led som inte gödslades alls under 33 år i K-försöket uppkom ofta plantor med brådmogna egenskaper, med lite tyngd och mycket form. Det ogödslade ledet uppvisade i marken en mycket låg buffrande förmåga, låga värden av löslig växtnäring. 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. Grödorna från detta led uppvisade goda lagringsegenskaper och relativt höga halter torrsubstans. Mätvärdena för fria aminosyror och extraktsönderfall i potatis var låga. Däremot var det relativt många felenheter i kristallbilderna. 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 men ibland något besk. Vårvetet uppvisade låga halter av gluten, fria aminosyror samt råprotein. Andelen små kärnor var stor och antalet felenheter i kristallbilderna var högt. Vallen bestod till mycket hög grad av rödklöver speciellt i andra skörden.

Grödorna och marken som gödslats med mineralgödsel ligger mera på den omogna sidan av skalan. I marken uppvisade det mineralgödslade ledet en medelgod buffrande förmåga och halterna av kväve, fosfor och kali var höga medan humusupbyggnaden gick långsamt och den markbiologiska aktiviteten var mycket låg. Skördemässigt låg det mineralgödslade ledet högt när det gäller de flesta grödor förutom vall. 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 och antalet felenheter i kristallbilderna var högt. I vallen uppmättes låga värden av råprotein. Andelen gräs var mycket hög såväl vid första och andra skörden medan andelen baljväxter var låg, speciellt av lucern. Vårvetet gav mycket halm i förhållande till kärnsköörden och mycket höga halter av råprotein samt höga mätvärden på extraktsönderfall. Falltalet var lågt medan glutenhalterna var höga. Plantorna i detta led fick mycket substans att bearbeta direkt från gödseln. Detta gav en frodig växt framför allt i halm och bladområdet på vårvete och betor men även av den skördade mängden potatis. Vallen som inte gödslades gav låg skörd. Detta visar att marken inte förmådde leverera någon större mängd substans till grödan. De substanser som gavs via gödseln stimulerade tillväxt men försenade mognad och utveckling. Gödseln ryckte loss plantorna ur det årsmånsbundna växtsättet genom att ge för mycket ämnen att bearbeta från rotområdet.

Det blandgödslade ledet utmärker sig i marken genom en medelgod buffrande förmåga och låga halter löslig fosfor samt i viss mån även kalium. Humusupbyggnaden var relativt god och markförhållande tenderar till att starkare betona struktur än omsättning. Skördemässigt låg det blandgödslade ledet över genomsnittet. Det var endast andra skörden av vall som avvek genom något lägre skördenivåer. Potatisen hade mycket stora angrepp av bladmögel, relativt stora lagringsförluster, svag potatissmak framför allt direkt efter skörd. Vid analys framkom höga halter av fria aminosyror samt höga värden för extraktmörkfärgning och extraktsönderfall. Dessutom var knölna från detta försöksled mycket känsliga för inympade svampangrepp. Betorna hade relativt goda lagringsegenskaper samt låg halt av torrsubstans. Vårvetet uppvisade en hög andel kärna av totalsköörden, 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. Också det blandgödslade ledet hamnar därför på den omogna sidan av skalan.

Gödsling, markens bördighet och grödornas egenskaper

I det kompostgödslade försöksledet kom även de biodynamiska fältpreparaten till användning. Försöksledet karaktäriseras av en god humusuppbyggnad som snabbt blir djupgående, ända ned i alven. Kanske bidrog detta till att ledet visade den bästa förmågan att skydda mot sänkning av pH-värdet i marken. Om de kemiskt- fysikaliska mätvärdena antyder en strukturuppbyggnad visar de biologiska parametrarna på hög livsaktivitet i marken. Den svagaste grödan skördemässigt var första skörden av vall. 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 beska. Halten råprotein tenderade att vara låg med hög andel av renprotein. Även halten fria aminosyror samt mätvärdena för mörkfärgning av extrakt och vävnad var låg. Knölarna visade stor motståndskraft mot inympning av skadesvamp samt få felenheter i kristallbilderna. 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. Vallen uppvisade en hög andel baljväxter, fram för allt lucern. Det kompostgödslade ledet uppvisar flera mogna karaktärer. Den låga första skörden av vall tyder på att tillväxtprocesserna borde kunna stimuleras något under den första delen av växtsäsongen. I övrigt tycks detta led stå i en god överensstämmelse med årsmånen.

Försöksledet som gödslats med färsk stallgödsel kännetecknades i marken av en mycket stark biologisk aktivitet samt en relativt god humusuppbyggnad. Den buffrande förmågan var lägre än i de kompostgödslade leden. Halten löslig fosfor avvek inte så starkt från övriga led medan kalivärdena var höga. Skördemässigt låg detta försöksled över genomsnittet. Första skörden av vall var den bäst avkastande grödan. Potatisen i detta led angreps mycket kraftigt av bladmögel, knölarna hade en tendens till jordsmak samt till extraktmörkfärgning. Antalet felenheter i kristallbilderna 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 utmärkte sig genom en hög andel gräs i första skörden. Också detta led intar en mellanställning i vår mognadsskala. I jämförelse med det kompostgödslade ledet hamnar detta led något förskjutet mot det omogna hållet. Det som här träder oss till mötes är en något svag markstruktur, speciellt i de djupare skikten. I ytjorden däremot var marken mycket aktiv.

Litteratur

Om K-försöket:

Pettersson, B. D., Kjellenberg, L. och Granstedt, A. (1998). Samband mellan gödsling, mark och gröda. Resultat från K-försöket en 33-årig studie av gödslingens inverkan på mark och grödors egenskaper. Rapport 1 från Biodynamiska Forskningsinstitutet, meddelande nummer 36 från Nordisk Forskningsring för Biodynamisk Odling.

Om försöket i Darmstadt:

Abele, U.1987.Produktqualität und Düngung- mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch. Münster-Hiltrup.

Om DOK-försöket i Schweiz:

Besson, J.-M. et al. 1995. DOK-Versuch: vergleichende Langzeit-Untersuchungen in den drei Anbausystemen biologisch-dynamisch, organisch-biologisch und konventionell. Oberwil

Övrigt:

Bockemühl, J.1980. Lebenszusammenhänge. Dornach

Bockemühl, J.1982. Der Pflanzentypus als Bewegungsgestalt. I Goetheanistische Naturwissenschaft, band 2, sid7-16. Stuttgart.

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 for biodynamisk jordbrug nr 4.

Engqvist, M.1970. Gestaltkräfte des Lebendigen. Frankfurt aM.

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. 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.