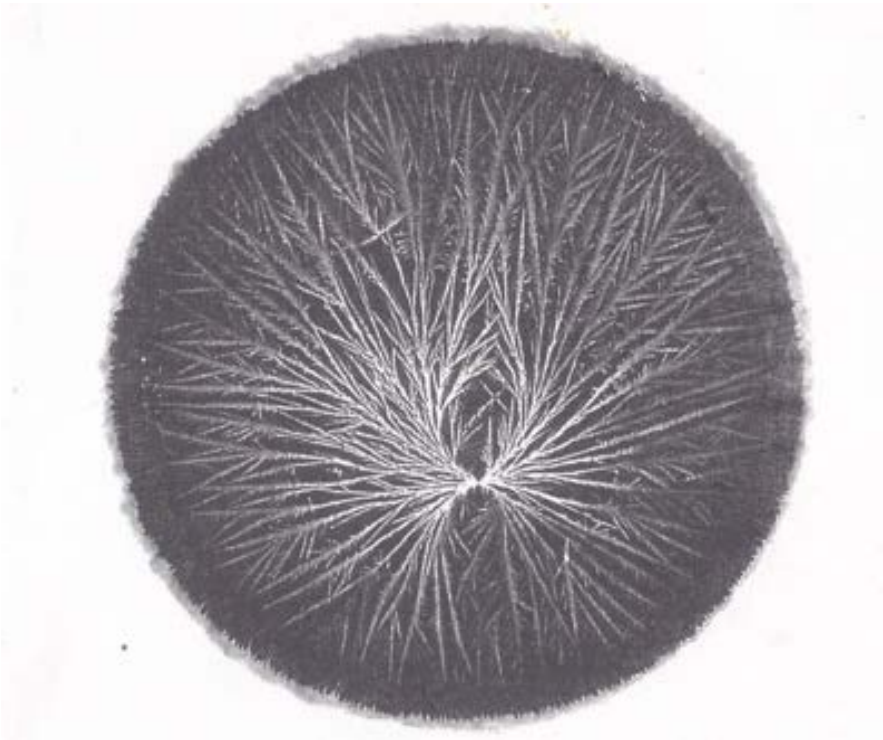
BIODYNAMISK ODLING I FORSKNING OCH FÖRSÖK

Artur Granstedt



Kopparkloridlösning med tillsats av extrakt från växten Veronica officinalis L, blad (Granstedt, A. 1960).

Innehållsförteckning

Introduktion *5*

Lantbruksorganismen som forskningsobjekt i biodynamisk odling *7*

Gårdsbaserade försök – Skilleby 1981–1990 8

Resultat 11

Den fleråriga vallen i växtföljden 11

Kväveflöden på gårdsnivå 13

Östersjöprojektet BERAS 14

Gårdsbaserade försök – Skilleby 1991–2010 ..... *19*

Biodynamisk odling och forskning om det levande 19

Skilleby 1991 19

Gårdsbeskrivning Skilleby gård 21

Försök rörande biodynamiska preparat, som en del i lantbruksorganismen *21*

De biodynamiska preparatens påverkan på skörden 22

Den biodynamiska komposteringen och preparatens påverkan på markens bördighetsegenskaper 23

Gårdsbaserade försök – Nibble gård från år 2012 och tillsvidare *26*

Hur det började - De första nordiska försöken med biodynamisk odling *28*

K-försöket 1958–1990 ..... *29*

Syftet med K-försöket ..... Fel! Bokmärket är inte definierat.

Biodynamiskt, ekologiskt och konventionellt 31

Försöksupplägg[30] 32

Försöksplatsen och odlingsbetingelser 32

Växtföljd och gödslingsbehandlingar 33

Resultat *34*

Skördarnas storlek under försökstiden 34

Ökande markbördighet och stigande skördar 36

Betydelsen av organisk gödsling 39

Verkan av biodynamiska preparat **40**

Samarbetet mellan den biodynamiska forskningen och den dåvarande lantbrukshögskolan, inleds med gemensamma fältförsök ***41***

Försöksplan utarbetas **42**

Försöksupplägg ..... Fel! Bokmärket är inte definierat.

Resultat potatis **43**

Resultat vårvete **44**

I samtliga försök har också den så kallade biokristallisationsmetoden använts, tillsammans med övriga metoder, för studier av produkternas kvalitetsegenskaper och som kommer redovisas för i avsnittet Forskning om de formbildande krafterna i det levande **48**

Långliggande Jämförande Försök i skåne ***49***

Försökens upplägg ***50***

Resultat ***52***

Mullhalter **52**

Skördeutvecklingen **55**

Den biologiska aktiviteten i marken **55**

Kvalitet i form av mineralämnen **55**

Proteinhalt och proteinkvalitet **57**

Utblick: Tyskland, Schweiz och Internationellt ***58***

Långliggande bördighetsförsök **59**

Ökad mullhalt och biologisk aktivitet i marken **62**

Forskning utanför Europa **67**

Hur förstå resultaten ***67***

De biodynamiska odlingsåtgärdernas betydelse för tillväxt och skörd **68**

Odlingsåtgärdernas betydelse för marken och dess bördighetsegenskaper **69**

Odlingsåtgärdernas betydelse för produkternas kvalitetsegenskaper **69**

Substanssamansättning av betydelse för produkternas näringsvärde **70**

Motståndskraft mot nedbrytande organismer under odling och lagring **72**

Växtsätt och formbildning **73**

Växten som tidsorganism **74**

Forskning om de formbildande krafterna i det levande **75**

Kvalitet utöver det väg- och mätbara **76**

Växten i ljus och skugga **78**

Slutord och sammanfattning ***79***

De biodynamiska preparaten *83*

Fältpreparat **83**

Kompostpreparat **83**

Jonsson, S. and K. Martinsson 1997. Slutrapport. Öjebynprojektet - Ekologisk produktion av livsmedel. Slutrapport inom programmet "Ekologiskt lantbruk" Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap SLU och Jordbruksverket (SJV). *87*

INTRODUKTION

Det är nu 27 år sedan den lilla boken Biodynamiska Odling i Forskning och Försök gavs ut på Telleby bokförlag 1993.[1] Sedan dess har mycket hänt inom området, såväl här i Sverige som i övriga världen och en uppdatering är nu nödvändig. Sammanställningen omfattar några av de viktigaste undersökningar och forskningsresultat som framkommit sedan lantbrukskursen hölls av Rudolf Steiner för nu snart 100 år sedan i Koberwitz. Fokus här är på den forskning som genomförts i Sverige, men innefattar även en del av det som försiggått i övriga Europa. Det är här fråga om både naturvetenskaplig forskning, vilken uppfyller dagens krav på reproducerbarhet och statistisk analys samt forskning med kvalitativa metoder som utvecklats inom den biodynamiska odlingen.

Ett av de första jämförande försöken i Europa med biodynamisk, ekologisk och konventionell odling, startade vid *Nordisk Forskningsring för biodynamisk odling* i Järna år 1958. Detta ledde fram till Sveriges första akademiska avhandling om biodynamisk odling, då agronom Bo D. Petterson presenterade sin licentiatavhandling år 1972,[2] och följdes 10 år senare av Josef Dlouhý som då avlade sin doktorsexamen, baserad på jämförande studier av biodynamisk och konventionell odling.[3] Ytterligare 10 år senare, år 1990, så lade jag själv fram min doktorsavhandling, med jämförelser av växtnäringshushållningen på konventionella gårdar och biodynamiska gårdar under de betingelser som då var rådande i Mellan-och Sydsverige.[4] Forskningsarbetet inom biodynamisk odling har därefter pågått fram till i dag, med ytterligare ett flertal akademiska avhandlingar samt med ett stort antal vetenskapliga rapporter i internationella vetenskapliga tidskrifter, vilka citeras flitigt runt om i världen. Det finns i dag ca 20 doktorsavhandlingar, vilka visar på resultat från forskning och försök inom biodynamisk odling. Resultaten finns publicerade i vetenskapligt granskade rapporter och avhandlingar, vilka det kommer att refereras till. Forskningsresultaten står som faktaunderlag. Den i Sverige bedrivna forskningen motsvaras av liknande insatser såväl i som utanför Europa och här sker ett ständigt utbyte, som också har lett fram till flera samarbetsprojekt.

Denna skrift baseras i första hand på den forskning som nu pågått under mer än 60 år vid det biodynamiska forskningsinstitutet i Järna,[5] men även vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Det kommer även redogöras för en del av det forskningsarbete som bedrivits i andra länder sedan den första introduktionen av biodynamisk odling år 1924 av Rudolf Steiner Ett särskilt forskningsområde är studiet av de biodynamiska preparaten.

Arbetet vid det Biodynamiska forskningsinstitutet har sedan starten med Nordisk Forskningsring i Järna, delvis varit i samverkan med forskare vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Det kommer att finnas nothänvisningar till de rapporter och webbsidor vilka utgör faktaunderlaget.

---

[1] Granstedt, A. 1993. *Biodynamisk odling i forskning och försök. Till minne av forskaren och jordbrukspionjären Bo D. Pettersson*. Telleby bokförlag.

[2] Pettersson,1972, Gödslingens inverkan på matpotatisens kvalitetsegenskaper. Nordisk Forskningsring meddelande nr 25. Järna.

[3] Dlouhý, J. 1981. *Alternativa odlingsformer, växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling.* Dept. of Plant Husbandry, Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Institutionen för växtodling. Sveriges Lantbruksuniversitet; 91, Uppsala.

[4] Granstedt, A. 1990. Fallstudier av kväveförsörjningen i alternativ odling. Ekologiskt lantbruk Nr 4, Institutionen för ekologi och växtproduktionslära

[5] Stiftelsen Biodynamiska forskningsinstitutet grundades 1986 men föregicks av Järnainstitutet av Nordisk Forskningsring som började sin verksamhet 30 år tidigare i och med att Magda Engkvist köpte Saltå kvarn där det första laboratoriet inrättades i gamla ladugården (Nuvarande Saltå kafé och butik) och det 32-åriga K-försöket anlades 1958.

Forskning och försök inom biodynamisk odling vill kunna bidra med kunskaper till odlaren för att öka markens bördighetsegenskaper, erhålla goda skördar och få närande och hälsosamma livsmedel. Förutsättningarna varierar dock på olika platser och resultaten måste värderas med hänsyn till de på odlingsplatsen rådande betingelserna.

Resultaten kan naturligtvis utvärderas och tolkas på olika sätt och denna framställning är präglad med det synsätt som författaren har förvärvat under ett mångårigt arbete med praktik, rådgivning och forskning inom biodynamisk odling. För planeten jorden så handlar det om den biodynamiska odlingens betydelse för jorden, och de unika betingelser som gör mänskligt liv möjligt vad gäller klimat och miljö. För människan handlar det om maten, mat i en tillräcklig kvantitet och med en näringskvalitet som vi människor behöver för att vara fysiskt och andligt verksamma.

I det biodynamiska forskningsarbetet används dels traditionellt naturvetenskapliga kvantitativa forskningsmetoder som mäter de fysikaliska, kemiska och biologiska egenskaperna. Men också nya kvalitativa metoder, som har utvecklats gällande odlingsprodukternas motståndskraft mot skador, sjukdomar och produkternas lagringsförmåga och egenskaper som smak och arom. Morfologiska metoder har tagits fram, vilka studerar växtsätt, substans- och formbildande förmågor verksamma i det levande.

LANTBRUKSORGANISMEN SOM FORSKNINGSOBJEKT I BIODYNAMISK ODLING

Under Pingsten år 1924, mellan den 7–16 juni, så höll Rudolf Steiner åtta lantbruksföredrag på det lilla slottet Koberwitz, strax utanför Wroclaw (tidigare Breslau, som då var huvudstad i Tyska Schleisen) i det nuvarande Polen. Föredragen och en del av samtalen, finns nedtecknade och detta lade grunden till det som i dag benämns biodynamisk odling.[6] En försöksring bildades redan den tredje kursdagen, för att överföra till praktisk tillämpning, vad som här framfördes. Den som senare kom att samla ihop detta arbete i syfte att bedriva vetenskapligt kontrollerbara odlingsförsök för att på så sätt föra ut den antroposofiska lantbruksimpulsen, var Rudolf Steiners elev, Ehrenfried Pfeiffer (1899–1961), som skrev den första biodynamiska lantbruksboken: Die Fruchtbarkeit der Erde.[7], [8] I den framlägges för första gången grundkonceptet för den biodynamiska självförsörjande lantbruksorganismen för världen.

Lantbrukskursen hölls enligt många människors önskemål och med inbjudan från greven Karl Graf von Keyserling, som vid den aktuella tiden förestod godset Koberwitz. Det ur den äldre bondevisdomen utvecklade växtföljdsjordbruket, med djurhållning och mångfald på gårdarna, bör-jade vid denna tid i Europa vika undan för ett storskaligt, ekonomiskt och industriellt präglat jordbruk. Godset tillhörde en familjeägd industriellt inriktad ”familjekoncern”, där en omfattande sockerbetsodling med tillhörande sockerindustri, var väsentliga delar av verksamheten, med ett stort antal anställda. Redan då var det uppenbart för många verksamma inom jordbruket att en utarmning av jordarnas bördighet och en försämring av livsmedlens kvalitet hotade. Samtidigt kunde man inte gå tillbaka till den, ur äldre former instinktiva visdomen, som var vägledande för hur man brukade jorden. Det klara tänkandet med den rationella användningen av modern teknik, hade kommit för att stanna, men även för att vidareutvecklas.

I de inledande föredragen så beskrivs den enskilda gården med landskapet, växtodlingen och djuren, där människan över tid i samverkan med de givna betingelserna skapar en helhet, en organism som är självförsörjande, med växtnäring till grödorna och foder till gårdens djur vilket ger en mångfald som skyddar mot skador och sjukdomar. . I dagens termologi benämner vi det som ett jordbruksekosystem. Begreppet organism innebär något mer än ett system av samverkande delar, att man betraktar en enskild gården som en levande varelse avgränsad från omvärlden och inom vilken det sker olika livsprocesser och som och kan ha en utveckling och bli till en individualitet. Kulturmarken på en gård kan ha en lång historia som sträcker sig från ett antal århundraden till flera tusen år tillbaka i tiden, där odlarens strävan har varit att förädla och förbättra odlingsmarken till kommande generationer. Mångfalden i rummet mellan olika växtslag i naturen blir en mångfald i tiden där så kallade närande och tärande åkergrödor följer efter varandra inom ett växtföljdsomlopp. Fleråriga vall-baljväxtvallar ger näring till jorden och samtidigt ett värdefullt foder till de

---

[6] Steiner, R., 1924. *En lantbrukskurs*. Åtta föredrag hållna i Koberwitz vid Breslau 7–16 juni 1924. Kosmos Förlag 2005.

[7] Pfeiffer, E., 1938. *Die Fruchtbarkeit der Erde, Ihre Erhaltung und Erneüerung*. Die biologisch- dünamische Princip in der Natur.

[8] Pfeiffer, E, 2004, Soil Fertility, Renewal and Preservation: Bio-dynamic Farming and Gardening [Ehrenfried Pfeiffer, E. B. Balfour, Joan Rudel, Siegfried Rudel] Publisher : The Lanthorn Press; 2nd edition (January 1, 2004);

grovfoderätande husdjuren, som i sin tur också göder jorden med sin gödsel. De närande grödorna följs av de tärande, såsom grödor som brödsäd och rotfrukter, vilka utgör näring för oss människor. I de kommande redogörelserna från forskning och försök visas hur dessa processer kan stärkas genom åtgärder som är karakteristiska för biodynamisk odling.

De delar av vad som presenterades under lantbrukskursen som är förståeligt för dagens naturvetenskapliga forskningen utgör grunden för det som i dag kallas ekologisk odling i de nordiska länderna och internationellt organic farming. Växtföljder med fleråriga vallar med baljväxter som symbiotiskt fixerar kväve ur luften utgör grunden för markens långsiktiga bördighet och ett uthålligt ekologiskt jordbruk. Detta gäller även för att aldrig använda kemiska bekämpningsmedel och inte heller lättlösliga mineralgödselmedel utan endast använda organiska ur det levade härstammade gödselmedel. I sin mest konsekventa tillämpning användes begreppet ekologiskt kretsloppsjordbruk. Begreppet kretsloppsjordbruk användes för att tydliggöra det ekologiska sambandet mellan växtodling och djurhållning och vikten av slutna växtnäringsflöden inom det som i biodynamisk odling kallas lantbruksorganismen.

Användningen av de biodynamiska preparaten skiljer biodynamisk odling från övrig ekologisk odling. Dessa har emellertid varit föremål för omfattande forskning och försök som startade omedelbart efter lantbrukskursen och redan under 1960 och 70 ett stort antal vetenskapliga rapporter vid olika universitet framför allt Tyskland och Schweiz och en sammanställning av detta stora material finns sammanställd fram till vad som framkommit till 2005 av Lars Kjellenberg med sammanlagt 648 referenser[9].

Gårdsbaserade försök – Skilleby 1981–1990

Dagens konventionella jordbruk med dess specialisering och ökande insatser av mineralgödselmedel, utvecklades efter andra världskriget. Då som nu hävdas att mineralgödselanvändningen i kombination med kemiska bekämpningsmedel är nödvändiga produktionsmedel för att trygga en tillräckligt hög produktion av livsmedel för en växande befolkning. Tidigt uppstod också farhågor att denna kortsiktiga förbrukning av ändliga resurser som fosfor och genom fossilenergi-beroende framställning av kväve , inte är uthållig utifrån resurshushållning och miljö[10]. Detta var frågor som kändes angelägna för mig och i samråd med mina handledare utarbetades en projektplan för min avhandling, för att klargöra skillnaderna mellan olika odlingssystem, framför allt vad gäller kväveförsörjningen.

Avhandlingen och disputationen 1990 baserades på jämförande studier av växtnäringsflödena på tre biodynamiska och fyra konventionella gårdar .[11] I Järna i Mellansverige ingick två gårdar som drivs biodynamiskt sedan 1960-talet och två konventionella gårdar och i Skåne en biodynamisk och två konventionella gårdar De biodynamiska gårdarna var samtlig s.k. blandjordbruk med både djurhållning och vegetabilieproduktion för avsalu medan de konventionella gårdarna var representativa för det konventionella jordbrukets specialisering med en djurgård och en växtodlingsgård som jämförelse på de två platserna. Studier av samtliga sju gårdar pågick samtidigt

[9] Kjellenberg, L. 2005. De biodynamiska preparaten i forskning och försök. http://www.jdb.se/sbfi/publ/sammanst%C3%A4llning051119.pdf

[10] SOU (Statens offentliga utredningar), 1983. Naturresursernas nyttjande och hävd, Betänkande av Naturresurs- och miljökommittén, Liber Allmänna Förlaget, Stockholm

[11] Granstedt, A. 1990. *Kväveförsörjningen I alternativ odling.* Avhandling i ämnet växtnäringslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

mellan åren 1985 och 1987. Den ena biodynamiska gården, Skilleby gård i Järna studerades under en längre tid.

Detta upplägg gjorde det möjligt att jämföra självförsörjande biodynamisk odling baserad på egna lokala resurser (foder och gödsel) med de två huvudtyperna av specialiserad konventionell odling: 1) Växtodlings-gård utan djur och import till gården av externa resurser i form av konstgödsel och bekämpnings-medel, 2) Djurgård med ofta fler djur än vad den egna foderproduktionen kunde räcka till att försörja.

Syftet var att klargöra de biodynamiska gårdarnas växtnäringsförsörjning med särskilt fokus på kvävet och kvävedynamiken i jämförelse med konventionell odling. Undersökningarna omfattade provtagningar i fält inom inmätta observationsrutor i varje skiftes respektive växtföljd på de sju gårdarna. Markprovtagningar gjordes på tre markdjup (0–30, 30–60 och 60–90 cm) för att uppmäta mängden växttillgängligt kväve vid tre till fem tillfällen under växtodlingsåret. Samtidigt mättes mängd upptaget kväve i grödan i, för ändamålet uppmätta provytor, i respektive fält. De upprepade provtagningarna möjliggjorde att följa hur det i matjorden tillgängliga kvävet togs upp av grödan. Det var också möjligt att följa mineralkvävets förflyttning i marken och göra beräkningar av förekommande kväveförluster i de olika odlingssystemen. Detta finns utförligt beskrivet i avhandlingen.[12]På Skilleby gård i Järna bedrevs studien på samtliga sju skiften och samtliga år i den sjuåriga växt-följden. Härigenom var det möjligt att under sju år kvantifiera kvävets flöden i mark-växtsystemet. I de fleråriga vallgrödorna uppmättes den biologiska kvävefixeringen genom den så kallade differens-metoden, med inlagda skörde- och provtagningsrutor med enbart gräs, vilka jämfördes med rutorna som innehöll vall-baljväxterna klöver och på några av gårdarna även lusern (Figur 1).

I några av vall- och stråsädesgrödorna utfördes även rotprovtagningar och framtvättning av rötter som, tillsammans med andra studier, låg till grund för beräkning av rotbiomassans andel av de uppmätta ovanjordiska skördarna i provytorna. Denna totala biomassa omräknades till skördar och totalmängder av upptagen mängd kväve i grödan. Resultaten kunde verifieras genom ett under denna tid pågående flerårigt forskningsprojekt rörande åkermarkens ekologi med forskare från flera olika fackområden vid SLU[13].

[12] Granstedt, A., 1992. *Case Studies on the Flow and Supply of Nitrogen in Alternative Farming in Sweden. I. Skilleby-Farm 1981–1987*. Biological Agriculture & Horticulture, 9(1), pp.15–63. Available at: http://dx.doi.org/10.1080/01448765.1992.9754616 Granstedt, A., 1990. *Fallstudier av kväveförsörjning i alternativ odling = Case studies on nitrogen supply in alternative farming*. Uppsala: Forsknings- och försöksnämnden för alternativ odling, Sveriges lantbruksuniversitet. In Swedish with english summary.

[13] Andren/, O., Lindberg,T. Paustain, K and Rosswall, T, (eds). Ecology of arable land. – organisms, carbon and nitrogen cyclings. Ecol. Bull. 40 Copenhagen (Syntesrapport från projektet *Ecology of Arable Land* tiden 1979-1988 koordinerat av Thomas Rosswall www.researchgate.net › publication › 301338534_Ecology.

Figur 1a. Försöksruta med enbart gräs i en första års klöver-gräsvall i Skillebyförsöket. Kvävefixeringen via baljväxterna (i detta fall klöver) i vallen beräknas med hjälp av differensen mellan kväveskörden i klippta rutor med och utan klöver med beaktande av samtidigt uppmätt mängd mineralkväve i marken . Foto författaren. Figur 1 b. Markprofil grävd i det aktuella fältet med klöverrötter, vilka tränger meterdjupt ner i marken och på vilka man finner små knölar (s.k. noduler) där det finns symbiotiskt kvävefixerande bakterier. Foto författaren

Resultat

Den fleråriga vallen i växtföljden

Gårdsstudierna visade betydelsen av fleråriga vallar med en stor andel vall-baljväxter som klöver (och där det är lämpligt även lusern) i biodynamisk och liksom i all ekologisk odling. På rötterna sitter baljväxtknölarna, där kvävefixerande bakterier lever i symbios med växten. Genom fotosyntesen i de gröna bladen, ges den näring och energi som krävs för att bakterierna skall kunna spjälka det molekylära luftkvävet till reaktivt kväve, vilket grödorna utnyttjar för sin substansuppbyggnad.

Det via baljväxter insamlade kvävet kommer övriga grödor i växtföljden tillgodo dels via skörderester och rötter som införlivas i marken direkt i samband med när vallen bryts och brukas ned och dels via den del av vallgrödorna som skördas för vinterfoder eller betas och som via djuren återförs till marken via betesdjurens gödsel och urin, antingen direkt på odlingsmarken eller via ladugård, gödsellagring, kompostering och utspridning på åkern till de mest näringskrävande grödorna i växtföljden.

Rötterna som kan nå ned till över en meters djup, utgör ca 25 % av grödans samlade organiska substans. Då vallen skördas, kvarlämnas ca 5 cm av stubben och även skörderester och spill, som sammantaget utgör ca 40 % (inklusive rötterna med sina 25 %) av den totala biomassan, och som slutligen införlivas i marken tillsammans med återförd gödsel från djurhållningen. Detta utgör grundsubstansen för uppbyggnaden av markens organiska substans, mullbildningen.

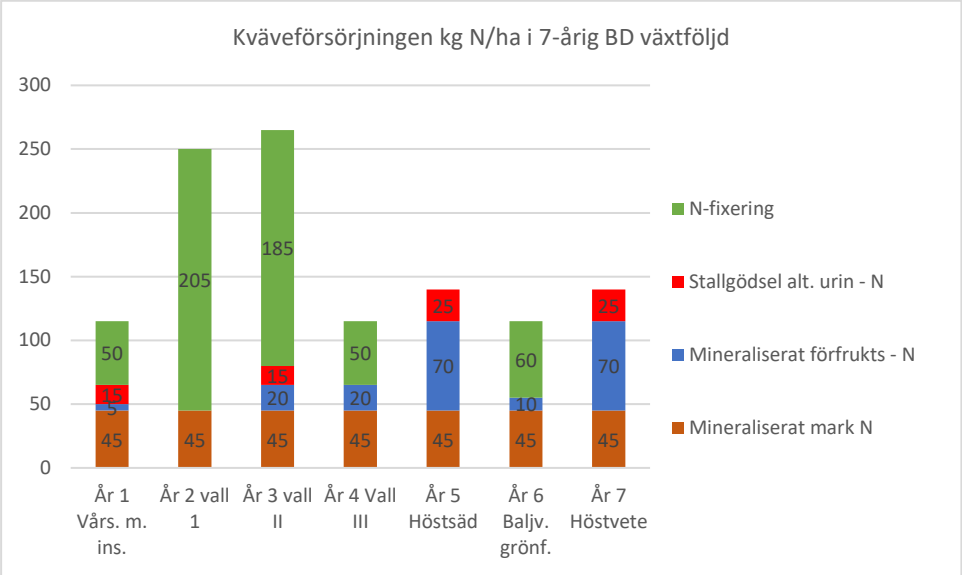
Dessa resultat ledde senare till ett sexårigt forskningsprojekt med fördjupade studier av vallens betydelse och verkan i ekologisk odling. Under själva nedbrytningsprocessen och bildningen av ny organisk substans, så frigörs näringsämnen som ger den så kallade förfruktseffekten[14]. Den organiska substansens mer långsamma nedbrytning över tid kan kallas för växtföljdsverkan då den är beroende av växtföljdens utformning. Den långsiktiga mineraliseringskapaciteten kan öka eller minska[15] beroende på flera faktorer som mängden organisk substans i marken och dess sammansättning och som är en effekt av antal år vall, baljväxtandelen, tillväxten samt de på odlingsplatsen rådande jordarts- och klimatbetingelser.
Växternas upptagning av kväve är huvudsakligen beroende av att kvävet finns tillgängligt i mineralisk vattenlöslig form i marken. På en biodynamisk gård blir kvävet tillgängligt huvudsakligen genom nedbrytning (mineralisering) av organisk substans i marken i form av skörderester och rötter från föregående års vallgrödor och i marken införlivad komposterad stallgödsel vars kväveinnehåll huvudsakligen är organiskt bundet (förfrukts- och förförfruktsverkan), och dels mineralisering från markens humusförråd (växtföljdsverkan). Någon mindre del av den komposterade gödselns kväveinnehåll kan föreligga i mineralisk form som ammonium (NH_4-N) eller nitratkväve (NO_3-N) (5-10%) som är direkt tillgänglig för växternas upptagning som gödselverkan och som kan påvisas också som andraårsverkan (figur 2). Det är tydligt att huvudparten – i detta försök ca 80–90 procent – av stallgödselkvävet i organiskt omsatt (komposterad) gödsel går till underhållet av markens humusförråd och därmed markens mera långsiktiga mineraliseringskapacitet (växtföljdsverkan). Dessa mera långsiktiga effekter har studerats i de fortsatta senare försöken. Annorlunda förhåller det sig med djurens urin som på de här studerade biodynamiska djurgårdarna samlas i behållare under gödselplattan och sprides ut huvudsakligen till vallgrödorna och som tillskottsgödsling på våren till brödsäd. Kväveutbytet av tillskottsgödsling med urinförsöken beräknades till 70–80 procent av tillfört totalkväve. All växtnäring härstammar från den egna gården, inklusive det kväve som tillförs med gödsel och urin. Växtnäringen har via djurens utfodring och ämnesomsättning, tillsammans med

[14] *Förfrukt* är den gröda som odlats närmast före nuvarande odlade gröda.

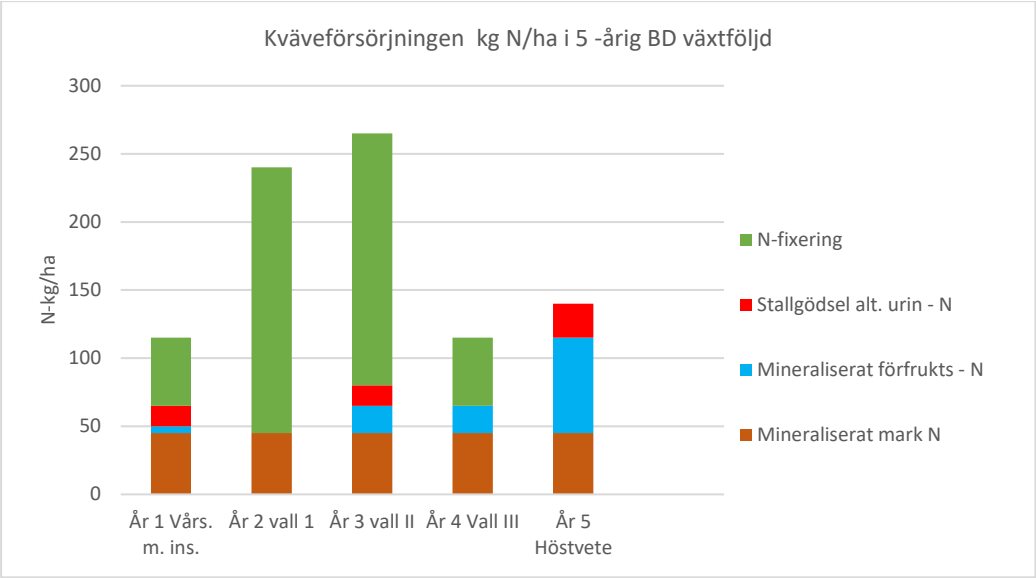
[15] Granstedt, A., and G.L.,Baeckström, 2000. *Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture.* American Journal of Alternative Agriculture, vol. 15, no. 2, pages 68–78. Washington University.

vallskördar eller beten, sin yttersta grund i det kväve som fixerats av baljväxterna i växtföljden eller på betesarealerna.

Resultaten av dessa undersökningar har gett baskunskaper framförallt om kväveförsörjningen men även om övriga växtnäringsämnen, främst fosfor, för det fortsatta arbetet med att klargöra hur det är möjligt att driva ett jordbruk som ger en god livsmedelsförsörjning, baserad på lokala och förnyelsebara resurser och med små förluster av växtnäring till den omgivande miljön. Baljväxterna i vallarna har genom sin symbios med rotsvampar (mykorrhiza) och de djupa rötterna stor betydelse för den från markens mineraliska del härrörande mineralämnesförsörjningen och särskilt för makronäringsämnet fosfor som finns ursprungligen i den underliggande berggrunden.



2 a, Kväveförsörjningen i den sjuåriga växtföljden på Skilleby gård 1981 - 1987



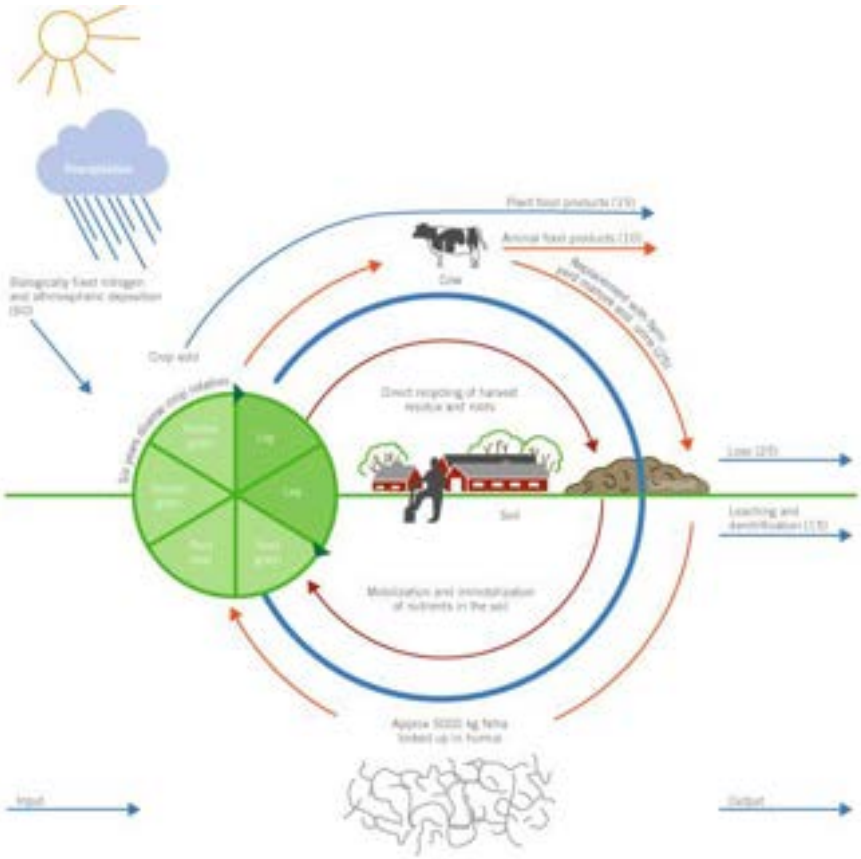
Figur 2 b. Principiell beskrivning av kväveförsörjningen åren 1991 till 2005 i den då tillämpade femåriga växtföljden på Skilleby gård (år 1 havre med insådd, år 2 vall I, år 3 vall II, år 4 vall III och år 5 höstvete med tillförd stallgödsel) med angivande av de olika kvävekällorna: Fixerat kväve ur luften , gödsel-kväve, förfruktskväve, och mineraliserat markkväve. Vid en vallskörd på 7 ton TS (torrsubstans)/ha och en baljväxtandel på 90% uppgår kvävefixeringen till ca 200 kg N/ha.[16]

Kväveflöden på gårdsnivå

Fältstudierna visade sambanden mellan mineraliseringen i marken, växtnäringsupptagningen i grödorna och den biologiska kvävefixeringen samt återförsel av gårdsegen gödsel. Detta kombinerades med studier av växtnäringsflödena på gårdsnivå. Tillförsel av fodermedel och avsalu av vegetabilie och animalieprodukter (mjölk och kött på djurgårdarna) samt flödena av organisk substans och växtnäring från växtodlingen via foder, djurhållning och återförd stallgödsel utgjorde underlag för att beskriva växtnäringsflödena på de biodynamiska gårdarna jämfört med de specialiserade konventionella jämförelsegårdarna. För de konventionella jämförelsegårdaran tillkom utifrån tillfört kväve med mineralgödsel som ledde till motsvarande större överskott och förluster av kväve till den omgivande miljön. Kväveflödena för hela det sjuåriga växtföljdsomloppet i kg kväve (N) per ha och år från 1981 -1987 för den biodynamiska studiegården Skilleby finns sammanfattat i figur 3. . Den beskriver den biodynamiska lantbruksorganismen och med det också grunderna för ett uthålligt jordbruk baserat på lokala och förnyelsebara resurser utan de kemiska insatsmedel som tillämpas i det konventionella jordbruket. Enligt samma principer så var det också möjligt att beräkna flödena av fosfor och kalium på gårdsnivå. Fosfor är involverad i samma biologiska processer som

[16] Granstedt, A. 2000. *Stallgödselanvändning i ekologisk odling med hänsyn till hushållning med växtnäringsämnen och produktion i ekologisk odling.* Ekologiskt Lantbruk 26. Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU.

kvävet, med frigöring (mineralisering) och bindning (syntes) i den organiska substansen i mark, grödor och högre levande organismer.



Figur 3. Principiell beskrivning av växtnäringsflödena dokumenterad på Skilleby[17] : 1) Den Biodynamiskt-Ekologiska kretsloppsgårdens växtföljd med närande vallgrödor, vars fleråriga baljväxter fixerar kväve ur luften, samt tärande grödor, 2) till gårdens foderförsörjning anpassad grovfoderätande djurhållning, 3) gödsel från djurhållningen som komposteras, 4) marken med sitt mullförråd och levande varelser där mängden daggmaskar har uppmätts till ungefär dubbla vikten jämfört med gårdens "ovanjordiska husdjur".

Östersjöprojektet BERAS

Gårdsstudierna som ledde till författarens avhandling 1990 följdes av fortsatta jämförande gårdsstudier och även fältförsök i både Sverige och Finland vars resultat publicerades i vetenskapliga tidskrifter och andra publikationer[18]. Gårdsförsöken visade hur ett ekologiskt jordbruk

[17] Granstedt, A. 1992.
The potential for Swedish farms to eliminate the use of artificial ferilizers, American Journal of Alternative Agriculture, vol. 5, nr 3 pp 122-131

[18] Granstedt A., 1992. Case studies on the flow and supplies of nitrogen in alternative farming in Sweden. Biological Agriculture and Horticulture, Vol. 9, 15-63. Granstedt A., 1995. Studies on the flow supply and losses

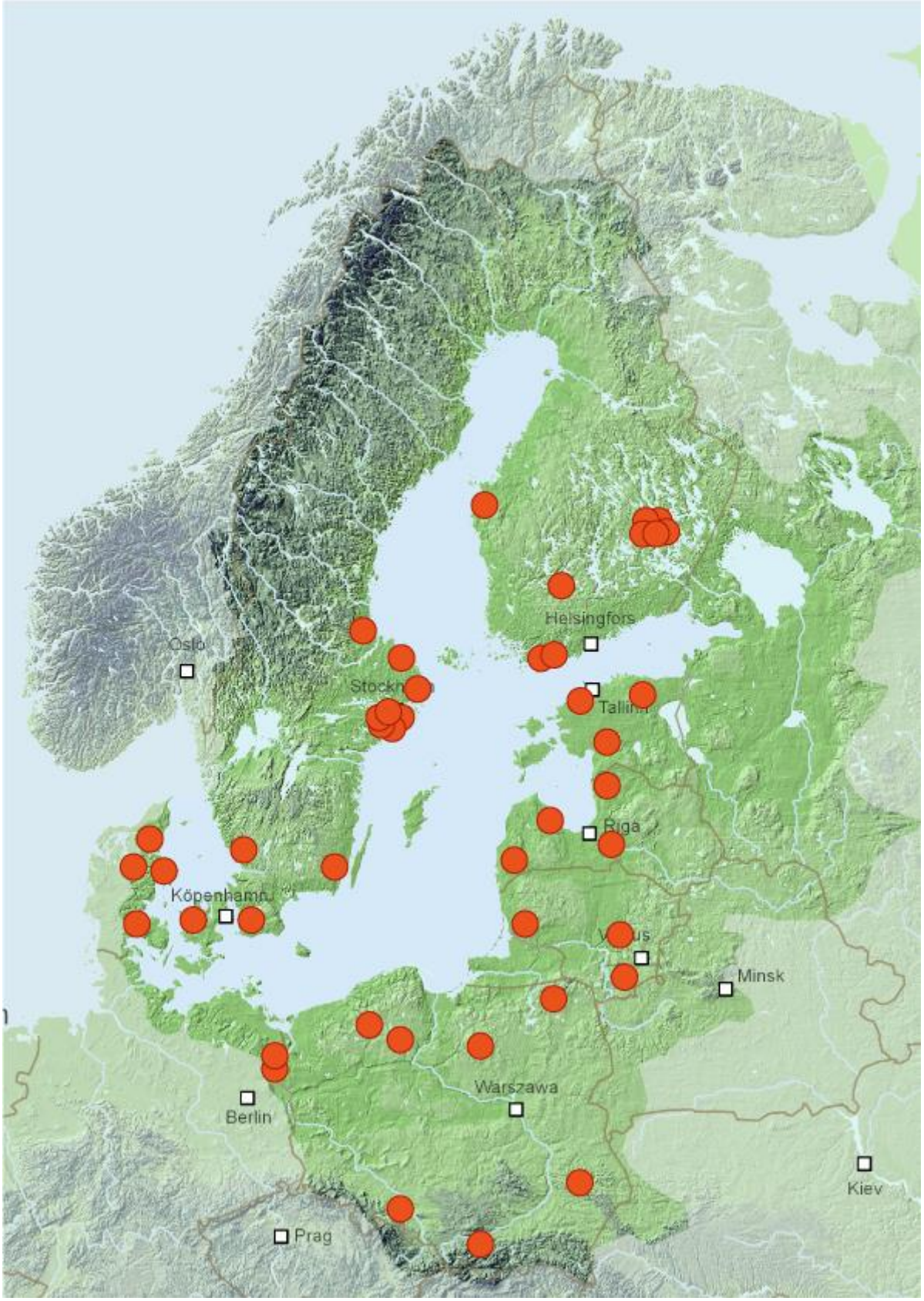
enligt biodynamiska principer bygger på självförsörjning med foder och gödsel genom kretslopp med en till gårdens egen produktion anpassad djurhållning. Detta leder till små förluster av närsalter till den omgivande miljön i jämförelse med det specialiserade konventionella jordbruket med stor import och motsvarande överskott och förluster av kväve och fosforföreningar. Det konventionella jordbruket med specialiserade av foderinköp beroende djurgårdar är den största källan till övergödningen av Östersjön med närsalter och som orsakar algblomning och allt större arealer med döende havsbottnar, omfattande fiskdöd till följd av syrebrist och minskning av fiskbestånden samt minskande marinbiologisk mångfald. Detta låg slutligen till grund för flera ansökningar till EU med syfte att närmare undersöka hur en omläggning av hela jordbruket i Östersjöregionen i enlighet med principerna för ekologiskt kretsloppsjordbruk skulle kunna bidra till att stoppa övergödningen av havet. Slutligen blev det möjligt att starta det av EU delfinansierade Östersjö-projektet BERAS (*Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society*) 2003–2006 och 2010–2014 (www.beras.eu). Konceptet för ett ekologiskt kretslopps-jordbruk utarbetades här för hela Östersjöregionen baserat på utvärdering av 42 typgårdar som drivs enligt principerna ekologiskt kretsloppsjordbuk. fördelade i samtliga nio Östersjöländer Sverige, Finland, Estland, Lettland, Litauen, Vitryssland, Tyskland, Polen och Danmark vars vattendrag slutligen rinner ut i Östersjön (Figur 4).

---

of nitrogen and other plant nutrients in conventional and ecological agriculture systems in Sweden. In: Proceedings of the international workshop, Nitrogen leaching in ecological agriculture, 11-15 October 1993. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen. Denmark. Biological Agriculture and Horticulture, Vol. 11, 51-67.

Granstedt, A. 1998. Ekologisk odling i det framtida kretsloppssamhället. Naturskyddsföreningens förlag. 88 pp. (in Swedish)

Granstedt, A. 2000 Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing the load to the environment – experience from Sweden and Finland. Agriculture, Ecosystems & Environment 1570, 1–17. Elsevier Science B. V., Amsterdam



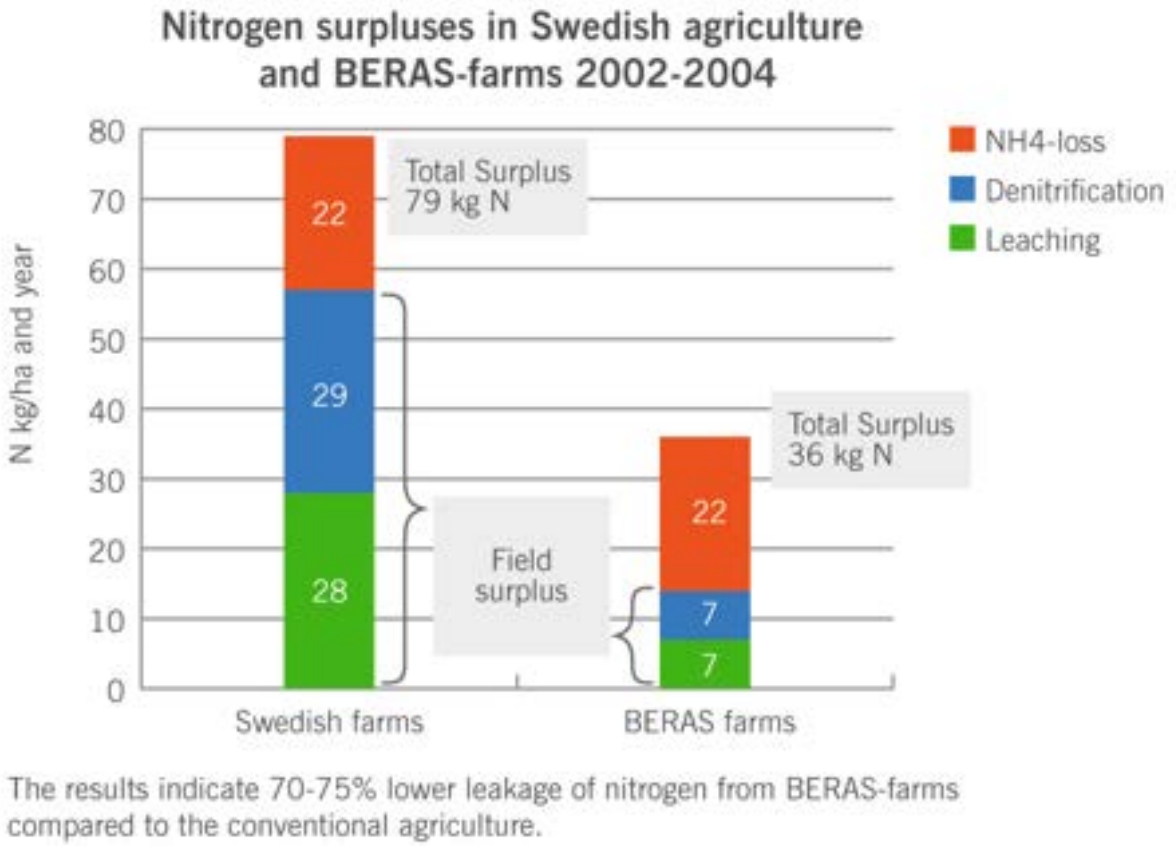
Figur 4. Lokalisering av de 42 ekologiska typgårdarna i Östersjöprojektet BERAS 20013-2006, 12 av dessa var biodynamiska och övriga motsvarade också kriterierna för ett ekologiskt kretsloppsjordbruk med integrerad växtodling och djurhållning och minst 80 % självförsörjning med foder.

BERAS-projektet visade: För att rädda Östersjön från fortsatt övergödning måste jordbruket ställas om till ett ekologiskt jordbruk med en integrering av djurhållning och växtodling på alla gårdar, eller näraliggande gårdar i samverkan, så att väl slutna växtnäringskretslopp skapas[19]. Vallodlingen med en till denna anpassad djurhållning är en väsentlig del i växtföljden på dessa gårdar. Detta självförsörjande jordbruk definierades i projektet som ekologiskt kretsloppsjordbruk (Ecological Recycling Agriculture förkortat ERA) och som har sin grund i Biodynamisk odling med den av Rudolf Steiner redan 1924 beskrivna lantbruksorganismen, där varje gård har de djur och de djurslag som motsvarar den egna foderproduktion. Det var från början viktigt att tydliggöra kretsloppsprincipen med både växtodling och djurhållning. I dag ser vi att specialiseringar med enbart växtodling och andra gårdar med specialisering med alltför stor djurhållning blivit allt vanligare även inom det som benämner sig ekologisk odling och som medför förhöjda förluster av närsalter till miljön även från det som kallar sig ekologisk odling. Efterföljare till BERAS-projektet har senare genomförts i Polen men fortfarande är det lång väg kvar till den omställning som skulle behövas för att rädda Östersjön, stoppa utarmningen av den biologiska mångfalden och den globala uppvärmningen, där maten och jordbruket har en nyckelroll.

Östersjöprojektat BERAS finns närmare beskrivet i boken *Morgondagens jordbruk -med särskilt fokus på Östersjön*.[20]

[19] Granstedt, A., Schneider, T., Seuri, P., & Thomsson, O. (2008*). Ecological Recycling Agriculture to Reduce Nutrient Pollution to the Baltic Sea.* Journal Biological Agriculture and Horticulture, 26 (3), 279–307. Retrieved from http://www.jdb.se/sbfi/files/BAH2009.pdf

[20] Granstedt, 2012, 2018. *Morgondagens jordbruk med fokus på Östersjön.* Södertörns högskola.



Figur 5. Resultaten från BERAS-projektets typgårdar visade att kväveförlusterna från marken (field surplus) genom dentrifikation (denitrification) och urlakning (leaching) var 70-75 % lägre på de studerade ekologiska kretsloppsgårdarna jämfört det konventionella jordbruket i Sverige år 2004-2005.

Det är i dag allmänt känt att den konventionella matkonsumtionens stora klimatbelastning kräver en radikalt minskad köttkonsumtion för att vi ska klara klimatmålet. Mindre känt är att det förutsätter en konsumtion anpassad till vad som kan produceras enligt principerna för ett ekologiskt kretsloppsjordbruk i enlighet med vad som framgick av resultaten från BERAS-projektet.[21] Ett framtida självförsörjande jordbruk förutsätter en anpassning av animalieproduktionen till huvudsakligen den egna grovfoderproduktionen (dagens köttkonsumtion baseras på en betydande import av såväl kött som fodermedel) i kretslopp på varje gård (eller gårdar i sluten samverkan). Därutöver krävs återetablering av baljväxtbaserade vallgrödor i växtföljden på all odlingsmark för att säkerställa fossilfri kväveförsörjning och återuppbyggnad av odlingsmarkens organiska substans (mullförrådet). Detta innebär att betydande mängder kol och åter binds i form av mull som i dag gått förlorad från de odlingsmarker där specialiserad spannmålsodling bedrivs[22]. Marken blir här en kolsänka som också eliminerar den i tiden begränsade klimatbelastningen från de idisslande djuren[23]. I de fortsatta gårdsstudierna undersöktes hur de biodynamiska odlingsåtgärderna med kompostering och användning av biodynamiska preparaten påverkar uppbyggnaden av den organiska substansen i marken.

[21] Larsson, M., Granstedt, A. and Thomsson, O. 2011. *Sustainable Food System –Targeting Production Methods, Distribution or Food Basket Content?* In Tech - Organic Food and Agriculture/Book 1

[22] Bertilsson, G. 2010. Mat, klimat och miljö. www.greengard.se. Recito Förlag AB

[23] Halveringstiden för metangas är 10 - 12 år. Kunskapsbanken | SMHI

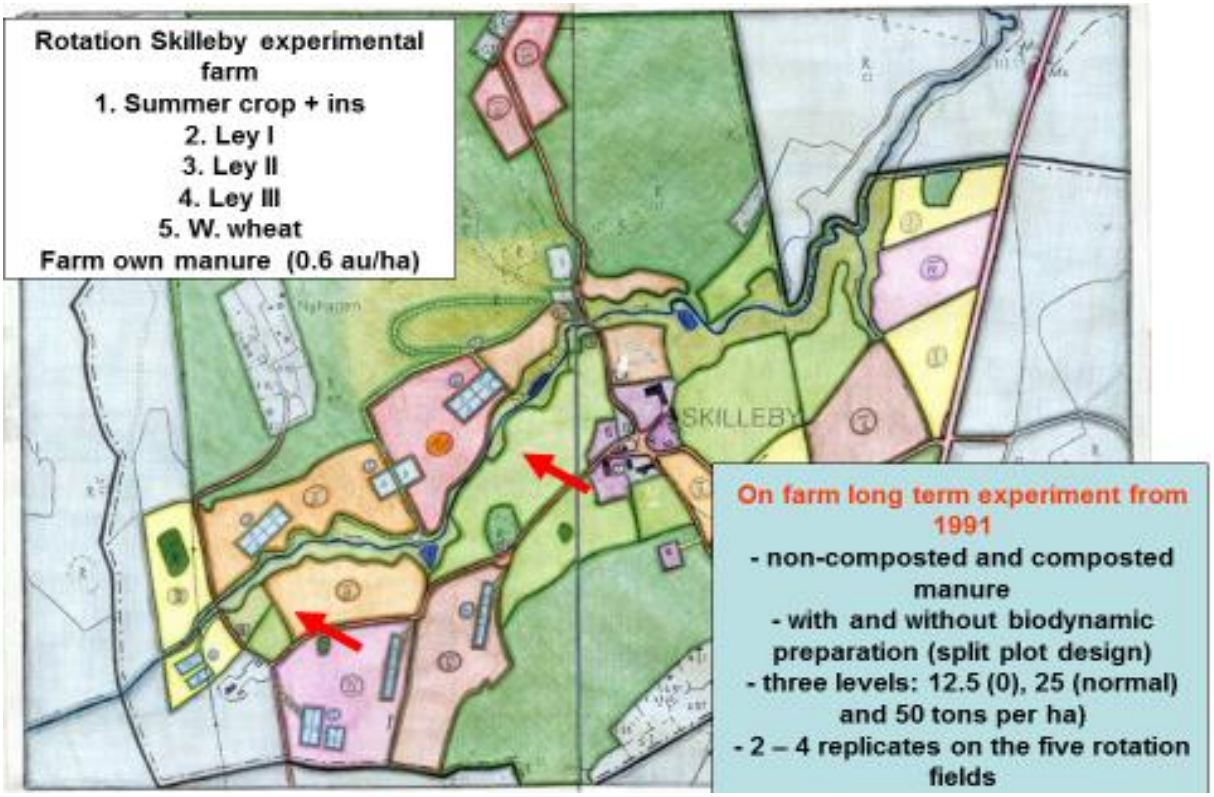
GÅRDSBASERADE FÖRSÖK – SKILLEBY 1991–2010

Biodynamisk odling och forskning om det levande

I Lantbrukskursen ställer Rudolf Steiner en fråga: *”Är det någon skillnad om vi tar stallgödseln från granngården eller vår egen gård”.* Steiners svar är jakande. Tillförs medel utifrån så kan det betraktas som läkemedel. Lantbruksorganismen beskrivs som en individualitet som står på huvudet och som har själsliv. Växterna på gården växer upp i det som av Steiner liknas vid en buk. Här finns gårdens ämnesomsättning med djur och gödsel. Tar man denna bild på allvar och anlägger försök med gödsel är det inte oviktigt att man använder gödsel från gårdens egna djur, vars foder kommer från den självförsörjande lantbruksorganismen. Detta bör vara av särskild stor betydelse, om man anlägger försök där man skall testa de biodynamiska preparaten. Detta var vägledande för nya fortsatta försök på Skilleby där gårdens egen gödsel användes i den från 1991 nya femåriga växtföljden. Preparaten var dock producerade utanför gården på granngården Skillebyholm

Skilleby 1991

Ett nytt jämförande försök startade år 1991 på gården Skilleby och som efter fem år kom att omfatta samtliga skiften på gården. Frågan var nu fokuserad på själva hanteringen av stallgödsel på gården. Frågeställningen gällde betydelsen av kompostering eller icke kompostering, samt betydelsen av



användandet av de biodynamiska preparaten för skördarnas storlek, markens bördighet och produkternas kvalitet inom en gårdsorganism. Gårdsanpassningen innebar att försöken skilde sig från andra försök som gjorts inom den biodynamiska odlingen där parcellförsök anlägges utanför den ordinarie gårdsdriften . Försökens lokalisering på de fem skiftena inom gården framgår av figur 6.

Figur 6. Karta över Skilleby gård ritad av Gottfried Geiger. De senare inritade rutorna visar lokalisering av fältförsöken på gården åren 1991–1997. De första gårdsstudierna genomfördes här av författaren åren 1981–1987 följt av nya studier i form av anlagda försök på samtliga skiften åren 1991–2010.

Gårdsbeskrivning Skilleby gård

Gården Skilleby (figur 6) har varit i biodynamisk drift sedan år 1967. Den ligger i östra Sörmland på marker som endast är 20–35 m över havet i den delen av Sverige där neder-börden är som allra lägst. Åkerarealen är 57 ha och som framgår av kartan (fig.4), så är åkrarna väl samlade på var sida om Skillebyån, som rinner genom gården. I norr och söder gränsar odlings-marken till beskogade moränområden, i öster mot Järnaslätten och, vad som en gång i tiden var en havsvik mot nuvarande Järnafjärden, idag en del av en vik av Östersjön in mot Södertälje.

Det är här särskilt torrt på våren och försommaren, varför det eftersträvas att ha övervint-rande höstsådda grödor, vars rötter tränger djupt ned i marken (genomsnittlig årsnederbörd är 525mm mm och en genomsnittlig årsmedeltemperatur är 6.8 °C). Jordarterna är till sitt ursprung sorterade isälvsavlagringar. Det är här en typisk Sörmlandsprofil vad gäller jord-arternas variation beroende på topografin, såsom på många andra gårdar i landskapet. Landhöjningen har inneburit en omlagring av jordarterna genom svallning i ytjorden. I djupare marklager och på höjdryggar närmare matjorden, finns varvig ishavslera.

I ytjorden är det 30–40 % postglacial lera, medan lerhalten överstiger 60 % i alven. Resterande jordarter består av ungefär lika delar mo och mjäla, med risk för skorpbildning på våren. Mull-halterna är övervägande mellan 2–3 %. Kaliumvärdena är goda och en viss kalkförekomst bidrar till att pH-värdena är mellan 6,0–6,5 medan fosforhalterna är låga (1,5–3 mg P-AL /100g jord).

Trots avsaknad av tillförda mineralgödselmedel sedan gården lades om till biodynamisk drift, och en årlig nettobortförsel med försålda produkter (brödsäd, mjölk och kött), så har återkommande markkartering visat på en viss ökning av växttillgänglig fosfor i matjorden. Vall-grödornas djupa rotsystem och markbiologiska aktivitet med god markvittring i den biodyna-miska driften, är troliga förklaringar till detta. Den långsiktiga trenden är ökande skördar av höstvete från åren 1993–2010, med likartade förfrukter med gödsling baserad på den egna gårdens djur, och med självförsörjning av foder.

Gödsling skedde i de långliggande försöken – såsom på gården i övrigt – före sådd av höstvete och efter vallbrott i den under denna tid gällande växtföljden: vårsäd med vallinsådd, vall I, Vall II, Vall III och höstvete. Sedan år 2003 så har gården sambrukats med granngården Yttereneby, men använde samma gödsling och växtföljd fram till år 2010.

FÖRSÖK RÖRANDE BIODYNAMISKA PREPARAT, SOM EN DEL I LANTBRUKSORGANISMEN

Rudolf Steiner Introducerade användningen av de s.k. biodynamiska preparaten vilka beredes av material från mineral-, växt- och djurriket som i allmänhet finns att hämta inom gården. (Se faktaruta om de biodynamiska preparaten sist i boken) Gödsel prepareras i kohorn och får ligga nedgrävda i ytjorden under vintern, och finmalet kvarts prepareras i kohorn nedgrävda i marken under sommarhalvåret. Innehållet sprids sedan i växande gröda på våren respektive sommaren efter

att preparatet rörts ut i vatten under en timma. Förandet finns närmare beskrivet i skrifter från Svenska Biodynamiska Föreningen[24] och hur de verkar kommer framgå mer utförligt i av denna skrift

Generellt kan sägas att det förstnämnda kohornspreparatet verkar stärkande på växtens vegetativa utveckling, medan det andra kohorns-preparatet är avsett att stärka mognadsprocesserna i växten.

Karaktäristiskt för biodynamisk odling är, att all gödsel före utspridning och nedbrukning inom gården i första hand hanteras som fastgödsel, läggs upp i så kallad gödselstuka, även kallad kompost, och får där genomgå en omsättning under minst tre månader med inblandning av energirikt organiskt material i form av halm, med hjälp av de i materialet förekommande organismerna (svampar, bakterier och i slutstadiet också kompostmaskar[25]). För att stimulera omsättningen av gödsel och annat organiskt material före nedbrukning i marken, används av olika läkeväxter beredda kompostpreparat. Deras uppgift är att gynna gödselns och kompostens omsättningsprocesser, och sedan via gödsel och mark befrämja grödornas utveckling.

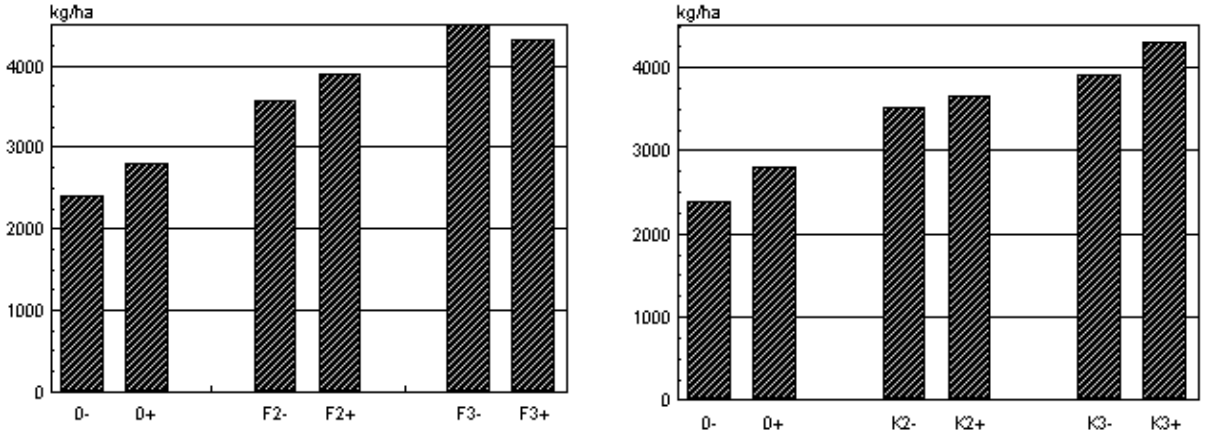
I försöken gjordes jämförelser vad gäller verkan av okomposterad fastgödsel (”färsk gödsel”) och komposterad gödsel. Verkan av de båda olika behandlade gödseln studerades med och utan behandlingar med bio-dynamiska preparat och försöken gjordes med tre gödslingsnivåer. Totalt blev det därmed tolv olika behandlingsled. Nivå två av komposterad gödsel motsvarade gårdens normala mängd gödsel som årligen var tillgänglig med hänsyn till den aktuella femåriga växtföljden, skördar och därtill anpassade djurhållningen på gården. På skifte ett och två genomfördes hela försöket med fyra upprepningar i fyra block och som möjliggjorde en god upplösning för den statistiska behandlingen av resultaten. Särskiljande av verkan med utan de biodynamiska preparaten underlättades tack vare en s.k. split-plot design för dessa behandlingar i huvudrutorna. Till skillnad från det försök vi senare också skall redovisa, det så kallade DOK-försöket i Schweiz, så var det här möjligt att separera verkan av komposteringen av gödseln från användandet av de biodynamiska preparaten.

De biodynamiska preparatens påverkan på skörden

Resultat från försöken visade att vid fem av sex år var skördarna av höstvete högre vid användandet av de biodynamiska preparaten i behandlingsleden med komposterad gödsel, merskörden var i genomsnitt 5 % högre för hela perioden. Skördeskillnaden till förmån för preparatbehandlingarna var som högst det sämsta skördeåret år 1993, ett år med särskilt dåliga tillväxtbetingelser. Sammanställningar av ett flertal studier påvisar att preparaten är systemrelaterad på så sätt att preparaten verkar skördebefrämjande vid betingelser då odlingsbetingelser som vattentillgång, temperaturförhållanden och näringstillgång påverkar grödornas utveckling och skörd negativt[26]. Detta framgår också av skördeutbytet för olika gödslingsnivåer för okomposterad och komposterad gödsel (figur 7). Det synes också vara så, att det huvudsakligen är i samband med att gödseln blivit komposterad som preparatverkan i form av signifikant ökad skörd kan påvisas för enskilda år.

[24] Svenska Biodynamiska Föreningen https://www.biodynamisk.se/om-biodynamiskt/preparat-23042224
[25] Bochemühl, J. 1981. *Vom Leben des Komposthaufens.* Philosophisch-Anthroposophischer Verlag,
[26] Raupp, J. & U.J., König, 1996. *Biodynamic preparations cause opposite yield effects depending upon yield levels*.
Biological Agriculture and Horticulture, 13, 175–188.

Figur 7.



Medelskörd av höstvete 1996 och 1997 (HV1 och (HV2) med okomposterad gödsel i tre gödslingsnivåer (F1, F2, F3) och komposterad gödsel i tre gödslingsnivåer (K1, K2 och K3) utan och med användandet av de biodynamiska preparaten. Komposterad gödsel visade här en något lägre skörd än okomposterad gödsel. Användandet av de biodynamiska preparatbehandlingar gav signifikant högre skördar (+10 %) jämfört med utan preparat behand-lingarnai leden med komposterad gödsel. F1 och K1 var ogödslade så här var verkan endast av fältprepa-raten det aktuella året.

Preparatens skördehöjande verkan kvarstod också, efter behandling med urin från djurhållningen på gården.[27] Arkivprover från dessa försök finns, som skulle göra det möjligt att följa upp de i kärnorna bevarade kvalitetsegenskaperna. Av speciellt intresse är att följa upp proteinets egenskaper (essentiella aminosyror) samt resultat som tyder på ett högre innehåll av mineralämnen, särskilt spårelement, vid behandling med biodynamiska preparat.

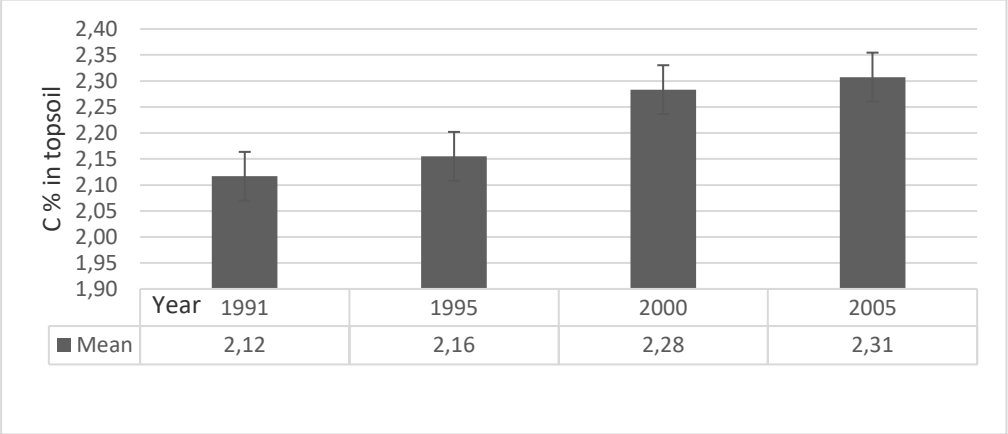
Den biodynamiska komposteringen och preparatens påverkan på markens bördighetsegenskaper

Försöken på Skilleby fortsatte i 20 år, fram till år 2011 varav analyser och bearbetning av resultaten från markundersökningarna är slutförda och vetenskapligt rapporterade fram till år 2005. Den organiska substansen i marken ökade i försöken på samtliga skiften, mätt som organiskt kol fram 2005 . På två av skiftena kunde en signifikant ökning fastställas vid användandet av komposterad gödsel, och även för användandet av de biodynamiska preparaten. Ökningen var i genomsnitt 400 kg kol per ha och år mellan åren 1991–2005 på skifte 1 där försöket startade (Figur 6).

I behandlingarna med komposterad gödsel och användandet av biodynamiska preparat alla år ökade den organiska substansen i matjorden (0-20 cm) med 11 %, jämfört med användandet av

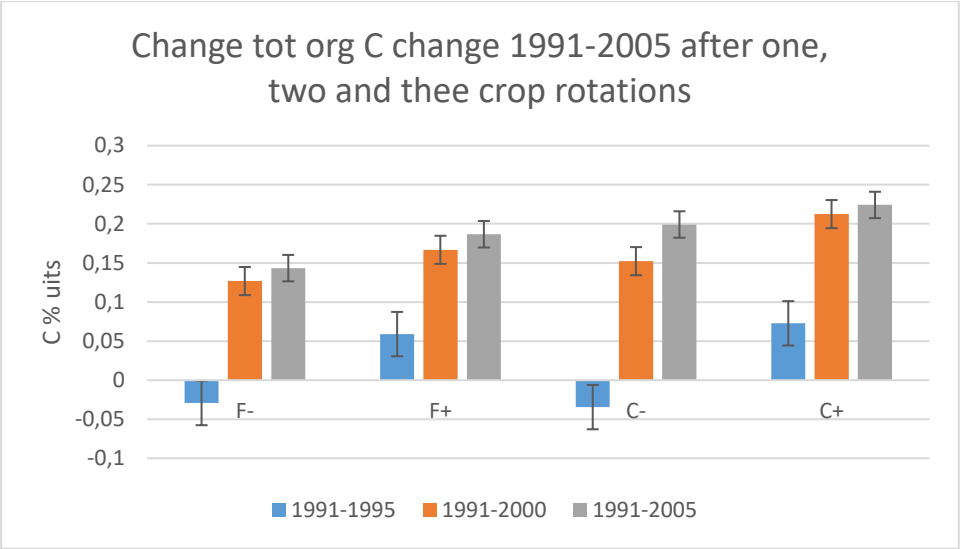
[27] Granstedt, A. 2000. *Stallgödselanvändningen i ekologisk odling. Resultat från fältförsök i höstvete i Järna 1991–1997*. Granskning, Sten Ebbersten. Institutionen för ekologi och växtproduktionslära. Ekologiskt Lantbruk 26. Sveriges Lantbruksuniversitet.

okomposterad gödsel utan biodynamiska preparat där den organiska substansen ökade med 6 %. Användandet av de biodynamiska preparaten gav den tydligaste effekten vid försökets början med signifikant högre halt organisk substans såväl i ledet med okomposterad- som med komposterad gödsel (Figur 7). Det första växtföljdsomloppet 1991-1995 var enbart fyra år med två år vall vilket kan förklara den negativa förändring av mängden organisk substans i de icke preparatbehandlade behandlingsleden under de första fyra åren. Till skillnad från andra försök har här verkan av olika gödslingsbehandlingar (färsk och komposterad gödsel) och preparatens betydelse (behandling utan och med biodynamiska preparat) kunnat dokumenteras var för sig och i kombination (figur 8).[28] Skillnaden är som störst när man jämför behandlingarna med färsk gödsel utan biodynamiska preparat (F-) och användandet av komposterad gödsel och användandet av biodynamiska preparat (K+). Det senare innebär enligt dessa resultat att uppbyggnaden av markens organiska substans i matjorden blivit en halv gång högre och att det är kombinationen av både preparaten och komposteringen som leder till dessa resultat.

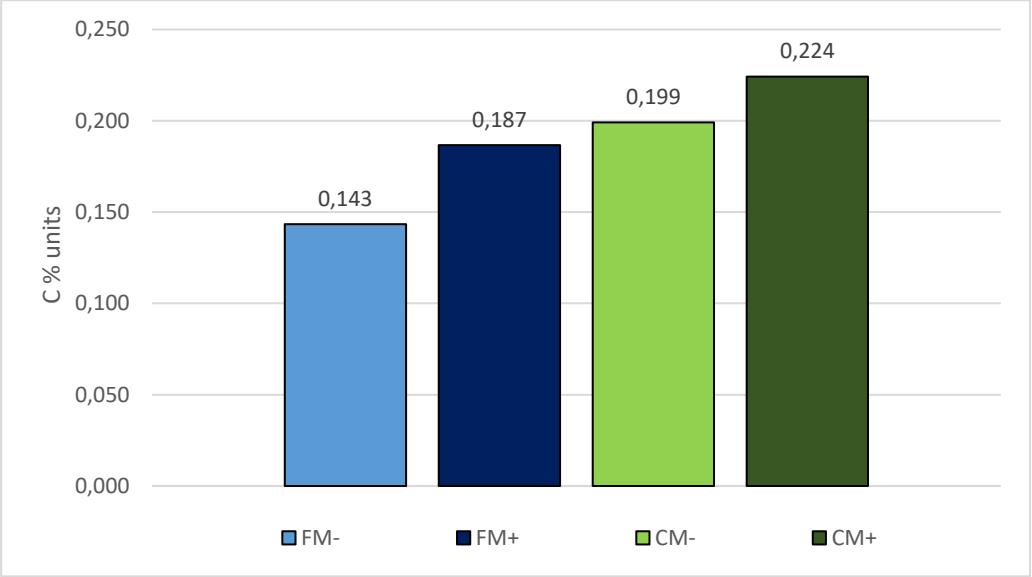


Figur 6. Genomsnitt för total kol i matjorden (0–20 cm) åren 1991, 1995, 2000 and 2005 för samtliga 12 behandlingar i det långliggande försöket på Skilleby. Felstaplarna anger medelfelet (Standard Error, SE).

[28] Granstedt, A., & L., Kjellenberg, 2017. *Carbon sequestration in long term on farm studies in Organic and Biodynamic Agriculture, Sweden*. IFOAM Conference proceedings. Research Report Innovative research for organic 3.0 - Volume 1: Proceedings of the scientific track at the Organic World Congress 2017, November 9-11 in Delhi, India.



Figur 7. Genomsnittlig ökning av organiskt kol i matjorden I behandlingar med okomposterad gödsel utan biodynamiska preparat (F-) och med biodynamiska preparat (F+) och komposterad gödsel utan (K-) och med användning av biodynamiska preparat (K+) från 1991–1995, 1991–2000 och 1991–2005. Minus anger utan och plus anger med behandlingar med de sex biodynamiska kompostpreparaten i gödseln och de båda sprutpreparaten i fält.



Ökning av organiskt bundet kol i marken vid användning av okomposterad gödsel (s.k. färsk gödsel) utan biodynamiska preparat (FM-) och med biodynamiska preparat (FM+) komposterad gödsel utan Biodynamiska preparat (CM-) och med biodynamiska preparat (CM +) från 1991- 2005 i höstveteförsöket på Skilleby.

Den biodynamiska preparatens betydelse för klimatet

Sedan försöken startade, så har frågan om de pågående klimatförändringarna blivit allt mer avgörande för mänsklighetens framtid. Markens organiska substans och dess stora förråd av kol, är

dubbelt så stort som det som finns i atmosfären i form av koldioxid. Att bevara markens kolförråd och till och med öka bindningen av kol i marken, är av stor betydelse för klimatet, och en ökad användning av de biodynamiska preparaten och komposteringen av gödseln, tillsammans med övriga ekologiska odlingsåtgärder, kan på ett väsentligt sätt bidra till att minska människans skadliga klimat-påverkan.

Försöken på Skilleby gård fortsatte till år 2011. Det finns en resultatrapport från försöken som beskriver skördar och markundersökningar fram till 2005, samt specialstudier som utfördes med kvalitetsundersökningar av morötter, inom ramen för det doktorsarbete som utförts av Lars Kjellenberg.[29] Här finns också redovisat ännu inte publicerade resultat, från de provtagningar som gjordes i alven och som tyder på en mullhaltsökning i alven (60–90 cm) mosvarande 50 % av den som sker i matjorden. Mullhaltsökningen i biodynamisk odling med och utan komplett användning av de biodynamiska preparaten och konventionell odling är dokumenterade från tidigare jämförande långliggande försök vid Nordisk forskningsring för biodynamisk odling i Järna[30]. Resultaten överensstämmer också som vi kommer se väl med motsvarande långliggande försök i Tyskland och Schweiz.

GÅRDSBASERADE FÖRSÖK – FORSATTA FÖRSÖK PÅ NIBBLE GÅRD

Försöken på Skilleby gård avslutades år 2011 och år 2012 startade nya försök på Nibble gård. Jordarna är här likartade vad gäller ler- och mullhalt, med undantag för vissa lågt liggande arealer med gyttjelera. Driftsinriktningen är densamma som på Skilleby gård, med den femåriga växtföljden, samt med mjölkproduktion baserad på gårdens eget foder.

Den ursprungliga frågeställningen att jämföra komposterad och icke komposterad gödsel, med och utan användning av de biodynamiska preparaten inom gårdsorganismen, modifierades här till att jämföra behandlingar med användande av flytgödsel och fastgödsel. Totalt tre försök anlades här. Det första försöket (1 på kartan, figur 8) pågick åren 2012 till 2016, med försök i höstvete följt av havre och tre år vall, i den då femåriga växtföljden. År 2013 anlades ytterligare långliggande försök (2 och 3 på kartan, figur 8), angivna på kartan med samma växtföljd. I dessa försök så infördes ytterligare en frågeställning, nämligen att undersöka verkan av biokol som jordförbättringsmdel. Detta bidrog säkerligen också till ett fortsatt ekonomiskt stöd till försöken från Ekagastiftelsen.

Hela försöksytan delades i två delar tvärs över samtliga parceller (försöksrutor), med och utan till-försel av biokol, i en kvantitet som motsvarade 32 ton per ha. Även från detta försök finns en resultatrapport[31] . . Även i dessa försök har statistiskt säkra skördehöjande verkningar av de biodynamiska preparaten kunnat konstaterats från flera av försöksåren i höstvete; i kultursorten Jacoby Borst, men även i vallskördarna, både med och utan användning av biokol.

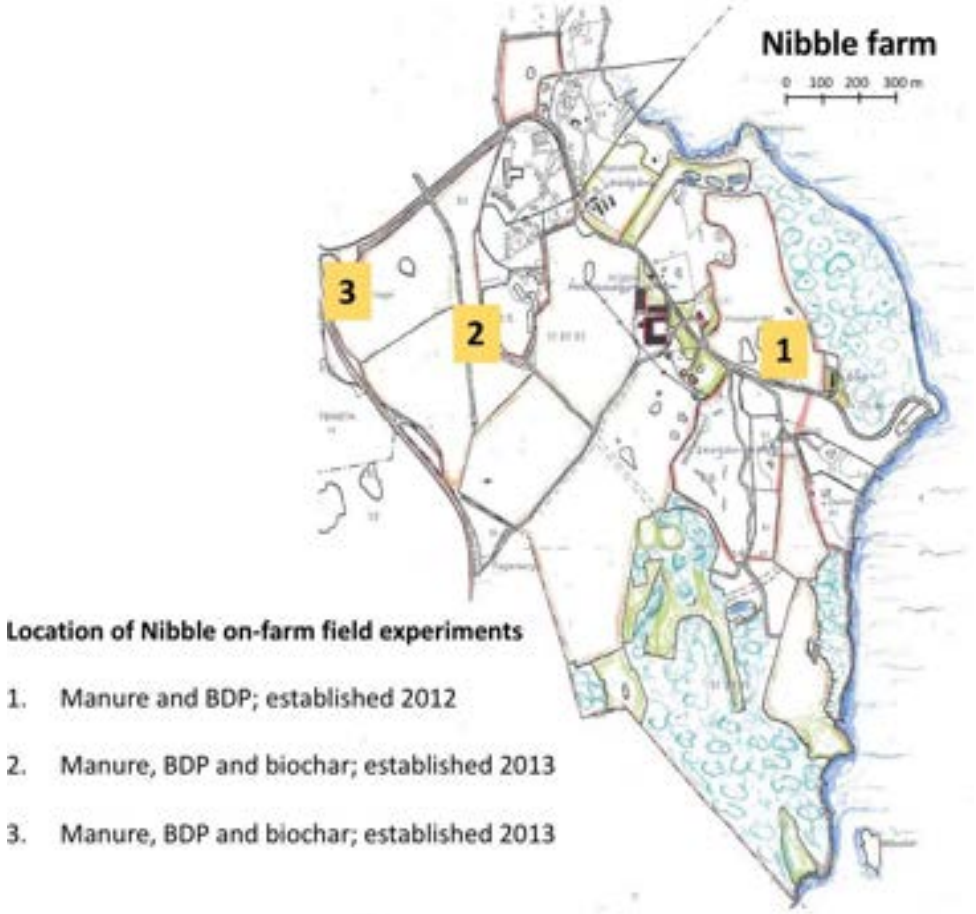
---

[29] Kjellenberg, L. 2016. *Polyacetylenes – In Organic and Biodynamic Carrots, 2016.* Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp.

[30] Granstedt, A. and Kjellenberg, L. 2008 Organic and biodynamic cultivation – a possible way of increasing humus capital, improving soil fertility and be a significant carbon sink in Nordic conditions. *The Second Scientific ISOFAR Conference in Modena 18-20 June 2008*

[31] *Long-Term Field Experiments on Biodynamic Farms in Sweden, 1987 – 2017.* http://sbfi.se/public/images/SBRI/Long-term_field_experiments_Jarna_maj_2019.pdf

Användningen av biokol som engångsgiva år 2013, gav skördeökningar på mellan 8–23 % i det första året och mer skördar även följande år. Skördeökningar som resultat av biokol och utfallet av gjorde behandlingar varier beroende på odlingsbetingelser. År 2016 var merskörden i vallgrödans första skörd i genomsnitt 14 % med biokol, och med tillägg av biodynamiska preparat, 21 %. Vilka faktorer som här verkar in långsiktigt kräver fortsatta försök också för att kunna se förekommande förändringar i marken, i skördar, och speciellt i verkan på odlingsprodukternas kvalitetsegenskaper. Som alltid är detta fortsatta arbete beroende av om ekonomiska medel kan utverkas för detta.



Figur 8. Nibble gård med lokaliseringen av jämförande parcellförsök (försöksrutor med olika behandlingar).

1. *Gödsel och Biodynamiska preparat (BDP), etablerat 2012*
2. *Gödsel, Biodynamiska preparat (BDP), och biokol etablerat 2013*
3. *Gödsel och Biodynamiska preparat (BDP), och biokol etablerat 2013*

HUR DET BÖRJADE - DE FÖRSTA NORDISKA FÖRSÖKEN MED BIODYNAMISK ODLING

Här i de nordiska länderna grundades *Nordisk forskningsring för biodynamisk odling* år 1949 och ett forskningsinstitut inrättades lokaliserat till Järna utanför Södertälje i Sverige. Det första kända långliggande jämförande odlingssystemförsöket etablerades här år 1958. Fältförsöket var från början avsett att ge underlag för de samtidigt påbörjade kvalitetsundersökningarna, och en metodutveckling av dessa. Försöket kallades för K-försöket (K för kvalitet) och med en tid av 32 år, så är detta det längsta kända jämförande försöket med biodynamisk, konventionell och ekologisk odling.

Detta blev även en förebild för de långliggande försök som sedermera utfördes i övriga Europa och även i USA, och att dessa försök föreligger över en längre tidsrymd, visade sig vara nödvändigt för att kunna följa de långsiktiga förändringarna i marken och dess bördighetsegenskaper. Senare, under 1960–1970-talen så startade en omfattande universitetsanknuten försöksverksamhet, framför allt i Tyskland och även i Schweiz, samtidigt som flera nya forskningsprojekt igångsattes även här i Sverige, vilka ledde fram till de första akademiska avhandlingarna av Bo Pettersson[32 33] (1970, 1982), Josef Dlouhý[34] (1981), Lennart Salomonsson[35] (1987), och Artur Granstedt[36] (1990), med jämförelser mellan biodynamisk och konventionell odling, som kom att spela en väsentlig roll för dagens ekologiska odling[37]. Fram till år 1990 så bedrevs den huvudsakliga forskningsverksamheten omkring de frågor som är grundläggande för all ekologisk odling vid *Nordisk forskningsring* och vid *Biodynamiska forskningsinstitutet* i Järna. Från 2021 är biodynamiska forskningsinstitutet en del av Rudolf Steinerhögskolan.

Under tidsperioden 1987 till 1993, då författaren innehade tjänsten som statskonsulent, så förekom en betydande kunskapsöverföring till såväl universitet, som till den från år 1987 ökande statligt finansierade rådgivningen i ekologisk odling. Motsvarande inträffade även i Finland, vid tiden mellan åren 1994 till 1997 då författaren innehade en tjänst som forskningsprofessor i ekologisk odling vid Lantbrukets forskningscentral.

En redogörelse för den biodynamiskt inriktade forsknings- och försöksverksamheten kommer att följa, med utblick även till motsvarande studier i övriga länder. Redogörelserna kommer att omfatta tre områden: *Avkastningen i form av skördar*, *Markens bördighetsegenskaper* och *Produkternas kvalitet.* Avslutningsvis redovisas de nya försök som nu pågår. Här följer nu en redovisning av det nyss nämnda K-försöket, som kom att spela stor roll för det fortsatta biodynamiska arbetet.

---

[32] Pettersson, B. D. 1970. *Verkan av växtplats, gödsling och tillväxtreglerande substanser på matpotatisen kvalitetsegenskaper*. Nordisk Forskningsring. Meddelande nr 21.

[33] Pettersson, B. D. 1982. *Konventionell och Biodynamisk odling, Jämförande försök mellan två odlingssystem.* Nordisk forskningsring, Meddelande nr 32.

[34] Dlouhý, J. 1981. *Alternativa odlingsformer. Växtprodukters kvalitet vid biodynamisk och konventionell odling.* Avhandling. Institutionen för växtodlingslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

[35] Salomonsson, L 1986. *Studies on composition of proteins in Wheat from different growing systems*. Swedish university of Agricultural Sciences. Dissertation, Department of Chemistry and Molecular Biology, Uppsala.

[36] Granstedt, A. 1990. *Fallstudier av kväveförsörjningen i alternativ odling*. Alternativ odling 4. Avhandling. Institutionen för Ekologi och Växtproduktionslära. Sveriges Lantbruksuniversitet.

[37] Definition för ekologisk odling i de nordiska länderna antogs vid ett nordiskt IFOAM i Danmark 1986, som finns återgivet i: Granstedt, 2012. *Morgondagens jordbruk*, Södertörns högskola. BERAS Implementation rapport 2. Sid 74–75.

K-FÖRSÖKET 1958–1990[38]

Bakgrund

Växtföljdsfrågan

Biodynamisk odling är inget färdigt recept utan återkommande framhöll Rudolf Steiner att man skulle göra försök och prova de förslag till förbättringar och vidareutveckling av jordbruket som här föreslogs. Det är också utgångspunkten för denna bok som redogör för forskning och försök med biodynamisk odling. I biodynamisk odling beaktas matens betydelse för människans fysiska, själsliga och andliga hälsa. Biodynamisk odling bygger vidare på det växtföljdsjordbruk som växte fram i Europa under 1700-talet och som också introducerades här i Norden under 1800-talet och under början på 1900-talet före det att användningen av mineralgödsel infördes i jordbruket.

I boken *Morgondagens jordbruk* beskrivs växtföljdsjordbruket mer ingående, om hur man slutligen lärde sig att odla vall-baljväxter såsom klöver och lusern i en ordnad växtföljd, vilket gav flerdubblade skördar, jämfört med de tidigare, icke upplöjda, naturmarksängarna. Med större skördar fick man mer foder till djuren och mer gödsel tillbaka till åkrarna i ett kretslopp till skillnad mot slåtterbruket som på sikt utarmade slåttermarkerna. Med dessa växtföljders införande så bemästrades den betydande befolkningsökningen under 1700- och 1800-talet i Europa, och senare även här i Norden.

Växtföljderna utvecklades till nära nog fulländning, med en anpassning till olika jordarter och klimat-förhållanden, fram till mitten av 1900-talet, och kunskapen om dessa växtföljder var huvudämnet i de tidigare stora antalet lantmannaskolor i landet, samt en betydande rådgivningsverksamhet. Växtföljderna var välanpassade – för ogräsreglering, växtskydd och gårdarnas självförsörjning med foder och den tidens självförsörjning till människor och djur och foder dragdjuren.

Växtföljdsjordbruket bygger på mångfald av olika grödor vars egenskaper kompletterar varandra:

a) Fleråriga kvävesamlande och djuprotade vall- baljväxter som klöver och lusern som bygger upp markens humus och näringsförråd men även andra kvävefixerande grödor som ärter och bönor. Dessa grödor benämns närande. Det var dessa grödor som möjliggjorde den agrara revolutionen under 1800-talet med en mångdubbling av skördarna.
b) Tärande sannmålsgrödor (brödsäd, fodersäd, lin, oljeväxter och gräs). De förutsätter en integrering av växtodling och djurhållning så att det finns stallgödsel vars växtnäring har sitt ursprung i de närande vallgrödorna som skördas till vinterfoder
c) Tärande hackgrödor, som innebär att jorden bearbetas, såsom odling av rotfrukter, grönsaker och potatis. Dessa grödor innebär att jorden bearbetas och rotogräs kan bekämpas mekaniskt

Växtföljden är ofta minst fem-, sex- eller sjuåriga och där grundtyperna a), b) och c) ingår. Vissa växter, såsom ärter och kålväxter, bör ej återkomma tätare än var sjunde år, detta för att undvika växtsjukdomar. De tidigare beskrivna försöken visar att minst en tredjedel av växtföljden bör omfatta fleråriga baljväxtvallgrödor som klöver eller lusern.

Baljväxtsymbiosen tillför det kväve som de så tärande grödorna behöver. Dels direkt genom förfuktsverkan och indirekt som gödsel via djurhållningen. Och dels för underhåll och uppbyggnad av markens humuskapital, i såväl matjorden som i alven. Baljväxternas djupa rötter är också den troliga

[38] En fullständig redovisning av K-försöket finns i: Kjellenberg L. och Granstedt, A. 1998. *Samband mellan Mark, Gröda, Gödsling. Resultat från K-försöket, en 33-årig studie av gödslingens inverkan*. Nordisk Forskningsring, meddelande nr 36; http://www.jdb.se/sbfi/publ/Kförsöket.pdf

förklaringen till en god mineralämnesförsörjning i de långliggande gårdsförsöken Det är önskvärt att vallodling till foder eller som gröngödsling, återinföres på all åkermark, för att stoppa den utarmning som nu sker av markens humuskapital i områden med en ensidig spannmålsodling.

Hackgrödor förekommer numer sällan i lantbruksväxtföljder, men kan då vara ersatt av en halvträda, t ex efter vallbrott, för att sanera för särskilt rotogräs, som kräver en mer kraftig, återkommande jordbearbetning i odlingssystem utan kemiska bekämpningsmedel. Radhackning även i strå-säd är emellertid något som nu med ny teknik antagligen kommer att införas i en större omfattning i allt jordbruk, för att undvika kemisk ogräsbekämpning. Radhackade grödor är väl lämpade i det som v tidigare var mer vanligt, småbruk med trädgård och liknar mer det s.k. K-försöket med jämförelser mellan biodynamisk, ekologisk och konventionell gödsling under 32 år. Den fyraåriga växtföljden med i vårsäd insådd baljväxtvall, ett år vall, betor och potatis innehöll men starkt förenklad de här angivna grundelementet för ett kretsloppsbaserat växtföljdsjordbruk i de organiskt gödslade leden.

Markbördighet

Markens bördighet kan beskrivas som markens förmåga att gynna de odlade kulturväxterna så att vi uthålligtigt kan skörda grödor med en hög näringskvalitet och i tillräcklig mängd. Bördighetsfaktorerna kan vara fysikaliska, kemiska och biologiska. Till viss del är de naturgivna och beroende av det geologiska underlaget, belägenhet i landskapet (topografin) och på odlingsplatsen rådande klimatförhållanden. Särskilt gynnsam är det att odla på lerslätter som en gång bildats av de lersidiment som avsattes på havsbottnen när Inlandsisen smälte och landet så småningom höjdes över havet för närmare 10 000 år sedan och de tidiga pionjärväxterna vartefter bildade organiska sediment och det som vi nu påvisar som markens organiska substans. Väldränerade mullrika lerjordar är vad vi kan kalla bördiga jordar. Vi återfinner dessa jordar i slättbygdsområden i södra Sverige och i Mälardalens slättbygdsområden. K-försöket i Järna låg på en sådan jord, på Järnaslätten vid en åbrink till en å, Saltå ån som slutligen mynnar ut i Östersjön. Begränsande faktor här är att försöksplatsen här ligger inom ett område med försommartorka vilket missgynnar vårsådda grödor. Utöver de naturgivna förutsättningarna är odlingshistorien är viktig. Och odlaren kan inom vissa ramar förändra markens bördighetsegenskaper, detta gäller särskilt den organiska substansen i marken. Jordarna i Järna drevs konventionellt under en del av 1900- men flera större gårdar började läggas om till biodynamisk odling under 1960 talet.

K-försöket hade till uppgift att framförallt att jämföra kvaliteten hos produkterna som fått olika gödsling, och att utveckla kvalitetstestmetoder för att undersöka detta (K för kvalitet). Försöket saknade upprepningar, som i viss mån kompenserades av den långa försökstiden, vilket gjorde det möjligt att följa de olika gödslingssystemens betydelse för utvecklingen av markens bördighetsegenskaper, produkternas kvalitet och produktiviteten. Avsaknaden av upprepningar innebär att det inte kan avgöras huruvida eventuella skillnader i de ursprungliga markegenskaperna kan ha påverkat resultaten.

För att få en mer fullständig bild av jämförelserna mellan de olika odlingssystemen, så måste man även beakta resultaten från de ytterligare försök vilka startade år 1971 på två försöksplatser och som kompletterade K-försöket. Här fanns de erforderliga upprepningarna inom försöksplanerna vilket erfordras för att kunna göra statistiska analyser. Detta ledde fram till den tidigare nämnda Sveriges första doktorsavhandling med jämförelser mellan biodynamisk och konventionell odling.

Biodynamiskt, ekologiskt och konventionellt

Växtföljden i K-försöket

I biodynamisk odling (jordbruk och tillhörande trädgårdsodling) – eftersträvas att odla utan tillförsel av resurser utifrån och att långsiktigt förädla mark och grödor, så att de ger såväl större skördar, som en högre kvalitet på produkterna. Detta förverkligas med hjälp av (A) *växtföljden*, där de kvävesamlande baljväxterna utgör en viktig del, samt genom (B) *kretsloppet,* med djurgödsel.

Kretsloppsprincipen innebär att det inte endast räcker med en bra växtföljd, det behövs också en, till den egna foderodlingen, anpassad djurhållning, vars gödsel möjliggör att merparten av den hos grödorna upptagna växtnäringen återförs till marken. Till detta kommer (C) användandet av de *biodynamiska preparaten,* som ett ytterligare kvalitetshöjande medel. Växtföljden var i K-försöket gemensam för samtliga åtta behandlingsled, medan det som här jämfördes var de olika gödslingsbehandlingarna: de ekologiska, de konventionella och de biodynamiska behandlingarna.

Växtföljderna, som vi känner till dem, är relativt sena företeelser, vilka växte fram ur det tidigare, mera naturanpassade slåtterjordbruket, där kulturlandskapet dominerades av ängsmarker som aldrig plöjdes. På ängarna skördades det stora mängder hö, som sedan skulle räcka till foder till djuren under de långa vinterperioderna.

Av djuren erhöll man, utöver mjölk och kött, den gödsel som lades ut på åkrarna. Detta möjliggjorde odlandet av näringskrävande livsmedelsgrödor såsom brödsäd och rotfrukter. Ängsmarken var åkerns moder. Det var där resurserna skapades genom naturligt förekommande kvävesamlande växter, mångfalden av örter och gräs och även mer djuprotade buskar och örter, som kunde hämta upp mineraler djupare ned i marken. I boken *Morgondagens jordbruk* beskrivs detta mer ingående, om hur man slutligen lärde sig att odla vallbaljväxter såsom klöver och lusern i en ordnad växtföljd, vilket gav flerdubblade skördar, jämfört med de tidigare, icke upplöjda, naturmarksängarna. Med dessa växtföljders införande så bemästrades den betydande befolkningsökningen under 1700- och 1800-talet i Europa, och senare även här i Norden.

Växtföljderna utvecklades till nära nog fulländning, med en anpassning till olika jordarter och klimatförhållanden, fram till mitten av 1900-talet, och kunskapen om dessa växtföljder var huvudämnet i de tidigare stora antalet lantmannaskolor i landet, samt även en betydande rådgivningsverksamhet. Växtföljderna var välanpassade – för ogräsreglering, för växtskydd, och även för djurhållningen, avseende antal djur och djurslag. Dessa förhållanden försvann allt mer, då mineralgödselanvändningen ökade efter andra världskriget.

Den tidigare, över hela jordbruket fördelade djurhållningen, koncentrerades till allt färre, men allt mer intensivt drivna djurgårdar. Detta för att tillgodose en ökande konsumtion och efterfrågan på allt mer, men också allt billigare djurprodukter. Det här har lett fram till att den struktur som tidigare utvecklats i jordbruket bröts sönder och blev till dagens specialiserade och resurskrävande odlingsformer. Inför framtidens jordbruk, då vi återigen måste lära oss att överleva på jordens förnyelsebara resurser, så måste den tidigare erhållna kunskapen återerövras och föras vidare igen.

En bra växtföljd är uppbyggd av tre, från varandra avvikande grundtyper av grödor.

d) Hackgrödor, som innebär att jorden bearbetas, såsom odling av rotfrukter, grönsaker och potatis. (”Tärande” grödor)
e) Sädesgrödor och likartade grödor, (brödsäd, fodersäd, lin, oljeväxter och gräs, ”tärande”)
f) Kvävesamlande baljväxter, såsom klöver, lusern, men även ärter och bönor. (”Närande”)

Växtföljden är ofta minst fem- eller sexårig, där grundtyperna a), b) och c) ingår. Vissa växter, såsom ärter och kålväxter, bör ej återkomma tätare än var sjunde år, detta för att undvika växtsjukdomar. För all ekologisk odling gäller grundregeln, att minst en tredjedel av växtföljden omfattar fleråriga baljväxtvallgrödor, såsom klöver eller lusern.

Baljväxtsymbiosen tillför det kväve som de så kallade tärande grödorna behöver. Dels direkt genom förfuktsverkan, eller indirekt som gödsel via djurhållningen. Och dels för underhåll och uppbyggnad av markens humuskapital, i såväl matjorden som i alven. Det är önskvärt att vallodling till foder eller som gröngödsling, återinföres på all åkermark, för att stoppa den utarmning som nu sker av markens humuskapital i områden med en ensidig spannmålsodling.

Hackgrödor förekommer numera mer sällan i lantbruksväxtföljder, men kan då vara ersatt av en halvträda, t ex efter vallbrott, för att sanera för särskilt rotogräs, som kräver en mer kraftig, återkommande jordbearbetning i odlingssystem utan kemiska bekämpningsmedel. Radhackning även i strå-säd är emellertid något som förekommer vid ekologisk odling i andra länder, och som nu med ny teknik antagligen kommer att införas i en större omfattning i allt jordbruk, för att undvika kemisk ogräsbekämpning.

K-försökets växtföljd innefattade alla de här nämnda grundelementen, den var gynnsam för samtliga de åtta behandlingarna, och bör därför betraktas som ett gödslingsförsök. I ett konventionellt jordbruk så drivs flertalet jordbruk utan vallodling, och de förekommande vallarna är mer gräsdominerade och gödslas med mineralgödsel. Den ökande förekomsten av hästar för fritidsaktiviteter, har emellertid bidragit till en ökad, men gräsdominerad vallodling.

Försöksfrågan [30]

Fältförsöket 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.

Men alltmer medan det pågick så lång tid kunde det besvara frågan om de långsiktiga effekten av biodynamisk odling för markens bördighet, långsiktiga produktionsförmåga och verkan på produkternas kvalitet.

Det slutliga försöksupplägget kom att omfatta 8 olika gödslingsvarianter med vardera fyra grödor. Parcellstorleken för varje enskilt försök (växt-/gödsel-variant) var 36 m^2. Under den långa tid som det pågick tjänade det också rollen som ett demonstrationsförsök för biodynamisk odling jämfört med vad som i dag kallas ekologisk odling och konventionell odling visserligen utan kemiska bekämpningsmedel.

Försöksplatsen och odlingsbetingelser

Försöksplatsen var väl representativ för östra Mellansverige, med en jord bestående av jordarten mullhaltig mellanlera (halten lera var här 22–33 %, mjäla mellan 60–66 %, och mullhalten mellan 4–5 % vid försökstarten). Under hela försökstiden följdes klimatbetingelserna i form av temperatur och nederbörd från en egen manuellt hanterad klimatstation i anslutning till försöksplatsen. Just Järna-

regionen ligger i ett nederbördsfattigt område och som vissa år förvårar odlingen av vårsäd när marken torkar upp för snabbt i det översta markskiktet innan rötterna hinner tränga ned.

Växtföljd och gödslingsbehandlingar

Samma växtföljd tillämpades i hela försöket. Växtföljden var fyraårig och omfattade
- vårvete med insådd
- ettårig vall
- potatis
- betor

Försöket bestod av åtta behandlingsled med olika gödslingsbehandlingar K1–K8 (tabell 1). Ledet K1 representerade en fullt genomförd biodynamisk odling enligt de rekommendationer som finns,[39] med kompostering och användning av båda fältpreparaten som rörs ut i vatten, horngödsel (preparat 500) som sprutas ut över åkern på våren och hornkisel (preparat 501) som sprutas ut vid grödornas mognadstadium, samt en användning av olika kompostpreparat. I K2 var det endast kompostpreparaten som användes. Leden K6–K8 utgjordes av olika nivåer av mineralgödsling, K4 var ett blandat system med både mineralisk och organisk gödsling, medan K 5 var hel obehandlat. Av tabellen framgår de genomsnittliga totalmängderna av växtnäringsämnen av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K), som tillfördes per ha och år under hela försökstiden. Ingen kemisk bekämpning förekom i försöket.

Alla grödor odlades alla år i alla behandlingsled, så totalt blev det 32 rutor.

Tabell 1. Gödslingar och behandlingar i K-försöket åren 1958–1990.

Behand-lings-led	Gödselbehandlingar	Tillförsel av växtnäring kg/ha & år (Medelvärden åren: 1958–1989)		
		N	**P**	**K**
K 1	Komposterad stallgödsel + BD preparat 500–507 (= fältpreparaten och kompostpreparaten)	82	38	76
K 2	Komposterad stallgödsel + BD preparat 502–507 (= endast kompostpreparaten)	82	38	76
K 3	Obehandlad färsk stallgödsel	95	30	91
K 4	Obehandlad färsk stallgödsel + mineralgödsel	63	28	66
K 5	Ingen gödsel	0	0	0

[39] http://www.demeter.nu/index.php?id=17

K 6	Mineralgödsel låg	29	19	41
K 7	Mineralgödsel medel	59	36	81
K 8	Mineralgödsel hög	117	36	81

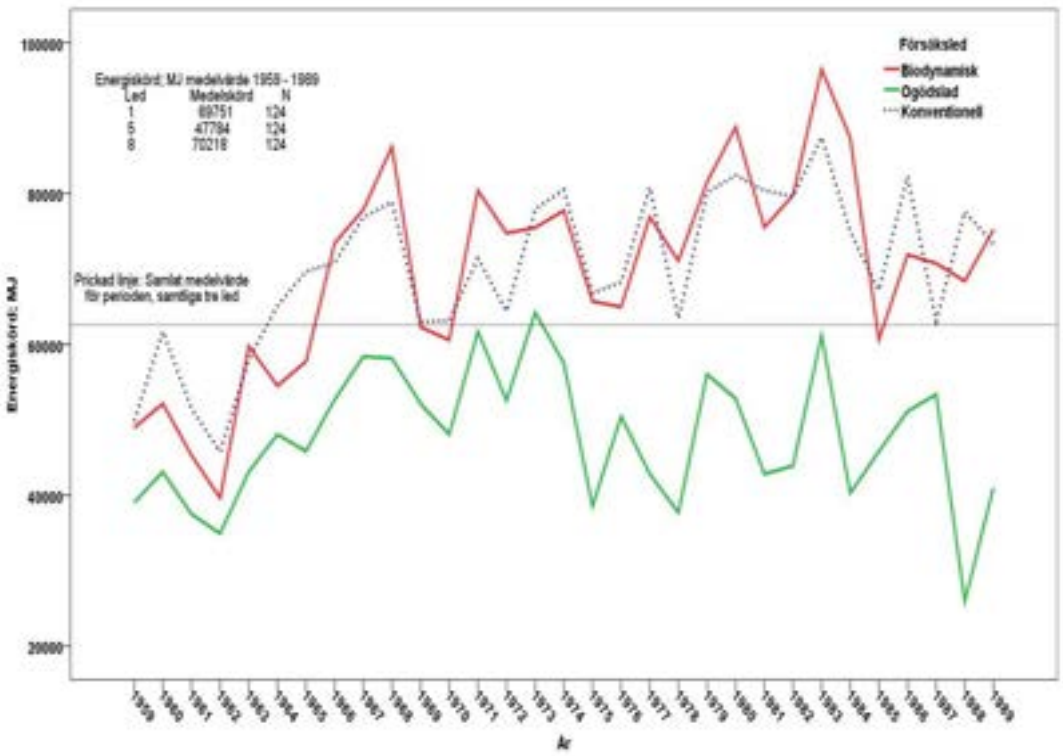
Undersökningarna omfattad fastställelse av skördarnas storlek, olika kvalitetsegenskaper hos grödorna samt undersökningar av markens fysikaliska, kemiska och biologiska egenskaper. Av särskilt intresse var studier av de förändringar av skördar och egenskaper hos grödorna och marken som kunde följas under den långa försökstiden.

K-försökets upplägg med växtföljd och gödsling för de organiskt gödslade försöksleden kunde anses motsvara ett mer småskaligt jordbruk. Nordisk forskningsring bestod på den tiden av många biodynamiska odlare från de nordiska länderna med sammankomster två gånger om året, en i Sverige och en i någon av de andra Nordiska länderna. Resultaten från försöken redovisades årligen i form av skriftliga rapporter till forskningsringens medlemmar, som diskuterades vid mötena i Nordisk Forskningsring innan resultaten senare blev publicerade i Forskningsringens publikationsserie som kallades Meddelanden från Nordisk Forskningsring.

RESULTAT

Skördarnas storlek under försökstiden

Figur 9 visar skördeutvecklingen omräknad till energienheter (MJ/ha = Megajoule per ha). Underförsökstiden steg skördarna betydligt i samtliga led utom i det helt ogödslade ledet. Detta kan sättas i samband med växtföljden med vall, vilket upprätthöll mullhalterna i samtliga led. En stegring av mullhalterna skedde enbart i de organiska försöksleden, och detta bör också ses som förklaringen till att skördarna ökade mer i de organiskt gödslade leden.



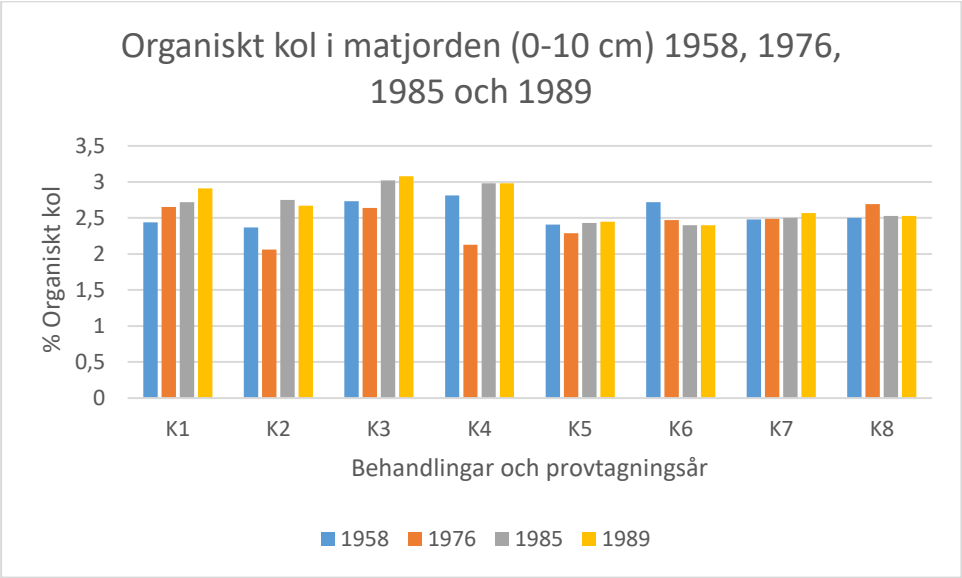
Figur 9. Energiskördarna MJ/ha och år, i biodynamisk (K1) och konventionell odling (K8) samt i det helt ogödslade (K5) behandlingsledet, under försökstiden åren 1958 till 1990.

I försöksledet K1 uppnåddes efter 10 år samma produktionsnivå som i det konventionellt gödslade försöksledet. Tillförsel av kväve var 30 kg lägre per ha och tillförsel skedde i organisk bundenform. Fortsatta undersökningar visade hur det långsiktigt vara markens egen organiska substans och därav förmåga att frigöra växtnäring som här ökade i de organiskt gödslade behandlingsleden och som slutligen gav utslag i form av en ökande skördar.

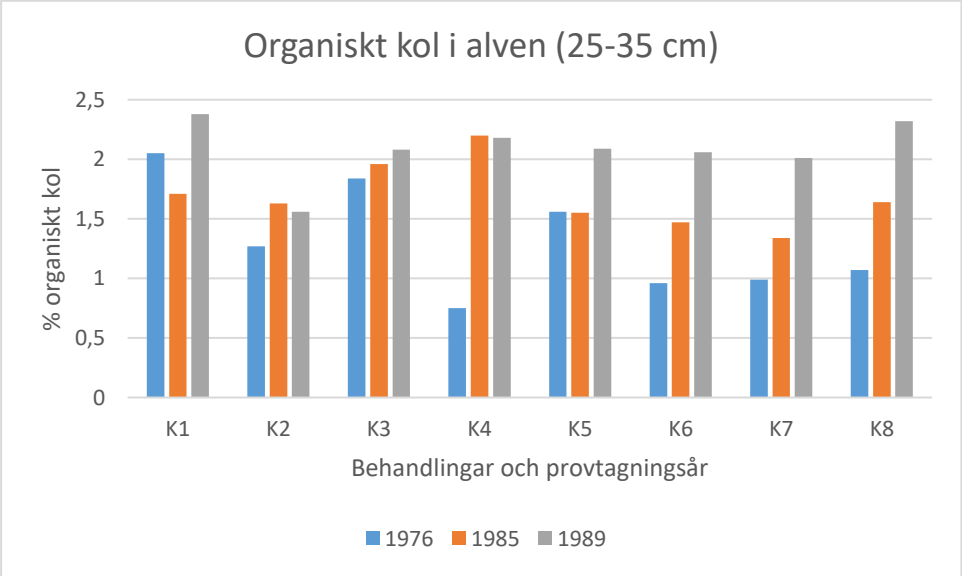
Tabell 2. Genomsnittsskördarna (deciton per ha) av samtliga grödor 1958–1989.

Försöksyta	Vårvete	Vall	Potatis	Betor	Betblast
K1	32,7	96,1	362	467	363
K2	29,8	96,6	355	451	362
K3	32,6	99,3	352	475	355
K4	32,6	93,5	365	450	365
K5	24,9	84,4	287	213	192
K6	30,2	86,4	343	363	295
K7	33,1	81,1	370	456	344
K8	32,8	82,7	363	491	454
Medelvärde	31,1	90,0	349	421	341

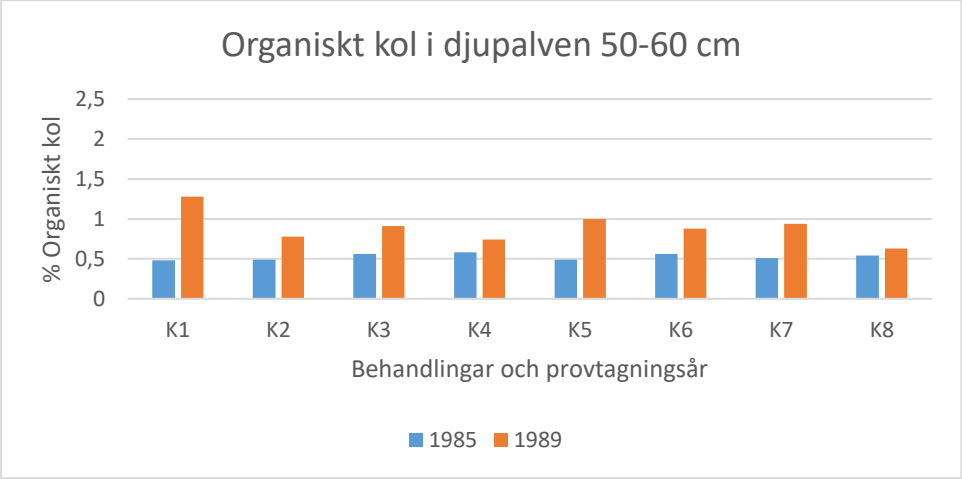
Ökning av den organiska substansen i marken



Figur 10 a Uppmätta halter av organiskt kol i matjorden (0-10 cm) 1958, 1976, 1985 och 1989 i K-försökets behandlingsled K1 till K8.



Figur 10 b Uppmätta halter av organiskt kol i alven (25-35 cm) 1976, 1985 och 1989 i K-försökets behandlingsled K1 till K8.



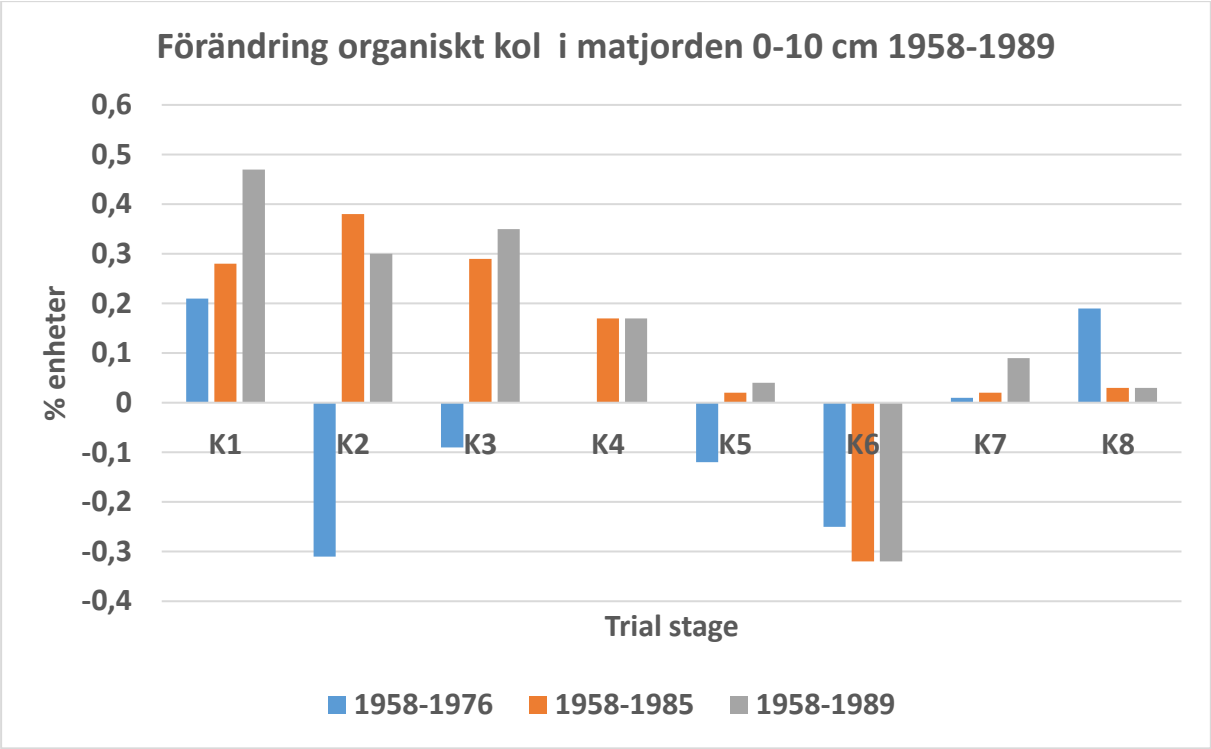
Figur 10 c Uppmätta halter av organiskt kol i djupalven (0-10 cm) 1985 och 1989 i K-försökets behandlingsled K1 till K8.

Mängden organisk substans i marken undersöktes i K- försöket genom provtagning och analys av mängden organiskt kol. Provtagningarna genomfördes vid fyra tillfällen, vid försökets start år 1958 samt åren 1976, 1985 och 1989 (figur 10 a, b och c). De första åren gjordes provtagningar endast i matjorden (10 a, marknivån 0-10 cm). Från år 1976 togs prov även i alven (10b, marknivån 25-35 cm) och åren 1980 och 1985 också djupare ned i alven (10c, marknivån 50-60 cm)). Differensen mellan de ursprungliga värdena vid försökets början och de slutliga värdena visar ökningen av den organiska substansen.

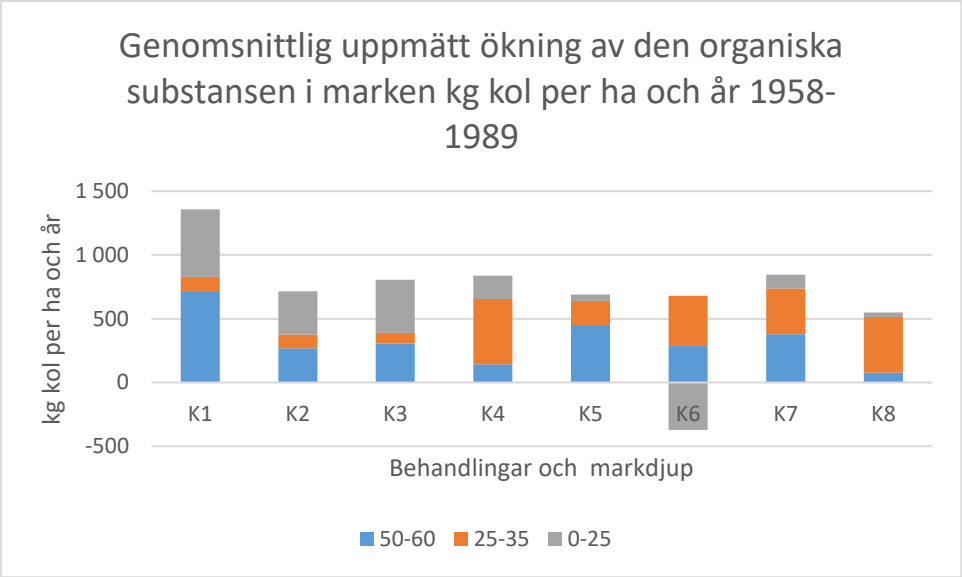
Den organiska substansen i matjorden ökade i de organiskt gödslade försöksleden och det motsatta med sjunkande värden i de mineraliskt gödslade leden K 6 till K8 (figur 11). Denna skillnad mellan organisk och mineralisk gödsling utjämnas i alven där det mot slutet av försökstiden åren 1979 till 89 skedde en betydande ökning av markens organiska substans även i de mineraliskt gödslade leden samt slutligen även i det helt ogödslade ledet K5. Detta kan tillskrives den uppbyggnad som sker i marken från omsatta skörderester och rötter från den fleråriga vallen som etablerades som insådd i vårvete och som utvecklades vidare som helårsgröda året därpå i samtliga behandlingsled. De sista försöksåren undersöktes även mullhalterna djupare ned i alven (50-60 cm) och där ökade den organiska substansen mest i det biodynamiska behandlingsledet K1 (figur 10 c).

Baserat på markens volymvikt i matjord och alv och förändringarna av den organiska substansen mellan provtagningsåren har den genomsnittliga koluppbyggnaden beräknats för de 31 åren (figur 12). En mer fullständig provtagning även i alven i början av försökstiden hade troligtvis kunnat visa en ännu högre uppbyggnad än vad som här framgår.

Skördeökningarna från år 1958 fram till år 1989 kan sättas i samband med den mullhaltsökning och de därmed förbundna, och i försöket uppmätta, ökande bördighetsegenskaperna under försökstiden (figur 10).



Figur 11. Förändring av mängden organisk substans i matjorden (0-10 cm) under 31 år uppmätt som organiskt kol. Ökningen var högst i de organiskt gödslade behandlingarna. I det biodynamiska ledet K1var ökningen störst från 2,44 % till 2,91 % kol. Humusuppbyggnaden innebar både en ökad bördighet och bindning av organiskt kol i marken.[40]



Figur 12. Den beräknade genomsnittliga årliga ökningen av organiskt kol i marken i matjord och alven. Ökningen i matjorden var högst i de organiskt gödslade leden medan den var högre i alven i

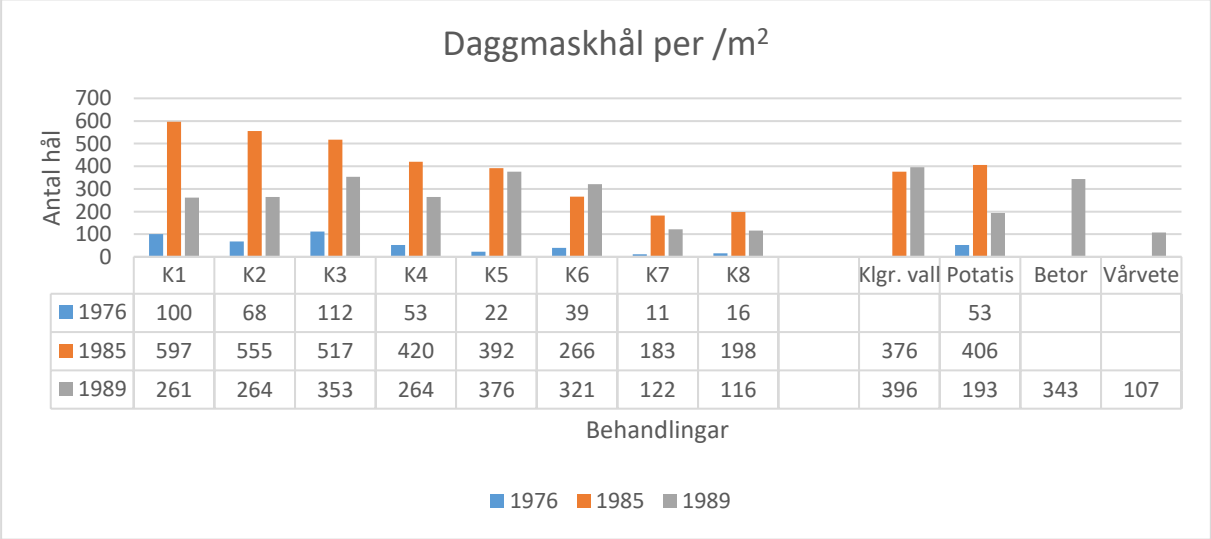
[40] Granstedt, A. and L., Kjellenberg, 2008. *Organic and biodynamic cultivation – a possible way of increasing humus capital, improving soil fertility and be a significant carbon sink in Nordic conditions.* The Second Scientific ISOFAR Conference in Modena 18-20 June 2008.

det ogödslade ledet K5 och i det mineraliskt gödslade leden K6 och K7 . Den högsta uppbyggnaden av organisk substans i både matjord och alv var i det biodynamiska ledet K1.

Betydelsen av organisk gödsling på markens bördighet

Den organiska substansen (mullhalten) i matjorden ökade framför allt i de organiskt gödslade behandlingsleden. Vallen i växtföljden innebar att mullhalten under den långa försökstiden ökade även djupare ned i marken, och slutligen även i de mineraliskt gödslade leden och även i det helt ogödslade försöksledet K5. Mineralgödsel tillför inga så kallade mullråämnen direkt till marken utan endast i en mer begränsad omfattning indirekt via den organiska substans som byggs upp.

Skillnaden mellan de organiskt gödslade behandlingarna, och de mineraliskt gödslade, framgick också tydligt vid de återkommande bestämningarna av daggmaskförekomsten och deras aktivitet (figur 13). Tillförseln utav organisk gödsling innebär näring för de levde organismerna i marken vars ämnesomsättning i sin tur frigör de näringsämnen som växterna behöver och i form som växterna kan taga upp. Detta kan undersökas på flera sätt. En tydlig indikator är förekomsten av daggmaskar som är det första ledet av de nedbrytande organismerna i marken och vars antal och aktivitet man kan studera på flera sätt och som här undersöktes genom att räkna antalet daggmaskhål. Daggmaskförekomsten i form av antalet hål per kvadratmeter var i genomsnitt tre gånger så hög i de organiskt gödslade leden K1, K2 och K3, i jämförelse med de mineraliskt gödslade leden, K7 och K8 (figur 13). I markundersökningarna ingick också analys av markbiologiska egenskaper form av markandning och enzymaktivitet. Vid nedbrytningen av organisk substans frigöres koldioxid från tillförda organiska gödselmedel samt från markens egna organiska substans och det finns flera metoder att mäta detta. Mikroorganismerna avger även enzymer som bidrar till nedbrytningen vars förekomst också kan användas som indikatorer på hög biologisk aktivitet. Det var här också intressant att också konstatera den högre förekomst av maskaktiviteten i vallgrödorna jämfört i stråsäd (Figur 13). I de senare gjorda försök som kommer redovisas har vi också grävt upp jord i olika markskikt och vägt daggmaskarna inom en avgränsad yta, vilket visade sig styrka dessa resultat



	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8		Klgr. vall	Potatis	Betor	Vårvete
1976	100	68	112	53	22	39	11	16			53		
1985	597	555	517	420	392	266	183	198		376	406		
1989	261	264	353	264	376	321	122	116		396	193	343	107

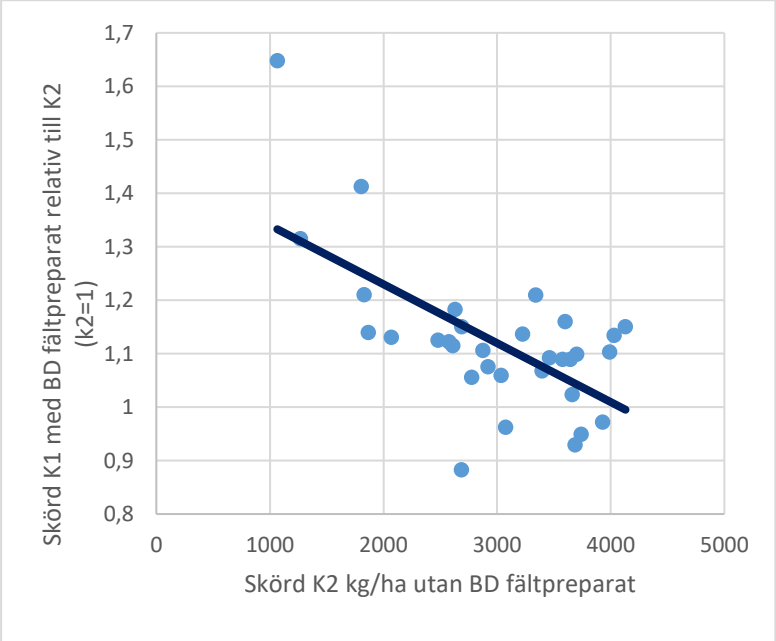
Figur 13. Daggmaskhål per m^2 i behandlindlingarna K1 - K8 samt medelvärden för de fyra grödtyperna i försöket.

Verkan av biodynamiska preparat på skördar och markbyggnad

Vad gäller skördeutvecklingen under försökstiden så var veteskördarna i K1 i genomsnitt 10 % högre i de med samtliga biodynamiska preparaten behandlade leden, i jämförelse med K2. Detta gällde även för halmskördarna. Däremot var variationen mellan åren stor och här verkar preparaten ha verkat utjämnande. Den relativa merskörden i K1 (full biodynamisk behandling) Jämfört med K2 var högre vid låga skördenivåer för K2 utan behandling med biodynamiska fältpreparat (figur 14).

Merskörd och markbyggnad med biodynamiska fältpreparat relaterat till aktuell skördenivå utan behandling

K-försöket i Järna 1958–1989



Figur 14. Analys av sambandet mellan skördenivå och användning av de biodynamiska fältpreparaten i K-försöket. Användningen av de biodynamiska fältpreparaten (K1) gav från åren 1958–1989 i genomsnitt 10 % högre skördar av vårvete (både kärna och halm), jämfört med utan användning (K2) vid i övrigt likvärdiga förhållanden. Det var en merskörd vid låga skördenivåer även i samtliga de övriga tre grödorna i den fyraåriga växtföljden.

Sambandet med högre skördar i K1 i jämförelse med K2, vid år med låga skördenivåer, gällde också konsekvent för de övriga grödorna betor, potatis och förstaårsskörd av vall i K-försöket (Kjellenberg & Granstedt 1998[30]). Motsvarande reglerande verkan av behandlingarna med biodynamiska

preparat, påvisades i stallgödselförsöket på Skilleby år 1991–1997[41] samt från vetenskapligt rapporterade studier av ett stort antal försöksresultat vid det biodynamiska forskningsinstitutet i Darmstadt, Tyskland . [42]

Sammanställningarna visar att vid extremt höga skördenivåer så kan skördarna däremot bli lägre, än i behandlingsled utan biodynamiska preparat, medan kvalitetsegenskaper som normalt försämras vid alltför höga skördenivåer, i stället blir högre då preparaten användes. Det har av forskarna tolkats så att här en fråga om reglerande egenskaper, vars verkningar alltså inte är entydigt kausala, såsom med kemiska medel, där man kan identifiera orsak och verkan. Försöksresultaten tyder på att preparatverkan gäller vid användning av samtliga biodynamiska preparat tillsammans. Det vill säga både kompostpreparaten och fältpreparaten. Detta kommer belysas mera, med resultat även från andra undersökningar i kommande avsnitt.

Skördeskillnaderna mellan konventionell och biodynamisk odling visade sig i dessa försök vara under tio procent, och statistiskt säkra resultat visade högre kvalitet vad gällde egenskaper som proteinets sammansättning (andelen essentiella aminosyror i brödsäd och även potatis), högre näringsvärden, lägre nitrathalt och bättre lagringsduglighet. Multivarierad statistik kunde senare bekräfta, att biodynamiskt odlade led under alla år, uppvisade en bättre kvalitet, än motsvarande led som odlats konventionellt.

SAMARBETET MELLAN DEN BIODYNAMISKA FORSKNINGEN OCH DEN DÅVARANDE LANTBRUKSHÖGSKOLAN, INLEDS MED GEMENSAMMA FÄLTFÖRSÖK

Erfarenheterna och resultaten från K-försöket, låg till grund för att försökets finansiär, Ekhagastiftelsen, föreslog en utvidgning av arbetet i samarbete mellan dåvarande lantbrukshögskolan vid Ultuna utanför Uppsala (nuvarande Sveriges Lantbruksuniversitet) och Nordisk forskningsrings institut i Järna. Ett gemensamt försöksarbete startade, här benämnt UJ-försöket. Detta ledde fram till den första doktorsavhandlingen i Sverige, med jämförande studier av biodynamisk och konventionell odling[43] samt till en slutrapport, sammanställd av försöksarbetets upphovsman, Bo D. Pettersson . [44] Bo Petterson skrev i förordet till sin slutrapport: ”Man kan drivas att odla jorden på olika sätt utifrån skilda motiv. Men oavsett vilka motiv som driver en odlare till vissa åtgärder, står han ändock en dag ansikte mot ansikte med den biologiska verkligheten, som är den skörd han kunnat utvinna ur jorden, dess mängd och halt. I den möter han korrektur på sina tankar och idéer”.

De resultat som här framkom, ledde till ett genombrott för det som i dag kallas för ekologisk odling och till en fortsatt samverkan.

---

[41] Granstedt, A. 2000. *Stallgödselanvändning i ekologisk odling, med hänsyn till hushållning med växtnäringsämnen och produktion i ekologisk odling*. Ekologiskt Lantbruk 26. Swedish University of agricultural Sciences. Sveriges Lantbruksuniversitet SLU.

[42] Raupp, J. and , U. J. König1996. *Biodynamic preparations cause opposite yield, effects depending on Yield Levels.* Biological Agriculture and Horiculture. Vol 13. 175-188.

[43] Dlouhý J. 1981. *Alternativa odlingsformer, växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling*. Uppsala: Institutionen för växtodling. Sveriges Lantbruksuniversitet; 91.

[44] Pettersson B. D. 1982. *Konventionell och Biodynamisk odling. Jämförande försök Mellan två odlingssystem* [Conventional and biodynamic farming; comparative studies of two cultivation systems]. Järna: Nordisk Forskningsring. Meddelande; 32.

Försöksplan utarbetas

Samarbetet inleddes med att en gemensam försöksplan utarbetades. Syftet var att jämföra avkastningen i form av skördar och kvalité på odlingsprodukter från konventionell odling (A) och biodynamisk odling (B). Försöksplanen gjorde det även möjligt att jämföra hur markens biologiska egenskaper utvecklades i respektive odlingssystem. Två parallella försök efter samma plan startade år 1971, ett i Ultuna utanför Uppsala som pågick i sex år och ett i Järna som pågick ytterligare tre år fram till år 1979.

Faktorer som jordbearbetning, sortval, tidpunkter för olika åtgärder, hölls så lika som möjligt i de båda odlingsformerna. Det som skilde var användningen av mineraliska gödselmedel och kemiska bekämpningsmedel i konventionell odling, respektive organisk gödsling, samt användningen av de biodynamiska preparaten i biodynamisk odling.

Två växtföljder studerades i respektive odlingsform, så att det förelåg fyra kombinationer mellan respektive odlingsform och växtföljd:

A1. Konventionellt system med växtföljd: potatis – vårvete – *korn*

A2. Konventionellt system med växtföljd: potatis – vårvete - *vall*

B1. Biodynamiska behandlingar med växtföljd: potatis – vårvete – *korn*

B2. Biodynamiskt system med växtföljd: potatis – vårvete - *vall*

Växtföljden utan vall, A1, motsvarade konventionell odling utan djurhållning och B2 motsvarade biodynamisk odling, såväl vad beträffar gödsling och växtföljd.

Dessa försök med jämförelser mellan biodynamisk och konventionell odling med två olika växtföljder och med fyra upprepningar, löpte parallellt med K-försöket under åren 1971 och 1979. Detta innebar att här gavs en möjlighet till den statistiska säkerställningen av materialet, vilket saknades i K-försöket, samt att reproducerbarheten kunde prövas, man kunde här alltså uttala sig om med vilken säkerhet resultaten inte var tillfälliga eller beroende av andra faktorer som kan variera inom en försöksyta, såsom jordarter och ursprungliga tillstånd i marken, och om förekommande skillnader mellan odlingsmetoderna är upprepbara och kan gälla för flera försöksplatser.

Fältförsök har sina begränsningar, situationen är betydligt mer komplex inom en hel gård, där man kan ha både växtodling och djurhållning, längre växtföljder och även omgivande betesmarker. Bo Pettersson framhöll i sin slutrapport: ”Vad man har möjlighet att studera i fältförsök är emellertid inte hela odlingssystem utan bara delar därav”. Detta är något vi försökt ändra på i senare genomförda gårdsbaserade försök.

Tabell 3. Växtföljd och gödslingsplan i UJ-försöket i Järna, åren1971-1979.

KONVENTIONELL ODLING Mineralgödsel och kemiska bekämpningsmedel		**BIODYNAMISK ODLING Organisk gödsling och biodynamiska preparat**	
Växtföljd A1	Tillförd växtnäring kg per ha och år	**Växtföljd B1**	Tillförd växtnäring kg per ha och år [1)]

	N	P	K
Korn	80	20	35
Potatis	120	100	265
Vårvete	80	20	35
Växtföljd A2			
Vall			
Potatis	100	80	225
Vårvete	40	30	50

	N	P	K
Korn	60	50	55
Potatis	100	65	95
Vårvete	50	30	45
Växtföljd B2			
Vall			
Potatis	120	80	110
Vårvete	70	60	65

1) Värdena är analyserade mängder av de s.k. makronäringsämnena kväve (N), fosfor (P) och kalium (K), i de använda mineraliska, respektive organiska gödselmedlen i försöken, här omräknade till kg per ha. De använda mängderna organiska gödselmedel, motsvarar den mängd organisk gödsel som en djurhållning baserad på odlingsprodukterna, kan producera för recirkulering tillbaka till marken, inom respektive växtföljd.

Resultat potatis

Överensstämmelsen mellan försöksplatsernas resultat var mycket god trots de skillnader som fans mellan försöksplatserna vad gäller jordar och klimat. Skörden av potatis var i biodynamisk odling i genomsnitt 20 % lägre i Järnaförsöket och 18 % lägre i Ultuna (justerat till 20 % torrsubstans), jämfört med konventionell odling under respektive försöksperiod. Skillnaderna i skörd utjämnades nästan helt efter lagring, som en följd av den biodynamiska potatisens visade sig ha bättre lagringsduglighet.

Skördarna och de skillnader som framkom beträffande olika kvalitetsegenskaper framgår av tabell 4. Korn som förfrukt visade sig ge generellt bättre kvalitet, både i konventionell odling men med tydliga skillnader vad gäller kvalitetsegenskaper till förmån för biodynamisk odling. Här återges emellertid resultaten från växtföljd 2 (A2 och B2) med vall som förfrukt i både konventionell och biodynamisk odling, då vall i växtföljden motsvarar vad som gäller för biodynamisk odling i försöket.

Tabell 4. UJ-försöket. Potatis åren: 1971–1979

	Konventionell odling A2	Biodynamisk odling B2	Relativtal för B2 (A2 = 100)
Skörd i fält, ton/ha	37,6	31,0	82**
Torrsubstans (TS), %	20,4	21,6	106***

Lagringsförlust, okt-april	28,0	22,0	79(*)
Återstod skörd i april ton	27,7 (20 % ts)	26,3 (20 ts)	95
Råprotein, % av ts	9,9	8,2	83***
Renprotein, % av råprotein	60,2	62,1	103(*)
EAA-index	63,8	66,6	104
Askorbinsyra	15,4	17,3	112***
Mörkfärgning	23,0	20,8	90**
Extrakt sönderfall	26,9	22,7	84**
Smakpoäng, april	2,5	2,8	112(*)
Kokfel	6,8	3,2	47(*)
Kristallisation, felenheter	5,9	5,0	85(***)

Lagringsförlusterna var i genomsnitt 21 % lägre i biodynamisk odling. Råprotein mätt som totalkväve-innehåll, var högre i den konventionella odlingen. Däremot så var kvaliteten på proteinet högre i den biodynamiska odlingen. Proteinkvaliteten bestämdes genom att mäta andelen renprotein[45], andelen essentiella aminosyror och EAA-index[46].

Egenskaper som C-vitaminhalt, extraktsönderfall, mörkfärgning, smak, kokfel [47] och felenheter vid biokristallisation[48], visade alla bättre värden för den biodynamiska odlingen.

Samtliga här angivna resultat från de olika systemen är statistiskt säkerställda. Stjärnorna vid relativ-talet anger graden av statistisk säkerhet enligt sedvanlig metod, där *** betyder att sannolikheten för att ingen skillnad skulle föreligga är mindre än 1/1000, ** är mindre än 1/100, * är mindre än 5/100 och (*) mindre än 1/10. För närmare detaljer hänvisas till rapportens mera utförliga beskriv-ningar av respektive analysförfarande, vilket ligger till grund för de här angivna värdena, avsedda för att ge en vetenskapligt väl motiverad översikt. I nästa avsnitt diskuteras hur man kan förstå och tolka dessa resultat. Först skall vi se på de resultat som framkom beträffande vårvete. Vete är ju den gröda som ingår i vårt dagliga bröd.

Resultat vårvete

Industrialiseringen av jordbruket med dess specialisering, maskinanvändning, sortförädlingen och ökande användning av mineralgödsel och kemisk bekämpning tillskrevs stor betydelse för stadigt ökande skördar sedan 1950 talet. Särskilt de två sistnämnda faktorerna tillskrevs stor betydelse och var föremål för en omfattande försöksverksamhet under ledning av några av dåtidens pionjärer inom

[45] Med ren-protein avses mera fullvärdiga proteinformer än råprotein, vilka inkluderar även lågvärdiga kväveformer, såsom fria aminosyror. Vårdet för råprotein anger endast mängden kväveföreningar baserad på uppmätt mängd totalkväve gånger omräkningsfaktorn 6,25.

[46] EAA = Essentiella aminosyror som är de livsnödvändiga aminosyror vi måste få i födan, för att kunna bygga upp våra egna proteiner. EAA-indexet är relaterat till aminosyrasammansättningen i hönsägg, som har satts till hundra som referens.

[47] Smak och kokprov 1971-1976 utfördes av satens centrala frökontrollanstalt efter då gällande bestämmelser. Skala för potatissmak går från 1 (mycket dålig) till 4 (mycket gott). Vid kokning bedömdes sönderkokning, blötkokning och mörkfärgning av knölar och beräknades till ett ”kokfel” enligt de reglar som tillämpas av Svensk matpotatiskontroll (SMAK)för kvalitetsbedömning av Svensk potatis.

[48] Biokristallisation är en metod där ett tillsatt växtextrakt påverkar kopparkloridens utkristallisering på en glasplatta under kontrollerade förhållanden, en metod vars vetenskapliga grund kommer beskrivas närmare, ”felenheter” anger i vilken grad en kristallisationsbild har störningar på en tiogradig skala där 0 har inga och 10 har mycket störningar.

det då moderna jordbruket[49]. Därför emotsågs med stort intresse skörderesultaten från ett jordbruk som ej använde sig av dessa insatsmedel och som byggde på växtföljder och en integrering av växtodling och djurhållning som var allmänt rådande under senare 1800 talet och första halvan av 1900-talet. Därför väckte det viss uppmärksamhet när skörderesultaten uppvisade måttliga skillnader mellan biodynamisk och konventionell odling. Huvudsyftet var dock att uppmärksamma inte bara kvantitet utan odlingsprodukternas kvalitet vad gällde näringsvärde som ändå bör vara det övergripande målet för all odling. Angående vetets kvalitetsegenskaper så måste man skilja mellan bakningsteknologiska egenskaper och vetets värde för oss människor, som näring. Skördarna och halterna av råprotein, och andelen renprotein och proteinets biologiska värde, framgår av tabell 4.

Skördeskillnaderna mellan konventionell och biodynamisk odling var som synes måttliga. De var 12 % lägre i Ultuna och 6 % lägre i Järna för de biodynamiska försöksleden jämfört med konventionell odling. Såsom för potatisen i detta försök och i K-försöket, så var andelen renprotein av råproteinhalten högre i den biodynamiska odlingen.

Vid analys av proteinerna i procent av torrsubstansen (% av TS), så visade det sig att halterna av de för människor och enkelmagade djur livsnödvändiga essentiella aminosyrorna, vara högre i proteinet från biodynamisk odling och som därmed också innebar protein med högre *biologiskt värde* i alla försöken Däremot så var mängden råprotein lägre. Låga halter av råprotein kan vara negativ ur bakningssynpunkt, då det ger en lägre elasticitet åt degen vid jäsning och efterföljande bakning. Halterna var i dessa försök helt tillräckliga i den biodynamiska odlingen. Det biodynamiska vårvetet hade något bättre stärkelseegenskaper med bland annat bättre falltal,[50] på båda försöksplatserna.

Resultaten från UJ-försöket ska ses mot bakgrund av den begränsade försökstiden i jämförelse med den mycket långa försökstiden i K-försöket. Men även i UJ-försöket, så har det konstaterats klara trender vad gäller markens bördighetsegenskaper och därav beroende produktivitet (se nästa avsnitt). I UJ-försöket har inte olika typer organisk gödsling kunnat jämföras, jämförelsen är i stället mellan två odlingssystem som skiljer sig från varandra på ett grundläggande sätt. I gengäld så har tillräckligt många upprepningar kunnat göras för att resultaten skall vara statistiskt säkerställda. Samstämmigheten mellan resultaten från de tre försöken är mycket god och styrker ytterligare resultatens tillförlitlighet.

Tabell 5. UJ-försöket Ultuna åren 1971–1976. Resultat vårvete.

	Konventionell odling		Biodynamisk odling		Relativtal för B
	A1	A2	B1	B2	(A=100)
Skörd dt/ha	34,5	34,7	30,3	30,7	0,88
Råprotein i % av TS	16,7	15,5	14,4	14,6	0,90
EAA index (biol. värde)	53,3		54,6		1,02

Tabell 6. UJ-försöket Järna 1971–1979. Resultat vårvete.

	Konventionell odling	Biodynamisk odling	Relativtal för B

[49] Jansson, S.L. 1975. Bördighetsstudier för markvård. Försök i Malmöhus län 1957-74. Kungl. Skogs och Lantbruksakademiens tidskrift, Supplement 10

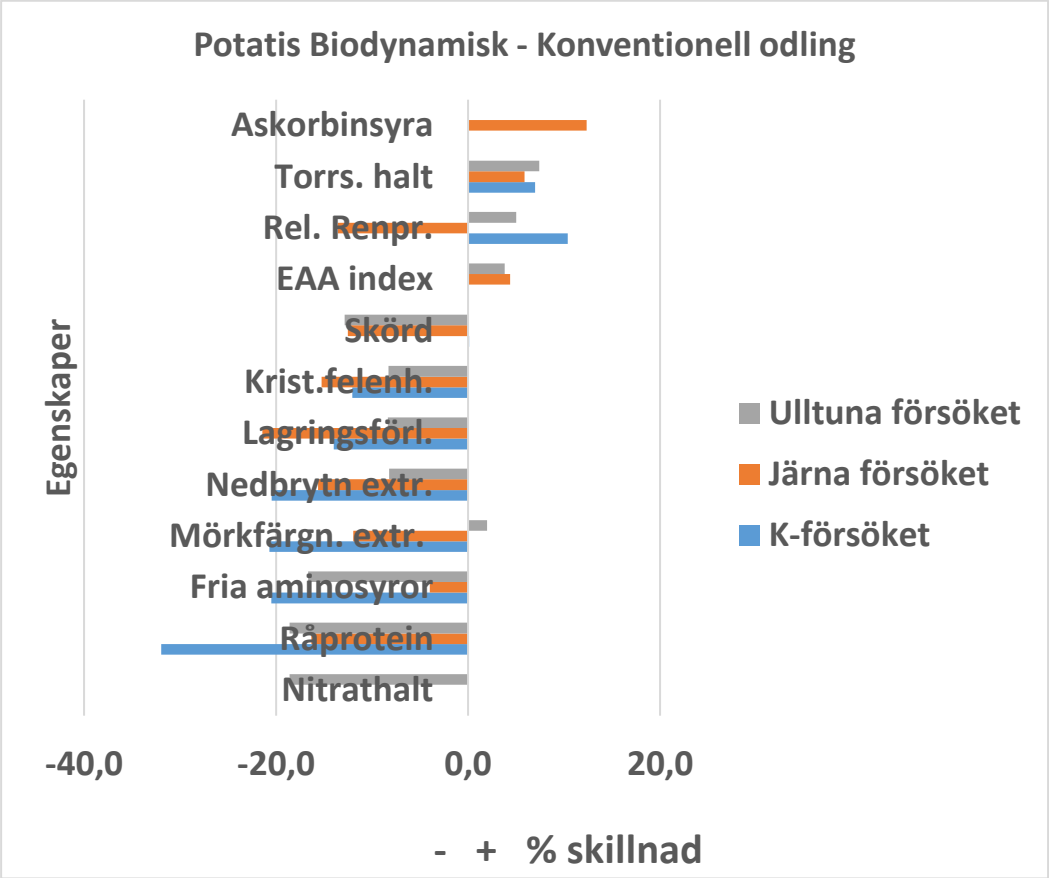
[50] Falltal är en standardiserad mätmetod som visar stärkelsens förklistringsegenskaper, vilken måste vara tillräckligt hög för att en god brödvolym skall kunna erhållas. Falltalet anger det antal sekunder som en speciellt utformad stav behöver för att falla en bestämd sträcka i en mjölkvattensuspension, som under omrörning uppvärmts till kokpunkten, med en uppvärmningstid på 60 sekunder.

	A1	A2	B1	B2	(A=100)
Skörd dt/ha	25,9	26,4	26,5	24,4	0,97
Råprotein i % av TS	15,7	15,1	12,7	13,5	0,85**
Renprotein i % av råpr.	87,5	87,9	88,5	90,0	1,02
EAA index (biol. värde)	54,7		57,0 [1)]		1,05***

1) Analyser av EAA index gjordes endast i A1 och B1 och inte i A2 och B2.

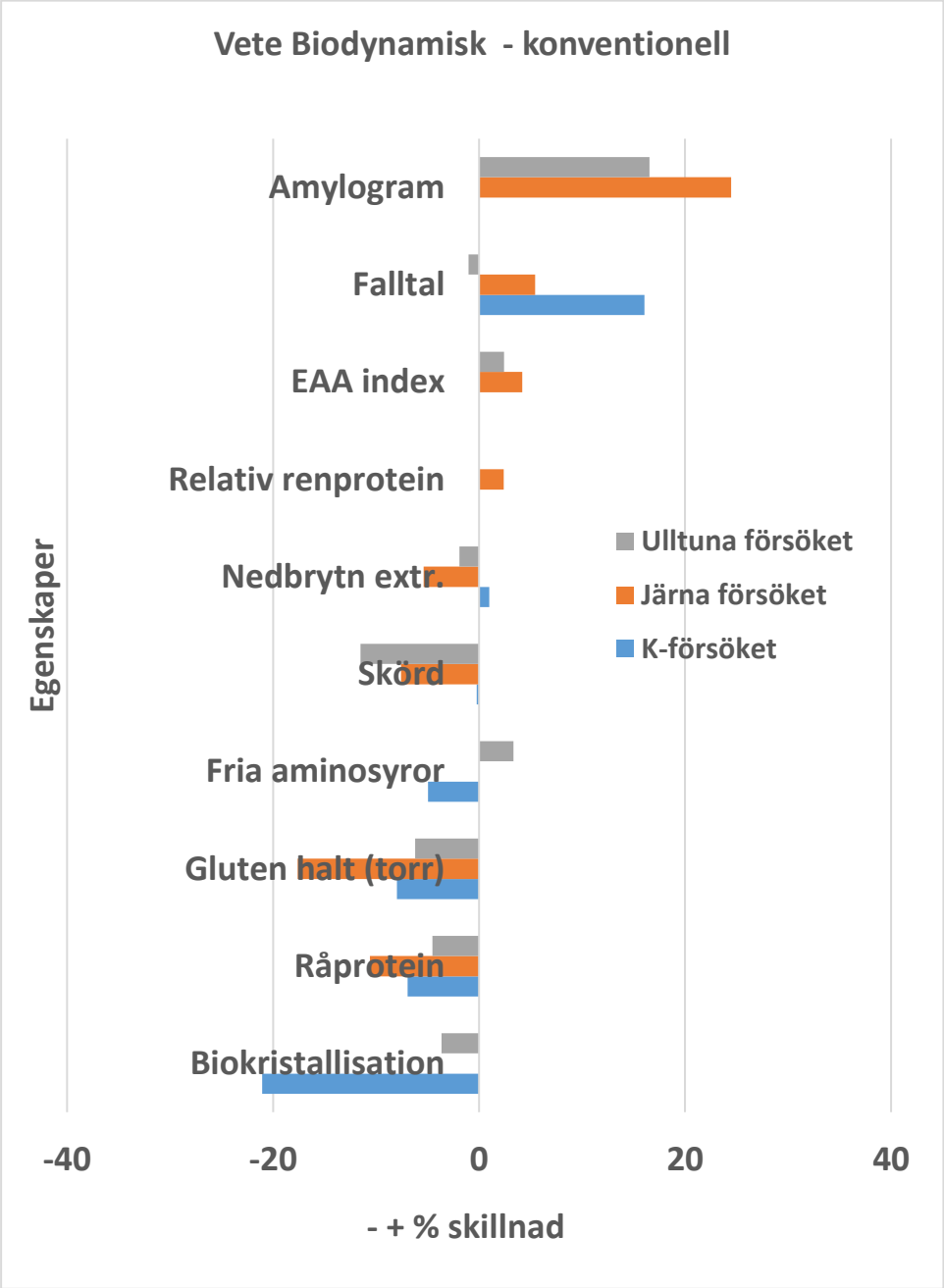
Resultaten från K-försöket i Järna åren 1958–1990 och samarbetsförsöket med Lantbruksuniversitet i Ultuna, kan i form av relativa värden för biodynamisk odling, jämföras med konventionell odling, i både K-försöket och i UJ-försöken.

Skillnaderna i skörd var måttliga vad gällde spannmål (6 respektive 12 procent lägre skörd av vårvete i biodynamisk odling), medan skörden av potatis var betydligt lägre i biodynamisk odling (- 18 %). Detta var huvudsakligen orsakat av potatisbladmögel vilket gör att potatisblasten vissnar ned för tidigt, då ingen kemisk bekämpning förekommer. Kvalitetsundersökningarna omfattade analyser av kemiska egenskaper (vitaminhalt[51], relativt renprotein och proteinets biologiska värde), fysiologiska egenskaper såsom motståndskraft vid lagring och sönderfallstester, samt smakegenskaper. I samtliga fall så visade sig kvaliteten vara högre vid biodynamisk odling än i odling med konventionell gödsling. Däremot så var råproteinhalten högre i konventionellt gödslad potatis och vete. I vår föda behöver vi de essentiella aminosyrorna för att kunna bygga upp våra egna proteiner. Just andelen essentiella aminosyror har avgörande betydelse för näringsvärdet i de proteiner som människor och djur tar in med födan. Sparsam tillgång på lättillgängligt kväve – som vid organisk gödsling – leder alldeles tydligt till att sådant högvärdigt protein kan bildas.



[51] Vitaminhalten mättes i form av askorbinsyra som utgör en del av det som även kallas C-vitamin.

Figur 15. Sammanställning av resultaten från K-försöket åren 1958–1990, UJ-försöket på Ulltuna åren 1971–1976 och UJ-försöket i Järna åren 1971–1979 med biodynamisk odling, jämfört med konventionell odling, visande relativa värden för olika uppmätta parametrar med biodynamisk odling, i procent av respektive värde för konventionell odling. Försöken har genomgående visat på högst kvalitetsegenskaper i biodynamisk odling: Lägre värden för negativa egenskaper såsom råprotein, mörkfärgning, extrakt-sönderfall, lagringsförluster, samt felenheter i biokristallisation[52]. Högre värden för positiva egenskaper såsom torrsubstans, relativt renprotein, C-vitamin, andelen essentiella aminosyror och stärkelseegenskaper (falltalsbestämningar och amylogram[53]). Bättre lagringsegenskaper har kompenserat för lägre skördeutfall i potatis.



[52] Här omnämnes biokristallisationsmetoden för första gången i denna skrift. Den kommer presenteras utförligt i senare avsnitt.

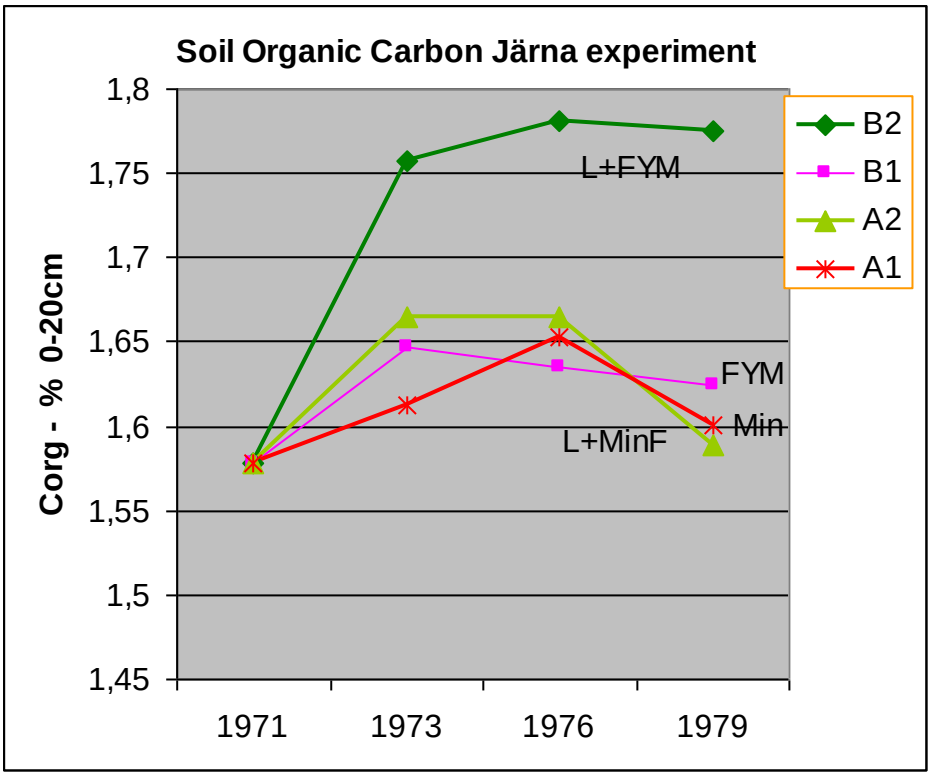
[53] Amylogram ibland kallad viskogram betecknar en kurva, som återger stärkelsen förklistring (kallas också viskositet vid uppvärmning av en suspension av mjöl i vatten i under standardiserade former och ger ett jämförbart mått på stärkelsens förklistringsegenskaper av teknologisk betydelse för bakningen.

I samtliga försök har också den så kallade biokristallisationsmetoden använts, tillsammans med övriga metoder, för studier av produkternas kvalitetsegenskaper och som kommer redovisas för i avsnittet Forskning om de formbildande krafterna i det levande

Den organiska substansen i marken

Kolhalten utgör cirka 60 % av markens organiska substans. Markens organiska substans benämns mull och mullhalten som kan anges i procent av den lufttorra jordens vikt. Mullhalten är olika på olika jordar och klimatförhållanden. När mullhalten anges i form av % kol så får man multiplicera med faktor 1, 7 för att få mullhalten i procent, Mullhaltiga jordar har 2–6 procent organisk substans, mullrika mer än 6 procent och mullfattiga mindre än 2 procent. För odlingsjordar är också historiken hur jorden har brukats av stor betydelse. Men förändringsprocesserna är långsamma. Lerjordar bildar aggregat av mull och lerpartiklar och bevarar längre än sandjordar en högre mullhalt även om de brukas ensidigt med en stor andel stråsäd och liten eller ingen organisk gödsling. Vid sjunkande mullhalter sjunker den vatten och näringshållande förmågan i marken och mängden levande organismer och deras aktivitet minskar. Förändrade brukningsmetoder kan leda till att mullhalterna ökar eller minskar.

Försöken visade högre mullhalter i både matjord och alv i biodynamisk odling, med både vallodling och stallgödsel i växtföljden, jämfört med konventionell odling. I K-försöket så beräknades mullhalten ökat mest i det biodynamiska ledet ha under 29 år. I UJ-försöket i Järna, så ökade mullhalten under försökets 9 år i genomsnitt med 650 kg kol per ha och år, uppmätt enbart i matjorden. Mullhaltsökningen synes varit högst i det första treåriga växtföljdsomloppet i UJ-försöket (figur 16). Genomsnittsvärdet för mullhaltsökningen motsvarar ca 2,4 ton koldioxidekvivalenter per ha och år. Samtliga försök visade att den markbiologiska aktiviteten samtidigt blir högre, uppmätt i form av bland annat markandning och daggmaskförekomst. Markandningen undersöks genom att mäta mängden koldioxid som avges från marken till atmosfären per tidsenhet från en bestämd markyta och kan användas som ett mått på de i marken levande organismernas aktivitet.



Figur 16. Mullhalterna angivna i form av organiskt kol i matjorden i UJ-försöket i Järna åren 1971 – 1979. Mullhalterna ökade mest i biodynamisk odling (B2) med både vall (L) och stallgödsel (FYM) i växtföljden, jämfört med organisk gödsling utan vall (B1) och de båda konventionella varianterna med vall (A2) och utan vall i växtföljden (A1). Mullhalterna ökade mest den första treårsperioden och stabiliserade sig därefter på en högre nivå i det biodynamiska ledet.

De här beskrivna svenska försöksresultaten överensstämmer också väl med de långliggande för-sök som senare startade år 1977 i Schweiz, det så kallade DOK-försöket, med jämförelser mellan biodynamisk odling (D), organisk odling (O) och konventionell odling (K), samt med de långliggande jämförande odlingssystemförsöken med biodynamisk, ekologisk och konventionell odling, vilka startade i Darmstadt år 1980.

LÅNGLIGGANDE JÄMFÖRANDE FÖRSÖK I SKÅNE

De långliggande försöken med biodynamisk odling i Järna, som startade redan år 1958, följdes av liknande initiativ i Europa, men även i Sverige. En stor satsning genomfördes år 1987 av hushåll-ningssällskapet i dåvarande Kristianstads län, där tre långliggande odlingsförsök påbörjades vid länets lantbruksskolor: Bollerup, Önnestad och Östra Ljungby 54. Försöken genomfördes som storparcellförsök utan upprepningar.

[54] Gissén, C. och I., Larsson, 2008. *Miljömedvetna och uthålliga odlingsformer 1987*. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Landskap, Trädgård och Jordbruk. Rapportserie,

De jämförande odlingssystemsförsöken i Skåne utfördes under en tidsrymd av 25 år: från år 1987 till år 2012 i Bollerup och i Önnestad i Skåne. Syftet var att få ett bättre kunskapsunderlag angående de då framväxande ekologiska odlingarna, som ett underlag för hushållningssällskapets rådgivning men också som pedagogiskförsök att använda vid undervisning och fältvandringar. Flera modifieringar av försökets upplägg genomfördes efter de två första växtföljdsomloppen, varefter nya frågeställningar kom upp från odlare och rådgivare.

Skördenivåer och markpåverkan, men även kvalitetsfrågor var av särskilt intresse då jag fick uppdraget att tillsammans med kollegor göra en slutlig utvärdering före deras avslutande försök, åren 2015 och 2016. Den jämförande studien innefattade fem stycken sexåriga odlingssystem utan upprepningar, med alla grödor, alla år, i två konventionella och tre organiska odlingssystem. För en fullständig redogörelse hänvisas till de två rapporter som finns tillgängliga från dessa utvärderingar [55] [56]

FÖRSÖKENS UTFORMNING

Odlingssystemförsöket i Bollerup i Skåne fram till år 2006, bestod av följande fem odlingssystem:

A) Konventionell odling, växtproduktion utan kreaturshållning.

B) Konventionell odling med vall och stallgödsel (med kreatur).

C) Ekologisk-Biodynamisk odling med vall och stallgödsel (med kreatur).

D) Ekologisk -ej Biodynamisk odling med vall och stallgödsel (med kreatur*.

E) Ekologisk odling, växtproduktion utan kreaturshållning, med tillköp av organiska gödselmedel.

*)Från 2007 blev detta led kreaturslöst och simulerade en odling gödslad med rötrester från en biogasanläggning

Odlingssystemförsöket i Önnestad omfattade samma odlingssystem som i Bollerup, fram till och med det andra växtföljdsomloppet, men med andra grödor (potatis och senare också sockerbetor i den ekologiska odlingen, samt i det konventionella djurhållande systemet). Efter år 2007, så upphörde den biodynamiska odlingen i behandlingsled C) i Önnestad och det var då fortsättningsvis en jämförelse mellan följande odlingssystem:

Tabell 7. Bollerup, växtföljdsomlopp 4, åren 2007–2012.

Rapport 2008:1.Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds och jordbruksvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet.

[55] Granstedt, A. och Gunnarsson, A. 2016. Resultatrapport Avslutande utvärdering av ett unikt långliggande jämförande odlingssystemsförsök med ekologisk och konventionell odling i Önnestad Skåne- Resultatrapport Önnestad final (sbfi.se)

[56] Granstedt, A, Ranheim T, och Lundgren M. 2016. Långliggande odlingssystemförsök i Bollerup och Önnestad i Skåne En utvärdering av Markbördighet, Näringshushållning och Kvalitetsegenskaper i jämförande studier av konventionell, biodynamisk och ekologisk odling (sbfi.se)

Bollerup *Traditionella lantbruksgrödor, energi, vallfrö*

Konventionell	*Konventionell*	*Ekologisk, biodynamisk*	*Ekologisk, KRAV*	*Ekologisk, KRAV*
utan kreatur lantbruksgrödor, fröodl, energiprod.	*med kreatur trad lantbruksgrödor*	*med kreatur trad lantbruksgrödor*	*utan kreatur lantbruksgrödor, energi, biogasprod, gödsl rötrest Inköpt Biofer + Biovinasse*	*utan kreatur lantbruksgrödor, fröodling, biogasprod, gödsl rötrest Inköpt Biofer + Biovinasse*
A	*B*	*C*	*D*	*E*
omlopp 4	Omlopp 4	Omlopp 4	Omlopp 4	Omlopp 4
S-betor	S-betor	S-betor	Hampa	Sockerbetor
Korn malt ins vitklöver	Havre	Blålupin/Havre	Blålupin	Blålupin
Vitklöver till frö	H-vete (foder)	Rågvete	Höstspeltvete	Höstrvete ins vitklöver
Hampa	Korn ins fodervall	Grönfoder (ärt+ha), ins fodervall	Havre ins biogasvall	Vitklöver till frö
Havre	Fodervall I	Fodervall I	Biogasvall I	Vårvete insådd biogasvall
Hvete (etanol)	Fodervall II	Fodervall II	Vårvete	Biogasvall I

Figur 17. Jämförande odlingssystemförsök i Skåne, fem system med alla grödor alla år i respektive växtföljd under 25 år. Foto. Hushållningssällskapet Skåne[57].

I Bollerup så var mullhalterna relativt låga vid försökets start och mängden organisk substans i marken ökade mest i de ekologiska behandlingsleden under försöksperioden. Mullhaltsökningen var som högst i det biodynamiska ledet med djurhållning, kompostering av stallgödseln, tvåårig baljväxtblandvall och med användande av de biodynamiska preparaten.

Mullhaltsökningen motsvarade
2 300 kg koldioxidekvivalenter per ha och år. Dessa resultat är i god överenstämmelse med de

[57] http://hushallningssallskapet.se/workshop-odlingssystemforsoket-i-onnestad-avslut-och-framtid/

tidigare svenska långliggande försöken och med motsvarande långliggande försök i Tyskland och Schweiz (DOK-försöket se nedan) samt med det långliggande försöket i Rodale i USA[58].

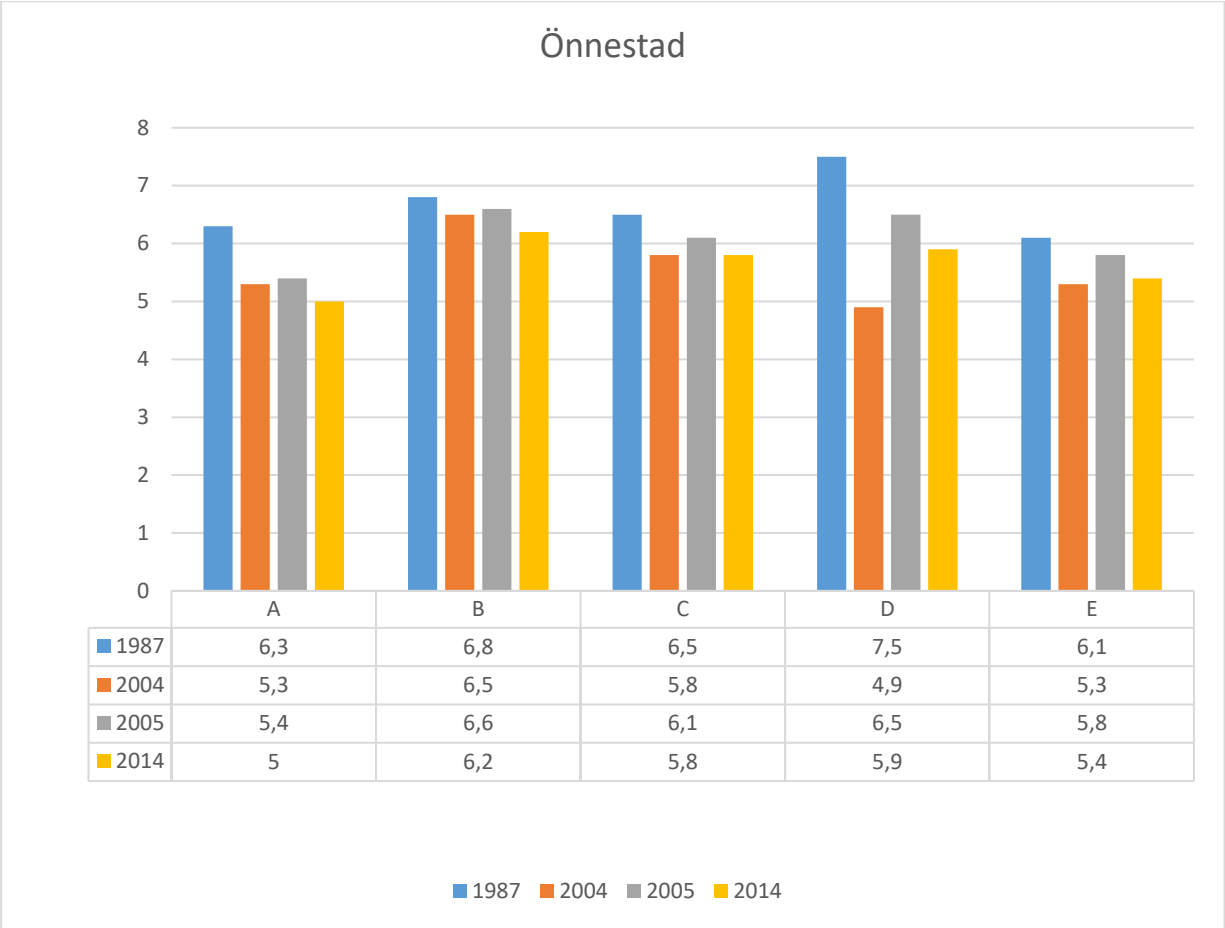
I Önnestad var det omvända utgångsförhållanden, i jämförelse med Bollerup. Det var redan från start höga mullhalter, med orsak av den tidigare odlingshistorien med en överintensiv djurhållning där det varit överskott på stallgödsel. Här minskade mullhalterna under försökstiden, särskilt i det mineraliskt gödslade behandlingsledet, och förhållandevis mindre i två av de tre ekologiskt odlade leden, samt i det konventionella ledet med både mineral, stallgödsel och vallodling.

RESULTAT

Mullhalter

I det biodynamiska ledet C) minskade mullhalten i Önnestad med 0,4 procentenheter från 6,5 till 6,1, det var mindre än i det ekologiska ledet D) med vall och djurhållning som minskade med en procentenhet och i det konventionella ledet A), som minskade med 0, 9 procentenhet de 18 åren mellan 1987 och 2005. I det konventionella ledet med både djurhållning och konventionell gödsling minskade mullhalten under samma tid med enbart 0,2 procentenheter. Därefter fortsatte mullhalterna att sjunka i samtliga led.

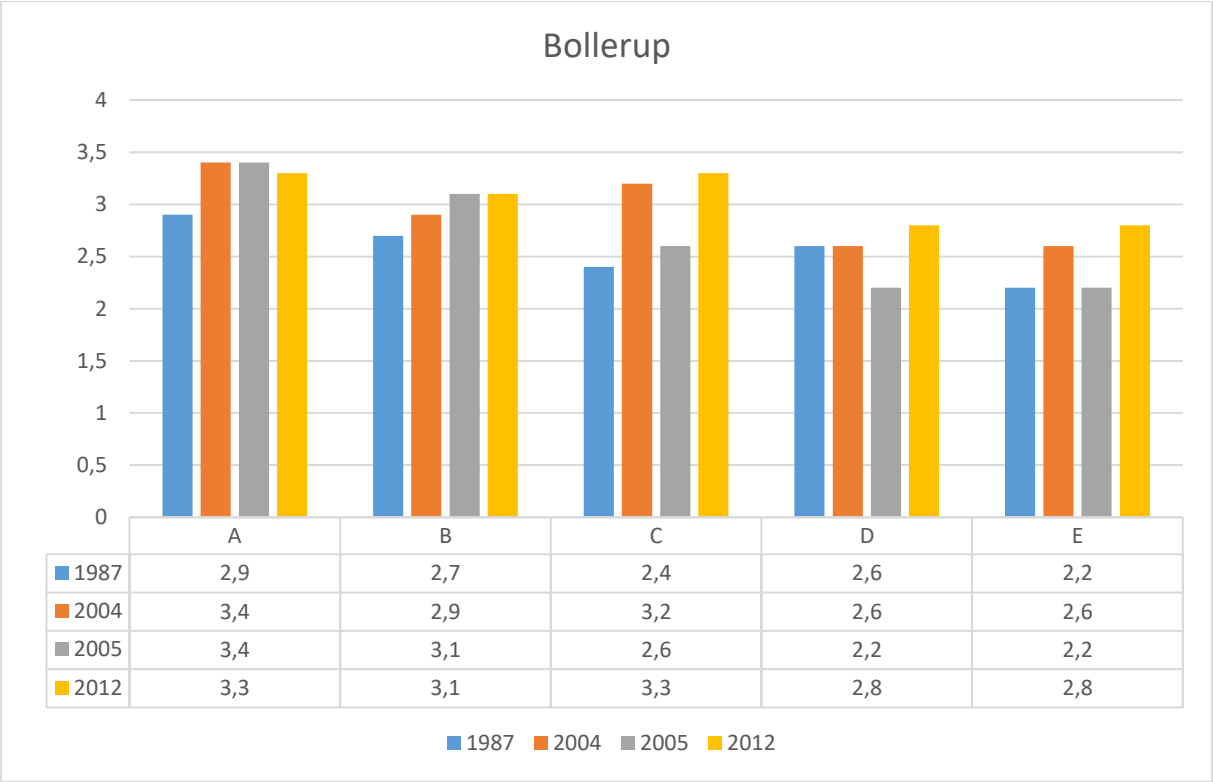
[58] Hepperly, P. The Rodale Institute Farming Systems Trial 1981 to 2005: Long Term ... Long-Term Field Experiments in Organic Farming. p.15-31. www.ars.usda.gov › publication



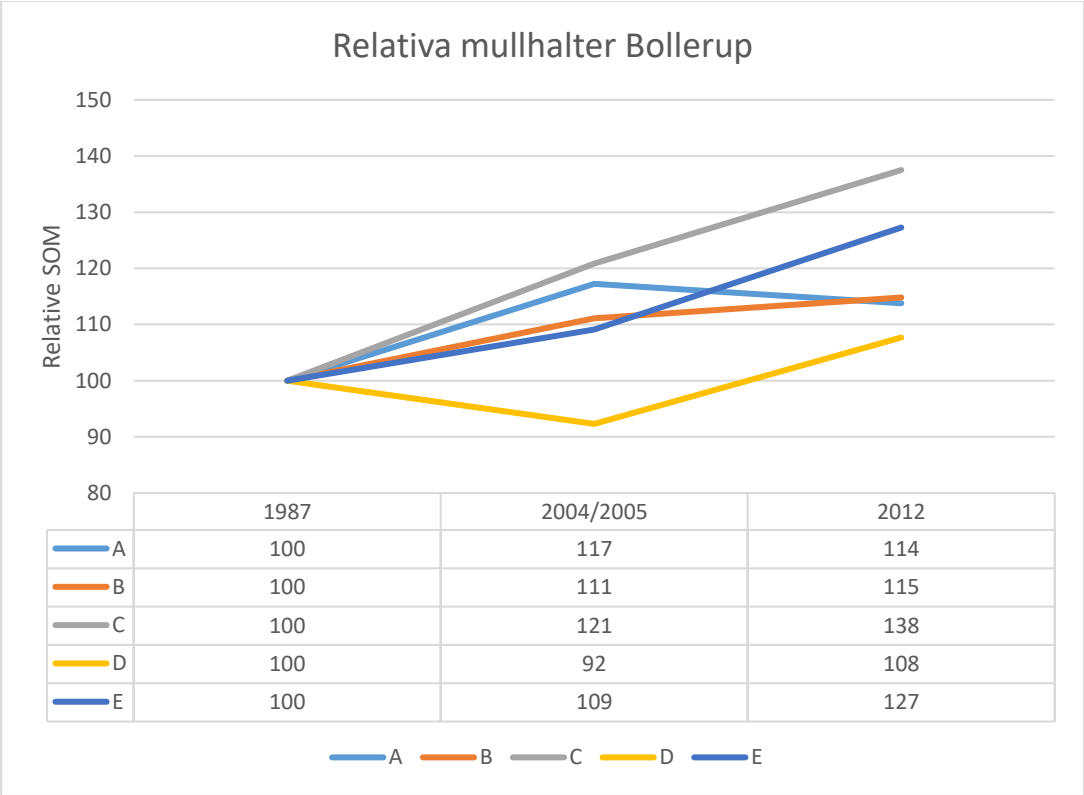
Figur 18. Mullhalter (Soil Organic Mater, SOM) i Önnestad försöket, uppmätt som glödförlust[59] i behandlingsleden A-D åren 1987, 2004, 2005 och 2015.

Mullhalterna i matjorden i Bollerup, framgår av figur 19. Här förelåg något fel i provtagningen år 2004, i C-ledet som man bör bortse ifrån med hänsyn till provtagningen året innan, vilken ligger i linje med övriga värden. I Bollerup med de låga utgångsvärdena, så ökade mullhalterna i det biodynamiska C-ledet med 0,9 procentenheter från 2,4 % till 3,3 %, medan det ökade med 0, 2 procentenheter i det ekologiska ledet och 0, 4 enheter i de båda konventionella leden under 25 år fram till år 2012. De relativa mullhaltsökningarna återges i figur 18 och de uppgick i det biodynamiska ledet till 38 %, vilket motsvarar cirka 600 kg kolbindning i matjorden per ha och år (ca 2,2 ton koldioxidekvivalenter). Mullhaltsökningen i matjorden var här högre än i de mellansvenska försöken, där marken redan sedan lång tid odlats biodynamiskt.

[59] Glödförlust är allt kol som frigörs vid glödgning. Kontrolleras genom vägning före och efter upphettning.



Figur 19. Mullhalter (Soil Organic Mater, SOM) i Bollerup-försöket uppmätt som glödförlust i behandlingsleden A-D åren 1987, 2004, 2005 och 2015.



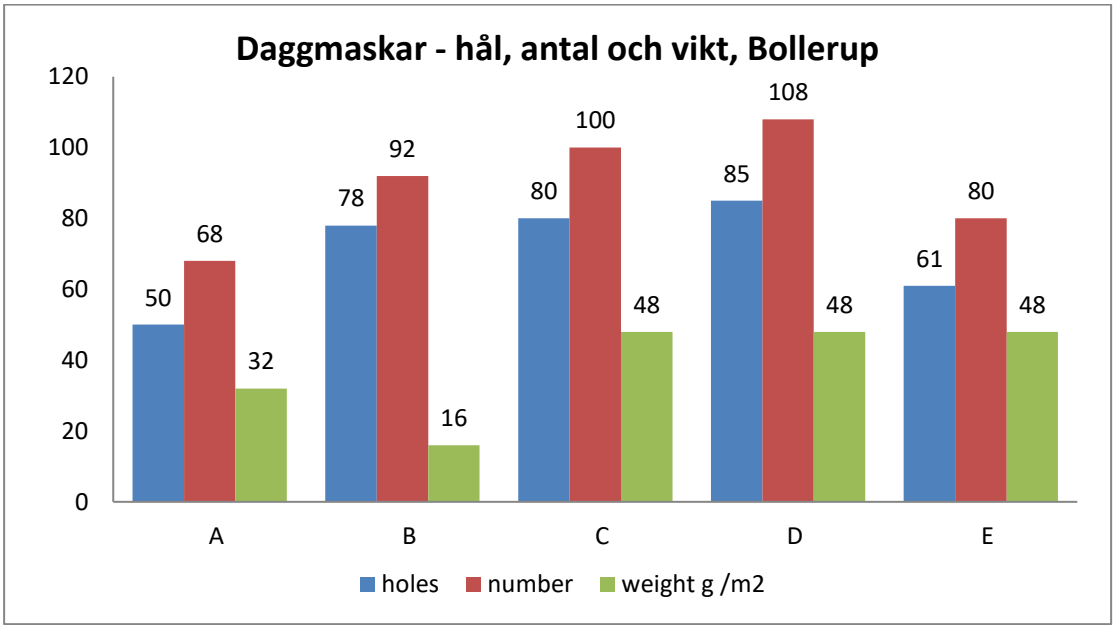
Figur 20. Relativa mullhalter i Bollerup-försöket, uppmätta som glödförlust i behandlingsleden A-D åren 2004 och 2012, jämfört med år 1987 = 100 i respektive behandlingsled.

Skördeutvecklingen

Skördenivåerna i Skåne är högre än i andra delar av landet. Resultaten från det sista växtföljdsomloppet i Bollerup, visade att skördarna i genomsnitt var 22 % lägre i det biodynamiska behandlings-ledet C) och 24 % lägre i det ekologiska behandlingsledet D), jämfört med det motsvarande konventionella ledet B) med vallodling och djurhållning. Nivån var lägre än i växtföljdsperioden innan (år 2000 och 2005) då nivåerna endast var 13% respektive 14 % lägre.

Den biologiska aktiviteten i marken

Den biologiska aktiviteten i de olika odlingssystemen undersöktes genom studier av daggmaskförekomst. Resultaten visar på att förekomsten av daggmaskar i biomassa och antal, är högre i de djurhållande och stallgödslande odlingssystemen. Detta visade sig tydligt i Önnestad, där förekomsten var signifikant högre (P=0,01), men även för Bollerup, där förekomsten var högre, om än ej signifikant. Ett samband kunde även skönjas mellan resultatet av mullhalten i de olika odlingssystemen och med förekomsten av daggmaskar i ljuset av den högre relativa mullhaltsutvecklingen i Bollerup och i Önnestad, i de organiskt gödslade och djurhållande leden, i jämförelse med icke-djurhållande led.

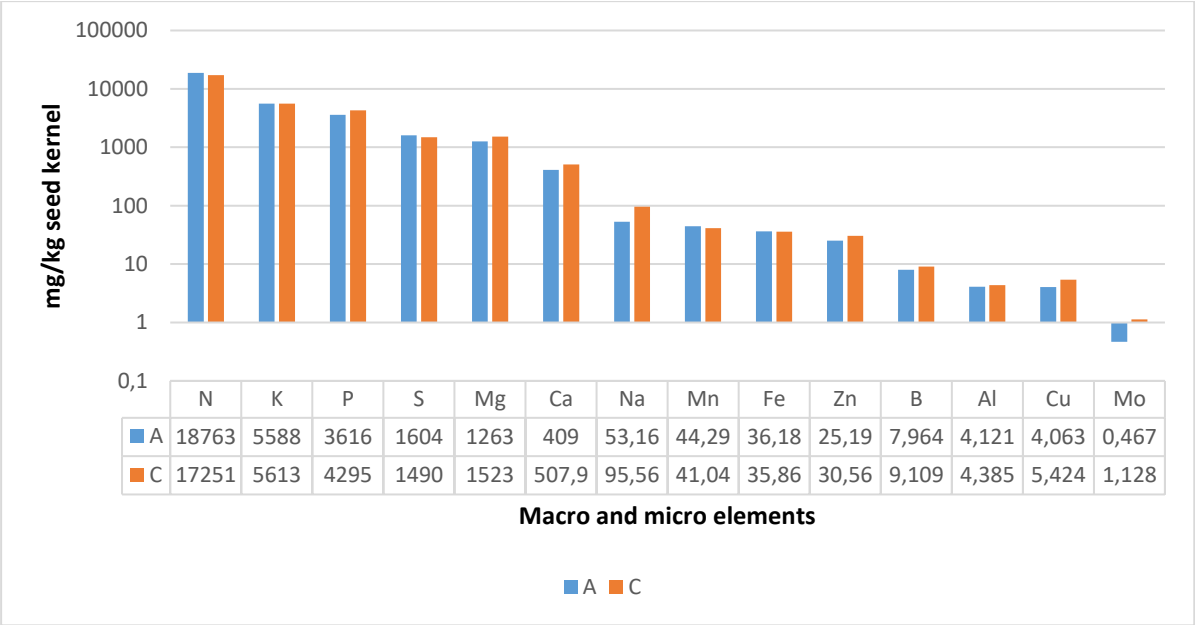


Figur 21. Förekomst av daggmaskar i Bollerup studerades genom räkning av daggmaskhål (holes)l, antal (number) och vikt (wights).

Kvalitet i form av mineralämnen

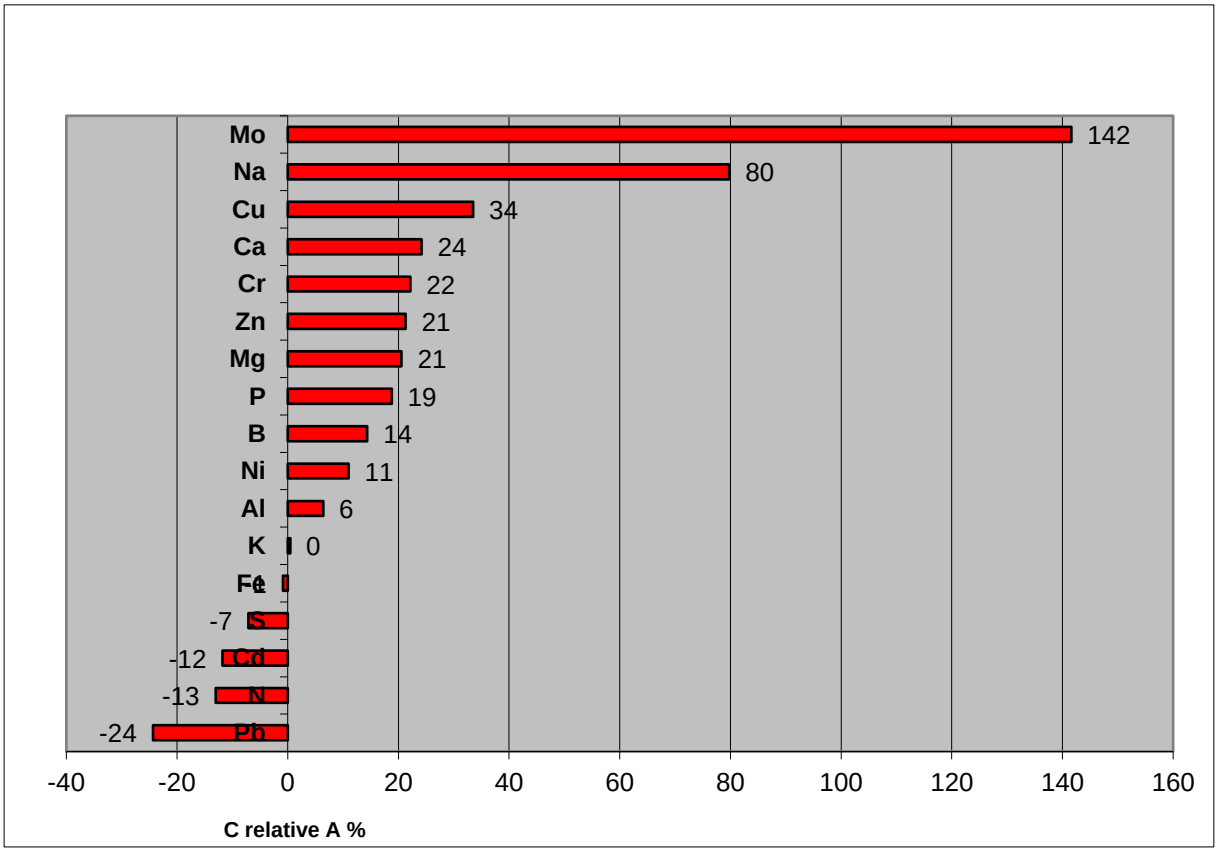
Analyserna av makro- och mikronäringsämnen i kärna utfördes av arkivprov från höstvete år 2006 och år 2007, med fyra prover av konventionellt odlat höstvete från det konventionella behandlingsledet A) och fyra prover från det ekologiskt-biodynamiska ledet C), från åren 2006 och 2007. Resultaten är sammanställda i figurerna 20 och 21. Här är halterna av mineralämnen och spårämnen generellt högre för samtliga mineralämnen, utom för kväve, svavel, järn och tungmetallerna bly och kadmium.

Halterna av såväl svavel som kväve är lägre beroende på de generellt lägre halterna av råprotein.



	N	K	P	S	Mg	Ca	Na	Mn	Fe	Zn	B	Al	Cu	Mo
A	18763	5588	3616	1604	1263	409	53,16	44,29	36,18	25,19	7,964	4,121	4,063	0,467
C	17251	5613	4295	1490	1523	507,9	95,56	41,04	35,86	30,56	9,109	4,385	5,424	1,128

Figur 22. Mineralämnesinnehåll i kärna i höstvete, medelvärden för vardera 4 veteprov från det konventionella ledet A) och det biodynamiska ledet C), år 2006 och 2007, Bollerup.



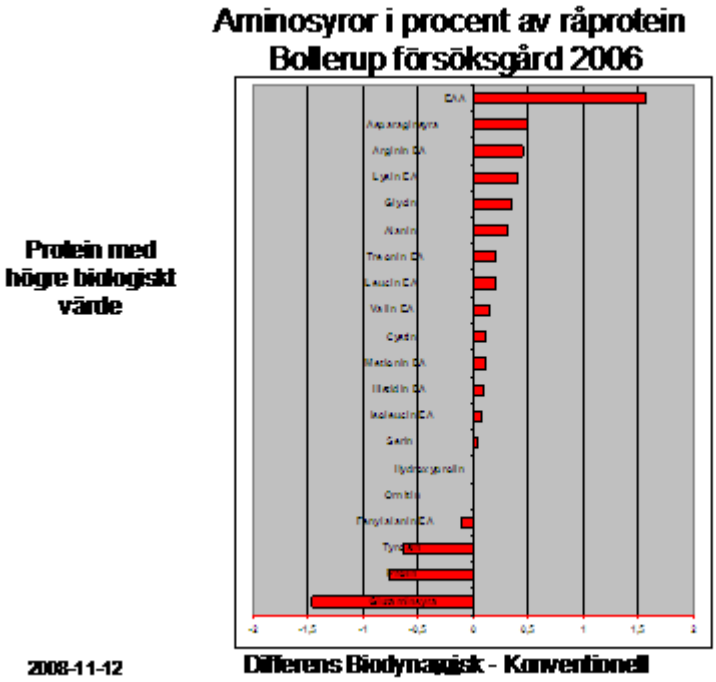
*Figur 23. Mineralämnesinnehåll i kärna i höstvete, medelvärden för vardera 4 veteprov från det konventionella ledet A) och det biodynamiska ledet C). Staplarna anger relativa avvikelser från A-ledet i procent (A/C-1 * 100). P <0,05 för Mo, Cu, Zn, Mg, P, N och Cd.* [60]

[60] Granstedt, A. 2006. Mineralämnesförsörjningen i ekologisk odling. Stiftelsen Biodynamiska Forskningsinstitutet. www.SBFI.se

Proteinhalt och proteinkvalitet

Halten totalkväve var som framgår lägre i vetet från de ekologiska behandlingsleden. Det är i god överenstämmelse med de tidigare redovisade resultaten där det framgått att det råder ett omvänt förhållande mellan mängden totalkväve och kvävets biologiska värde som kan påvisas i forma andelen essentiella aminosyror i det som enbart baserat på mängden totalkväve kallas råprotein.

Analyser utfördes av proteinsammansättningen, två prover från de biodynamiska leden och två från de konventionella leden analyserades för samtliga aminosyror. Totalkväveinnehållet var, som förväntat, lägre i proverna från biodynamisk odling i jämförelse med konventionell odling. Relativa halten essentiella aminosyror i procent av totalprotein, var i genomsnitt 3,5 % högre i proverna från det biodynamiska ledet C), jämfört med proverna från det konventionella ledet A) (figur 22). Den redovisademed de tidigare här resultaten från 1970-talet, i de försök som utfördes av Bo D. Pettersson och Josef Dlouhý.



Figur 24. Halten aminosyror i protein i det biodynamiska (BD) ledet C), i jämförelse med det konventionella ledet A), Medelvärde från två prov i vardera led i höstvete år 2006 i Bollerup[61].

[61] Granstedt, A. 2006. Mineralämnesförsörjningen i ekologisk odling. Stiftelsen Biodynamiska Forskningsinstitutet. www.SBFI.se

UTBLICK: TYSKLAND, SCHWEIZ OCH INTERNATIONELLT

Efter lantbrukskursen år 1924, så började ett intensivt forsknings- och försöksarbete, dels praktiskt men även på en allt mer akademisk nivå. Betydelsefulla pionjärer i det arbetet var Rudolf Steiners medarbetare Ehrenfried Pfeiffer forskaren Lilly Kolisko med flera, vilka vidareutvecklade och utformade mycket av det som är biodynamiskt arbete idag

Andra världskriget innebar ett avbrott för detta arbete och Pfeiffer flyttade sin verksamhet till USA och Kolisko till England. Pfeiffer introducerade biodynamisk odling i USA och startade olika verksamheter där. Bland annat bildade han ett forskningsinstitut i Spring Valley norr om New York.

Under 1960-talet och framåt, så ökade intresset för biodynamisk forskning vid flera universitet i Europa och de tidigare nämnda forskningsinstituten, med ingående studier av biodynamisk odling och olika undersökningar av de biodynamiska preparatens verkningar. Fram till år 2014 så hade 17 doktorsavhandlingar blivit godkända vid olika universitet i Europa, och resultaten från tre större långliggande jämförande försök hade publicerats, samt så hade även ett stort antal vetenskapligt granskade artiklar som visar på betydelsen av organisk ekologisk odling offentliggjorts, där också effekterna av användningen med biodynamiska preparat, tydliggjordes[62].

En nyckelperson i det arbetet var professorn i markvetenskap: Herbert Koepf vid universitet i Hoenheim, som också var rådgivande vid etableringen av det Svenska K-försöket år 1958. Herbert Koepf blev också ledare för den biodynamiska sektionen vid den fria högskolan för antroposofi i Goetheanum och medverkade senare vid bildandet av ett biodynamiskt forskningsinstitut: Michael Field Institut i Visconsin i USA. Studierna innefattar preparatens verkan på grödor, vad gäller skördeutbyte, olika kvalitetsegenskaper av betydelse för produkternas näringsvärde, samt inflytandet på markens bördighetsegenskaper. Kännetecknande för preparatens verkan på grödorna visar sig vara deras kompenserande inverkan då odlingsförhållandena är mindre lämpliga (suboptimala) för grödornas utveckling[63].

Sammanställningar av olika försök visar på att skördarna blir högre i preparatbehandlade försöksled, då skördenivåerna generellt är lägre i ekologiska odlingssystem. Något som också bekräftas av motsvarande svenska studier. Vid mer extremt höga skördenivåer, så kan skördarna däremot bli lägre, än i behandlingsled utan biodynamiska preparat, medan kvalitetsegenskaper som normalt försämras vid alltför höga skördednivåer, i stället blir högre då preparaten används. Dessa reglerande verkningar kan jämföras med hur naturläkemedel verkar inom medicinens område, vars verkningar alltså inte entydigt behöver verka i en riktning såsom med kemiska medel. Det behöver här utvecklas en vetenskapligt skolad förståelse (paradigm) för fenomenen i det levande, utöver vad som gäller för att forska om företeelserna i den mineraliska, icke levande världen.

Acceptansen för fenomen utanför den allmänt accepterade verklighetsuppfattningen är också olika i olika vetenskapskulturer. Vid vissa universitet, kan det finnas en oro för att inte bli accepterad som forskare om man sysslar med fenomen som ej passar in i de vanliga förklaringsmodellerna och som dessutom kan ta sig olika uttryck. Detta är något som många fått erfara inom den ekologiskt inriktade lantbruksforskningen och än mer de som forskar om biodynamisk odling.

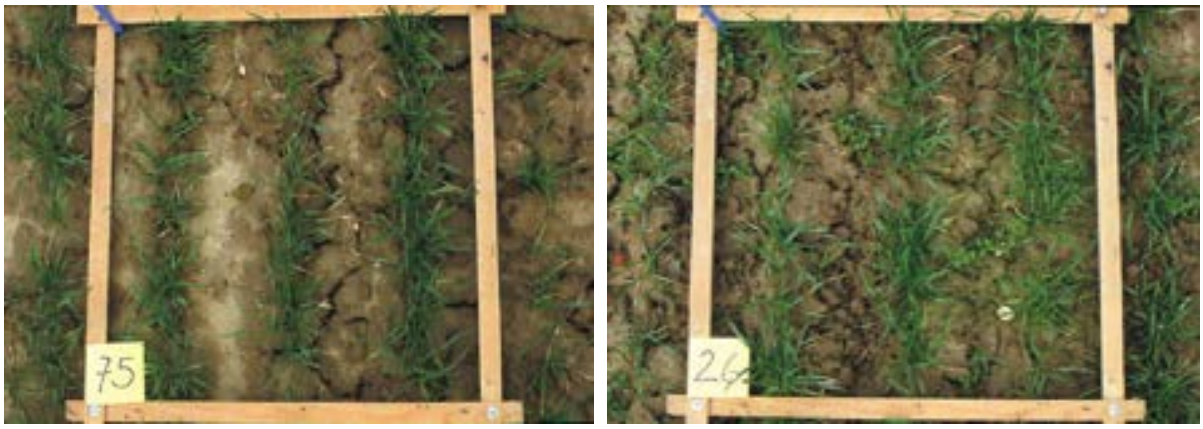
---

[62] Fritz, J. 2014. *Results of Scientific trials. In: Ueli Hurter (Ed), Agriculture for the Future.* Biodynamic Agriculture today, Verlag am Goetheanum.

[63] Raupp, J. and U. J., König, 1996. *Biodynamic preparations cause opposite yield, effects depending on Yield Levels*. Biological Agriculture and Horiculture. Vol 13. 175–188.

Långliggande bördighetsförsök

I de långliggande jämförande försöken med konventionell, ekologisk och biodynamisk odling, vilka pågår vid det ekologiska forskningsinstitutet FiBl, så visade det sig att de biodynamiska odlingsåtgärderna, långsiktigt bidrar till att bättre bibehålla mullhalterna och gynna biologiska aktiviteten, jämfört med annan ekologisk odling[64] (figur 26 och 27). Resultaten publicerades år 2002 i en av de högst ansedda vetenskapstidskrifterna i världen, Science, och startade en omfattande debatt både bland forskare och även i vanliga media. Att mullhalterna är högre som en direkt effekt av de biodynamiska preparaten, fanns också sedan tidigare belagt i de långliggande försöken vid det biodynamiska forskningsinstitutet i Darmstadt[65] (figur28). Mullhalterna var 13 % högre då även de biodynamiska preparaten hade använts. Det motsvarar väl resultaten i våra svenska försök i Järna (Sörmland) och Bollerup (Skåne). Högre mullhalter med också motsvarande högre biologisk aktivitet, verkar kompensatoriskt för variationer i klimatet och påverkar långsiktigt på skörd och näringskvalitet i en gynnsam riktning. Flera studier visar att det direkt sammanhänger med den ökning som sker av rotbiomassan och aktiviteten av livsprocesserna i rotområdet (figur 27).

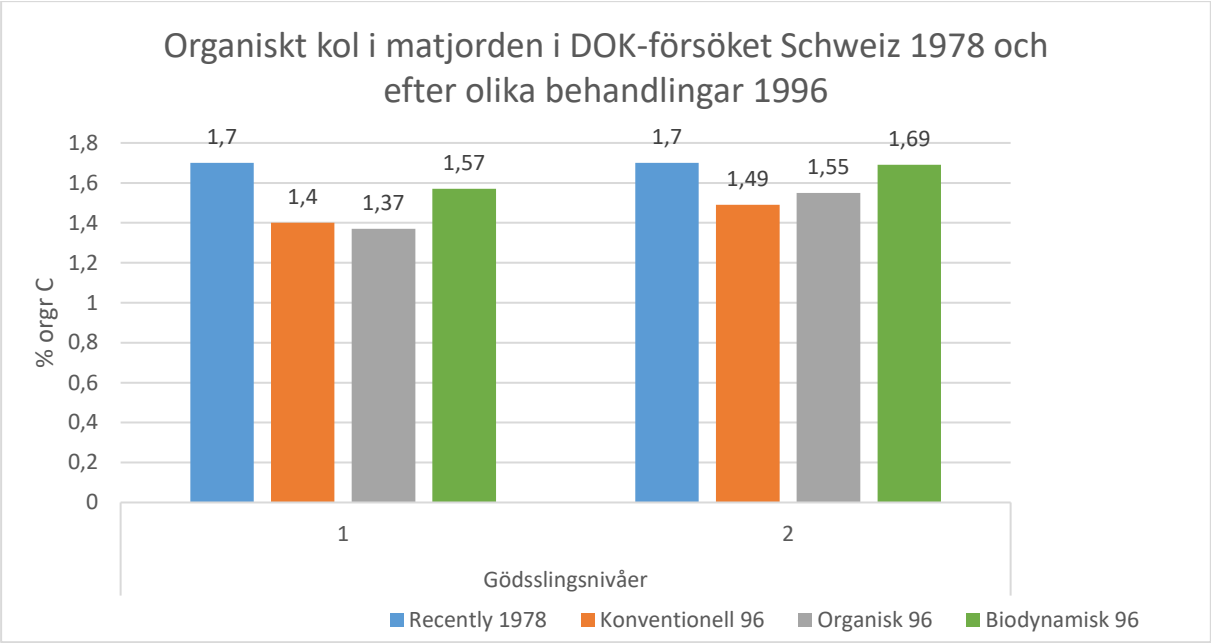


Figur 25. Konventionellt (märkt nr 75) och Biodynamiskt odlad mark (märkt 26), i höstvete från det DOK-försöket i Schweiz[66]. Skillnaden mellan biodynamisk och konventionell odling framgår redan vid en ytlig betraktelse av marken, efter 20 års jämförande försök (mer daggmaskexkrementer, aggregat och sprickbildning). De jämförande försöken mellan Biodynamisk (D), Organisk (O) och Konventionell (K) odling, de s.k. DOK-försöken utförda av FiBl i Schweiz, visar en god samstämmighet med resultat från andra långliggande jämförande försök i Sverige och Tyskland.

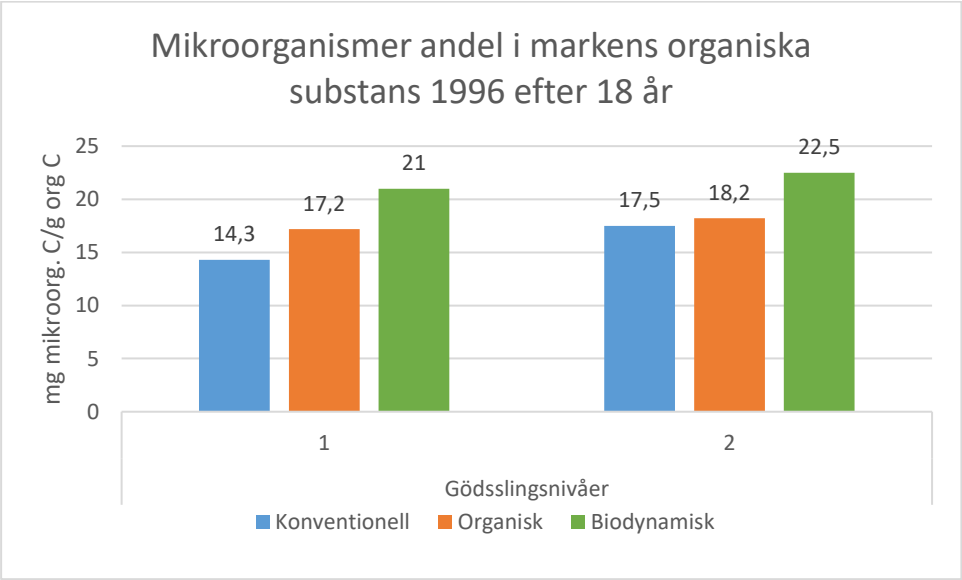
[64] Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. und U., Niggli, 2002: *Soil fertility and biodiversity in organic farming.* Science 296: 1694-1697.

[65] Abele, U. 1987. *Produktqualität und Düngung, mineralisch, organisch, biologisch dynamisch*. Schriftenreihe Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Morsten, Issue 345. Landwirtschaft Verlag, Münster-Hiltrup. *Referat på svenska i: Granstedt, 1993. Biodynamisk odling i forskning och försök. Telleby bokförlag.*

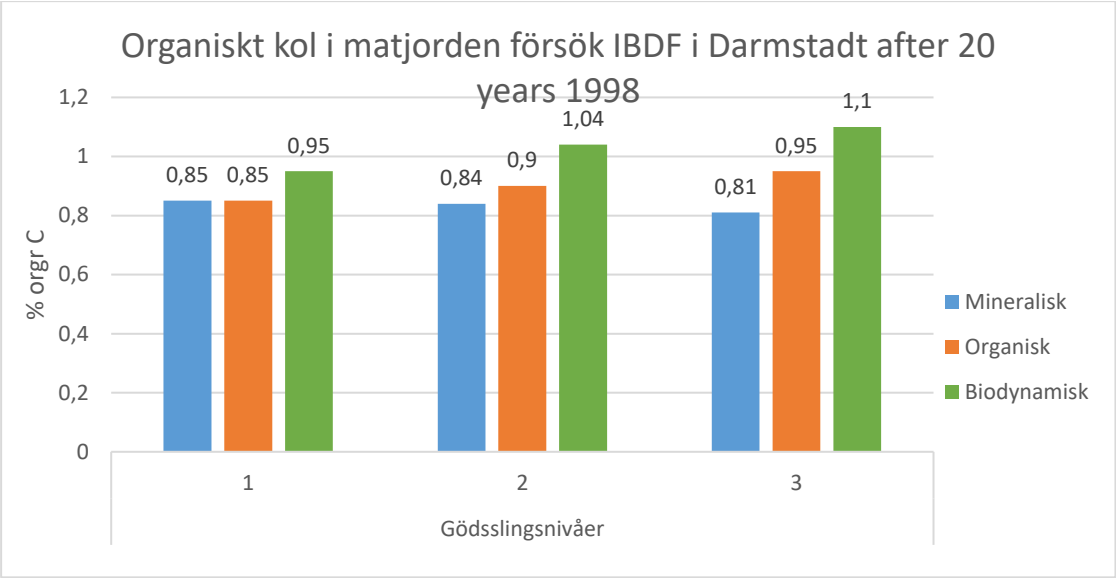
[66] Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois D., Gunst L., Fried, P. & U., Niggli, 2002. *Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming*. Science VOL 296 pp 1592-1597.



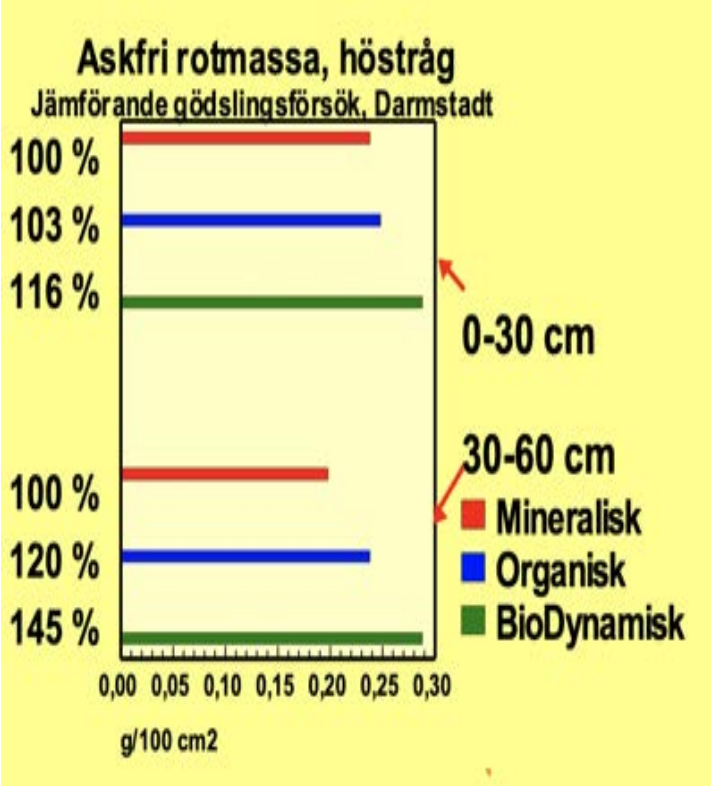
Figur 26. Organiskt i matjorden I det schweiziska jämförande DOK-försöket Biodynamiskt /Organiskt/ Konventionellt i FiBL vid två gödslingsnivåer motsvarande 0,7 (1) och 1,4 (2) djurenheter per ha i samtliga system plus mineralgödsel i det konventionella systemet. Efter 18 år var mullhalten uppmätt som organiskt kol 1,4% respektive 1,49% vid konventionell odling (K), 1.37 % respektive 1,55 % vid ekologisk odling (organisk gödsling) (O) och 1,57 % respektive 1,69 % vid biodynamisk odling(D).



Figur 27. Mängden biomassa av levande organismer var signifikant högre i de biodynamiskt gödslade försöksledet jämfört med konventionellt odlat som andel av den organiska substansen i det schweiziska jämförande DOK-försöket Biodynamiskt /Organiskt/ Konventionellt vid FiBL påvisades



Figur 28. Resultat motsvarande de schweiziska försöken, finns redovisade från det tyska långliggande försöket vid det biodynamiska forskningsinstitutet i Darmstadt. Jämförande försök med fyra upprepningar och tre gödslingsnivåer visar på genom-gående högst mullhalter (i genomsnitt 22 procent högre), då samtliga biodynamiska preparat användes (D), jämfört med organisk gödsling (O) vid i övrigt samma betingelser. All organisk gödsel har komposterats och försöken har pågått sedan år 1980 på en mull-fattig sandjord[67].



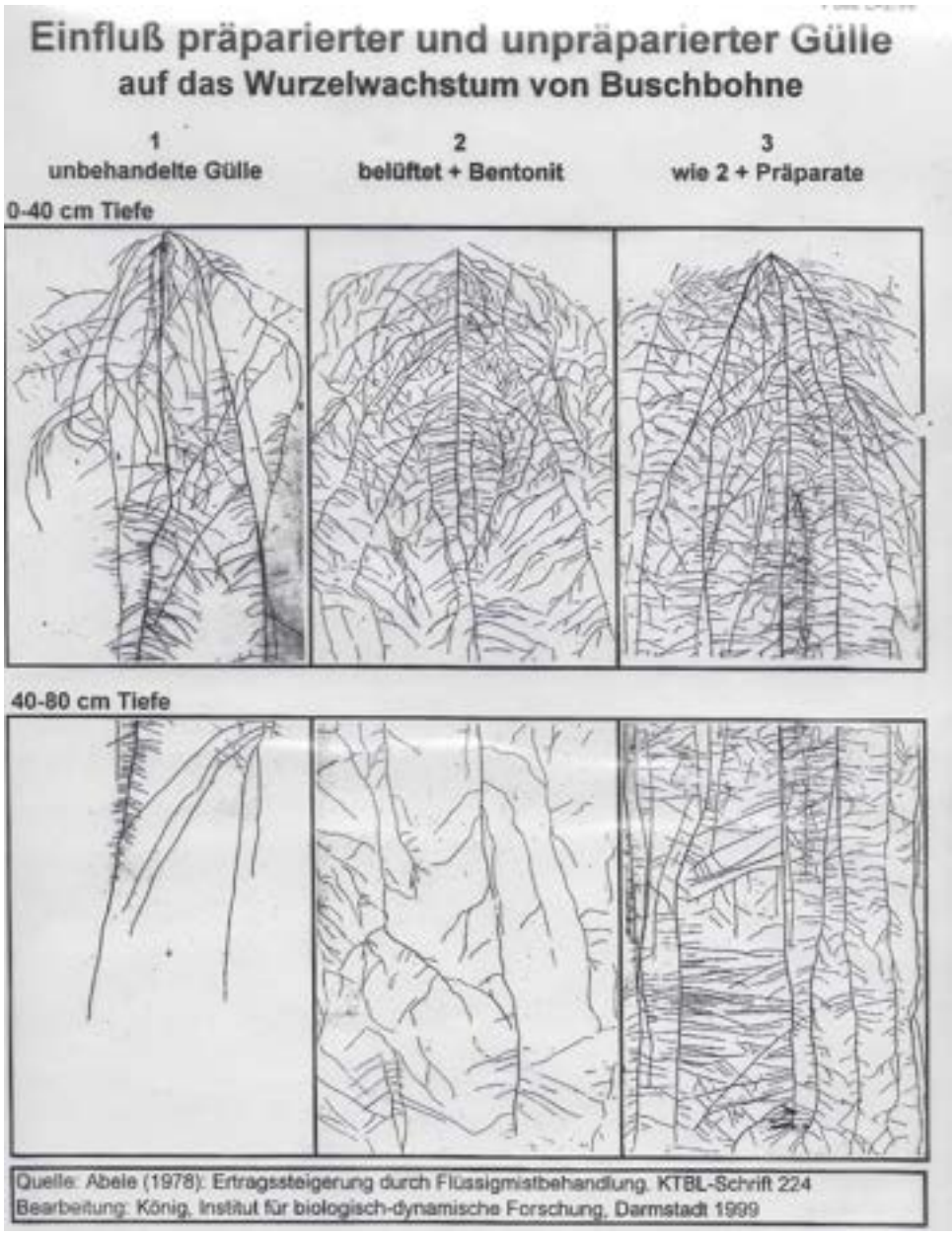
Figur 29. Såväl rotpenetrering som mängden rotbiomassa, gynnas genom användning av biodynamiska preparat i kombination med organisk gödsling. Här återges resultat från långliggande jämförande gödslingsförsök vid IBDF i Darmstadt, år 1990.[68]. Detta kan ge en rimlig förklaring till den högre mullhalten, den bättre markstrukturen och den högre markbiologiska aktiviteten, som kan uppnås vid en fullt genomförd biodynamisk odling, jämfört med att inte några BD-behandlingar alls används. Bearbetning König[69].

---

[67] Raupp, J., Oltmanns, M. (2003): *Unterschiedlich aktive C-Pools im Boden: C_{org}, POS, CO_2. 1. Effekte von Rottemist, biologisch-dynamischen Präparaten und Mineraldüngung*. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 24.-26. Feb. 2003, Wien; Univ. für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, Wien; 449-450.

[68] Bachinger, J. 1996. *Der Einfluss unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) auf die zeitliche Dynamik und die räumliche Verteilung von bodenchemischen und mikrobiologischen Parametern der C und N-Dynamik sowie auf Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen.* Diss. Univ. Giessen. Schriftenreihe Bd. 7, Inst. F. biol.-dyn. Forschung, Darmstedt.

[69] König, U.J. 1999. *Ergebnisse aus der Präparateforschung. Zusammengestellt und ausgewartet von Uli Johannes König*. Schriftenreihe 12. Institut für Biologisch Dynamisch Forschung, Darmstadt.



Figur 30. Luftning av flytgödsel och inblandning av bentonit har i detta försök haft en positiv verkan på utvecklingen av rötterna som förstärktes genom användning av de biodynamiska preparaten.[70]

Ökad mullhalt och biologisk aktivitet i marken

Mer rotbiomassa ger motsvarande mer så kallade mullråämnen, vilket ger en rimlig förklaring till de påvisade högre mullhalterna. Rötterna avger också fotosyntesprodukterna (så kallat rotexudat), vilka livnär den rotnära mikrofloran (rhizosfären) och den biologiska aktiviteten i marken (figur 27). Detta kan sättas i samband med den förstärkning av växtens ljusabsorberande egenskaper som kan påvisas i ljus–skugga-försök, med användandet av det biodynamiska kiselpreparatet. Kiselpreparatets ljus-verkan påvisades i försök av Manfred Klett redan år 1968, och motsvarande försöksresultat redovisades senare i en doktorsavhandling av Abele, år 1973[71]. Kiselpreparatets verkan i ljus–skugga-

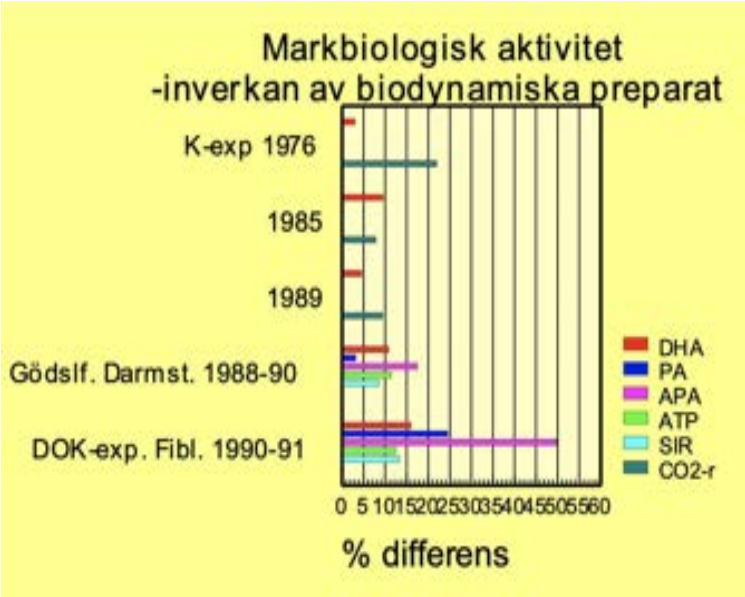
[70] Abele, U. 1978. *Ertragsteigerung durch Flüssigmistbehandlungen,* KTBL-Schrift 224. Darmstadt

[71] Abele, U. 1973. *Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Planzenbau unter besonderer Berücksichtigung von Zaatzeit und Entitäten*. Ph.D. thesis University of Giessen.

försök, har reproducerats i andra liknande försök, bland annat redovisat i en masteruppsats vid Sveriges Lantbruksuniversitet[72].

En förstärkt fotosyntes som påvisats i samband med behandling med kiselpreparatet gynnar hela växtens utveckling och har också en direkt påverkan i rotområdet. Mer fotosyntetiskt bildade energirika kolhydrater ned till rotområdet, stimulerar rottillväxten med en genomträngning av jorden med rötter och ökar den totala rotbiomassan. Dessa effekter får man av organisk gödsling i jämförelse med mineralgödsling, och de blir ännu kraftigare vid användningen av de biodynamiska preparaten, så som framgår av en doktorsavhandling om de nämnda långliggande försöken i Darmstadt[73] (figur 29).

Frågan om flytgödselanvändning i biodynamisk odling har varit en återkommande frågeställning. Luftning av flytgödseln och tillsats av bentonit har prövats som en metod att kompensera för att gödseln ej komposteras såsom endast kan ske med fastgödsel tillsammans med halm (figur 27). I dessa försök genomfördes rotstudier som också tydliggjorde den gynnsamma effekt på rotutvecklingen vid användandet av de biodynamiska preparaten.



Figur 31. Den biologiska aktiviteten – här mätt som olika typer av enzymaktivitet som är uttryck för olika mätbara former av biologisk aktivitet (dehydogenasaktivitet, proteasaktivitet, alkalisk fosfatasaktivitet, adenasintrifosfat, substratinducerad respiration och inducerad markrespiration) – stimuleras genom användningen av de biodynamiska preparaten. De långliggande försöken i Järna (K-försöket), i Darmstadt (gödslings-jämförande försök) och i Schweiz (DOK-försöket) visar entydigt på samma resultat trots olika jordarter (lerjord och sandjord) och klimatbetingelser[74], [75], [76].

[72] Arvidsson, T. 1983. *Effekten av kvartsmjöl och det biodynamiska kiselpreparatet 501 på spenat.* Masteruppsats, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

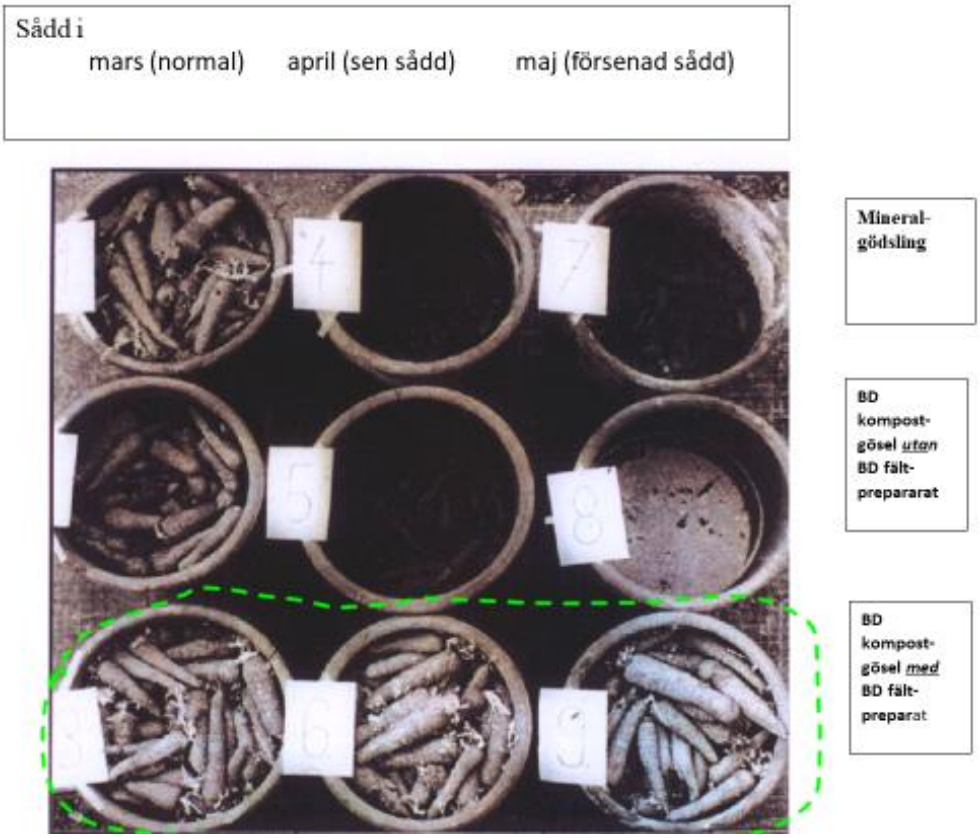
[73] Bachinger, 1996. *Der Einfluss unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch dynamisch) auf der zeitliche Dynamik und räumliche Verteilung von bodenchemischen und mikrobiologischen Parametern der C- und N- Dynamik sowie auf das Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen.* Ph. D. thesis. University of Giessen. Är detta samma källa som på sid 46? Det skiljer sig en aning på slutet.

[74] Pettersson, B.D., Reents, H.J. & E.v.Wistinghausen, , 1992. *Gödsling och markegenskaper. Resultat av ett 32-årigt fältförsök i Järna, Sverige*. Nordisk Forskningsring. Meddelande nr. 34.

[75] Mäder, P. und J..,Raupp, (ed.) 1995. *Effects of low and high external input agriculture on soil microbial bio-mass and activities in view of sustainable agriculture*. Proc. 2nd Meeting Conc. Act. Fertilization Systems in Organic Farming, Oberwil, 15-16 sept. 1995.

[76] Bachinger, J. 1996. Der Einfluss unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) auf die zeitliche Dynamik und die räumliche Verteilung von bodenchemischen und mikrobiologischen Parametern der C und N-Dynamik sowie auf Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen. Diss. Univ. Giessen. Schriftenreihe Bd. 7, Inst. F. biol.-dyn. Forschung, Darmstedt.

Genom försök med försenad sådd av morötter (sådd vid tre tidpunkter), så påvisade forskaren Eckhart von Wistinghausen, hur preparaten kan verka kompensatoriskt, genom ett förstärkande av mognadsprocessen och därmed en förbättrad lagringsduglighet (figur 29). Resultaten tyder på att de sex kompostpreparaten och fältpreparaten måste användas tillsammans för att uppnå en önskad effekt.



Gödslingsnivåerna är också en avgörande faktor men där också biodynamiska preparaten synes vara utjämnande med en bättre hållbarhet under lagringen enligt försök gjorda av Abele i långtidsförsöket vid Biodynamiska forskningsinstitutet i Darmstadt (figur 29).

Figur 32. Morötter som är kvar efter lagring till april månad, efter olika tidpunkter för sådd, samt olika gödslings-behandlingar. Försenad sådd och/eller alltför kraftig organisk gödsling, kan leda till en försämrad kvalitet och en sämre lagrings-duglighet. Här återgivet resultat med försenad sådd (klimatområde central-Europa), visar att behandlingen med samtliga biodynamiska preparat ledde till en sådan mognadsgrad, att lagringsdugligheten blev god. Detta och andra försök tyder på att det är

viktigt att använda både de biodynamiska kompost- och de biodynamiska fältpreparaten för att kunna erhålla en fullständig verkan på produkternas kvalitetsegenskaper[77].

3. Hög

2. Medel

1. Låg gödsling

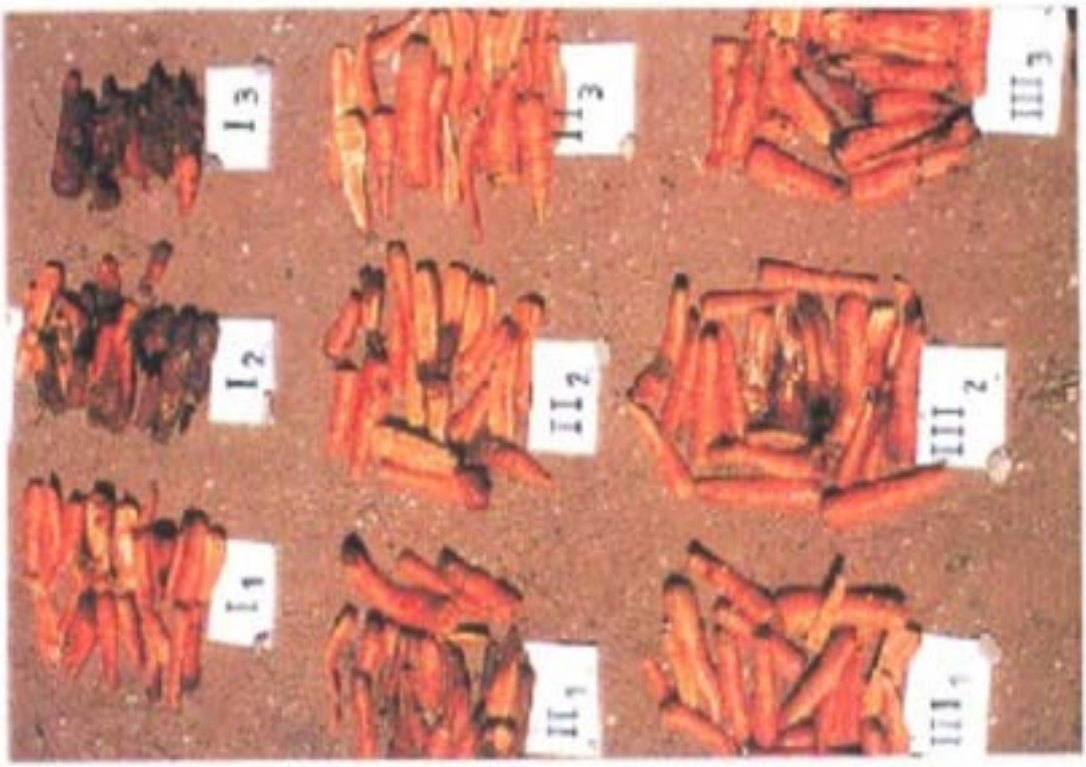


Bild Nr. 6: Lagerversuch von Möhren der Ernte '83

[77] Wistinghausen, E von 1979. *Was ist Qualität. Wie entsteht sie und wie ist sie nachzuweisen.* Istitut für Biologisch Dynamisch Forschung, Darmstadt. Germany.

Figur 32. Lagringsförsök med morötter, rödbetor och potatis visar att användningen av komposterad organisk gödsel och de biodynamiska preparaten leder till förbättrad lagrings-duglighet. Bilderna visar detta från försök med morötter efter lagring till februari månad under varma och fuktiga betingelser (1981 och 1983). Raderna 1, 2 och 3 (nedifrån och upp i bild 5 och 6) är morötter från tre gödslingsnivåer: låg, normal och hög. Kolumnvis har vi följande tre typer av gödsling i bilden från vänster till höger: I.=Mineralgödsling, 2.=Komposterad gödsel, 3.=Komposterad gödsel + biodynamiska preparat. Försöket ingår i det tidigare beskrivna långtidsförsöket i Darmstadt, vars resu ltat tyder på ett samband mellan markbördighet och kvalitet[78].

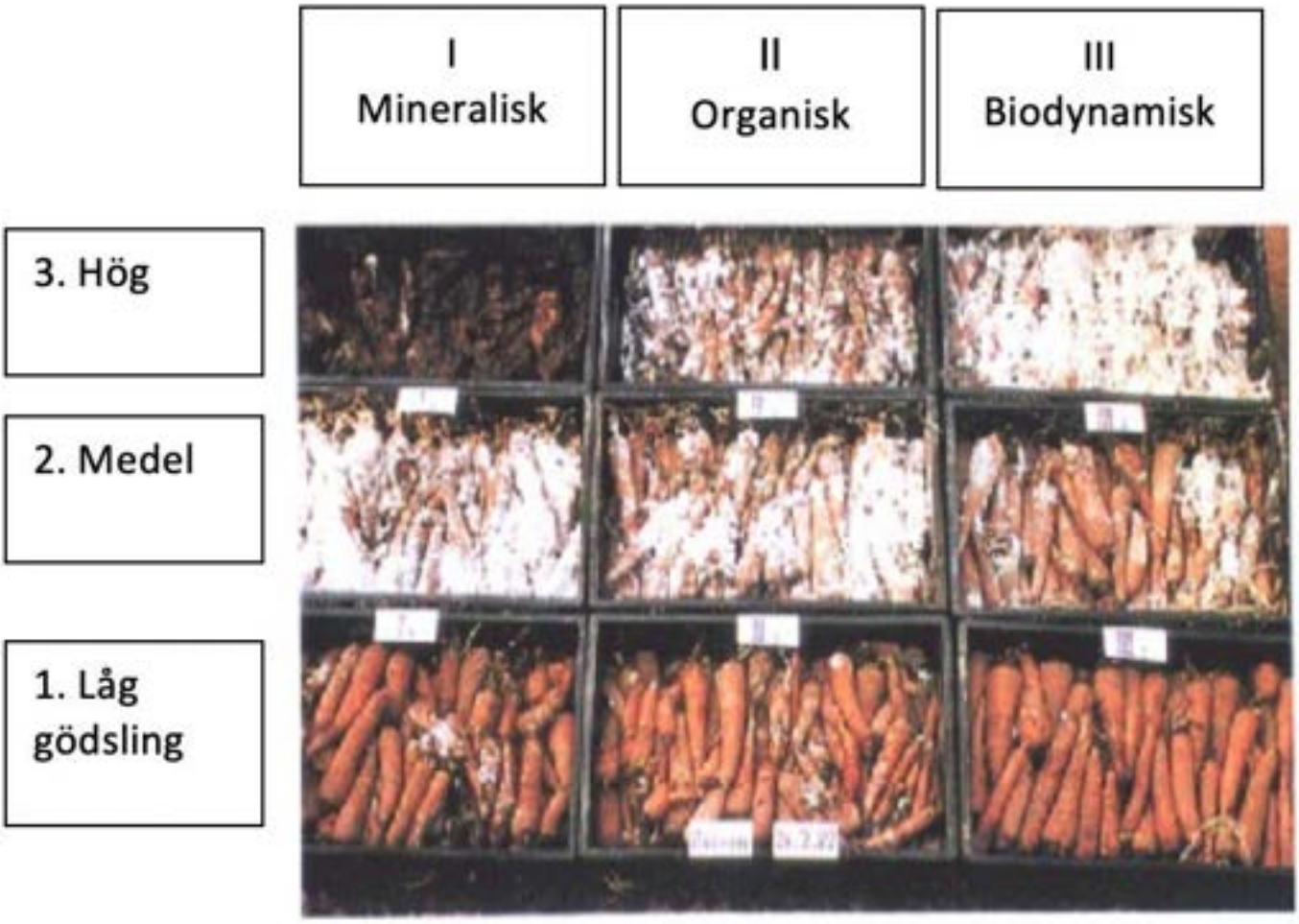


Bild Nr. 5: Lagerversuch von Möhren der Ernte '81

Generellt så påvisas i försöken, egenskaper hos odlingsprodukterna som en förbättrad lagrings-duglighet och motståndskraft mot nedbrytning, med lägre halter av lågmolekylära föreningar, såsom nitrat och med högre halter av viktiga näringsämnen, såsom c-vitamin och sammansatta sockerarter, med ett högre biologiskt proteinvärde (högre halt essentiella aminosyror) för de odlingsprodukter som har studerats i försöken.

En återkommande fråga är betydelsen av att de båda biodynamiska fältpreparaten beredes i kohorn. En forskare som tog sig an dessa frågor var är I sammanhanget bör nämnas att försök har

[78] Abele, U. 1987. *Produktqualität und Düngung – mineralisch, organisch und bio-dynamisch*. Angewandte Wissenschaft. Schriftenreihe des BNL; 345. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, Germany.

genomförts att bereda preparaten utan preparering i kohorn[79] och djurorgan, varvid de åsyftade effekterna uteblev. Även utrörning av fältpreparaten i vatten, på rätt sätt under en timme, före utspridning, har visat sig nödvändig, för att erhålla åsyftad verkan.

Forskning utanför Europa

Det finns biodynamisk forskning runt om i världen. I USA pågår arbete vid *Michael Fields Institute*[80] som bedriver likande studier som i Europa, och som dokumenterat mullbildning och rotutveckling i Biodynamisk odling[81].

HUR FÖRSTÅ RESULTATEN

I denna boks föregångare behandlades denna fråga under följande rubriker och det står sig väl även i dag.

1) Biodynamiska odlingsåtgärdernas betydelse för grödornas tillväxt och skörd
2) Odlingsåtgärdernas betydelse för marken och dess bördighetsegenskaper
   a. Markens fysikaliska egenskaper såsom struktur, vatten- och näringshållande förmåga
   b. Mullhalter och näringsinnehåll, kalktillstånd (pH-värde)
   c. Levande organismer och biologisk aktivitet
3) Odlingsåtgärdernas betydelse för produkternas kvalitetsegenskaper
   a. Substanssamansättning av betydelse för produkternas näringsvärde
   b. Motståndskraft mot nedbrytande organismer under odling och lagring
   c. Växtsätt och formbildning

Skörden är ofta det som först mäts, den tillmäts ekonomisk betydelse och sätts ofta i stark relation till gödslingen i konventionell odling. Men även i sådan odling vet man att marken och dess egenskaper har en avgörande betydelse. I en ekologisk och biodynamisk odling är mark och markförhållanden helt avgörande och då inte bara för skörden, det man odlar är näring för människan och därför tillmätes också näring och hälsovärde avgörande betydelse. Att substansinnehåll därvid är viktigt är alla överens om. Men produkternas värde för oss människor som föda kan också bedömas utifrån den utvidgade natursyn och människouppfattning som ligger till grund för biodynamisk odling. Det ligger till grund för utvecklandet av kvalitetstestmetoder som visar produkternas motståndskraft mot nedbrytning och växternas substans och formbildande förmågor.

---

[79] Dewes,1983. *Bedeutung des Hornes (Kuh- Stoffhorn) und der Vergrabungstife für die herstellung der Feld-präparate.* Lebendige Erde, Heft1 u 2, seit 12-17 und 56-61).

[80] https://michaelfields.org/

[81] Goldstein W., A., Koepf, H. H., & C. J. Koopmans (2019). *Biodynamic preparations, greater root growth and health, stress resistance, and soil organic matter increases are linked.* https://www.degruyter.com/view/journals/opag/4/1/article-p187.xml?language=en

De biodynamiska odlingsåtgärdernas betydelse för tillväxt och skörd

En vanlig föreställning är att biodynamisk liksom också ekologisk odling leder till låga skördar. Detta vederlades när resultaten från försöken i Järna började publiceras och i och med Josef Dlohýs doktorsavhandling. I det s.k. UJ-försöket var skillnaden i medelskörd sammanräknat för alla grödor och alla år under 10 %. Den gröda som gav lägst skörd i biodynamisk odling jämfört med konventionell odling var potatis. För jämförbarheten så odlades den bladmögelkänsliga sorten Bintje och som vissa år angrips tidigt av bladmögel varvid blasten måste slås av tidigt för att undvika bladmögel när ingen kemisk bekämpning användes. Denna skillnad blev nästan utjämnad efter lagring fram till april månad till följd av den biodynamiska potatisens bättre lagringsduglighet. Vårveteskördarna var fyra procent lägre i Ulltunaförsöket och 2 % lägre under 9 år i Järnaförsöket.

I de här refererade senare gjorda försöken i Bollerup i Skåne år skillnaderna avgjort större. Här var skördarna i genomsnitt 13–22 % lägre i det biodynamiska behandlingsledet C och 14–24 % lägre i det ekologiska behandlingsledet D (de två sista växtföljdsomloppen) jämfört med motsvarande konventionella ledet B med vallodling och djurhållning, Höstvete skördarna var hela 36 % lägre (8, 6 ton jämfört med 5,6 ton) medan skördeskillnaden var mindre i andra grödor. Generellt kan sägas att skördarna i ekologisk och biodynamisk odling är lägre än i konventionell odling när man kommer till de högst avkastande jordarna i södra Sverige. Man kan också tolka det så att det är svårt att uppnå högre spannmålsskördar än mellan 5–6 ton per ha utan mineralgödsel och kemiska bekämpning som i konventionell odling används till priset av irreversibla skador för miljön och risker för människans hälsa. När man kommer till de generella skördenivåer som gäller i de norra delarna av Sverige visade resultaten från ett 12årigt jämförande jämförande gårdsförsök som drevs av Sveriges lantbruksuniversitet i Öjebyn utanför Piteå att det under sådan odlingsförhållanden inte är någon skillnad på skörd mellan ekologisk och konventionell odling[82].

Odling som befrämjar bördighetsegenskaperna i marken visar sig ha särskilt stor betydelse inom de områden i världen där odlingsförhållandena är mindre gynnsamma än här med våra tåliga lerjordar i Mellansverige och än mer i Skåne. Det är också förklaringen till de rapporter som visar betydligt högre skördar i biodynamisk och ekologisk odling jämfört med det konventionella jordbruket inom de mer fattiga delarna i världen[83]. Detta kan antas bli allt mer uppenbart i samband med nu pågående klimatförändringarna.

Skördeskillnaderna är minst mellan odlingssystemen i vallgrödorna med fleråriga baljväxter och gräs som i biodynamisk och ekologisk odling är självförsörjande på kväve genom biologisk kvävefixering. I Skillebyförsöken 1981–1987 uppgick kvävefixeringen till 200 kg kväve per ha och vid en genomsnittlig bortförd skörd på 7 ton. En konventionell gräsvall måste gödslas med 200 kg mineralkväve för att uppnå samma skörd. Den begränsande faktorn för vallskördens storlek i biodynamisk odling är ofta tillgången till vatten. Vad som också kan vara begränsande är klöverns rotröta som leder till att klövern särskilt vissa år inte klarar övervintringen. Här pågår försök med olika sorter tillsammans med forskare knutna till Hushållningssällskapen och Sveriges lantbruksuniversitet. Tydligt är att vitklöver och lusern ger mindre problem och nu prövas en ny sort, Matteklé, som liksom vitklöver breder ut sig genom revbildning och kan växa ifrån klöverrötan.

---

[82] Jonsson, S. and K., Martinsson, 1997. Slutrapport. *Öjebynprojektet - Ekologisk produktion av livsmedel.* Slutrapport inom programmet "Ekologiskt lantbruk" Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap SLU och Jordbruksverket (SJV).

[83] Badgley, C, Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, 2007. *Organic Agriculture and the global food supply.* Cambbridge University, Renewable Agriculture and Food Systems, vol 22. P 86-108. https://www.researchgate.net/publication/230877772_Organic_Agriculture_and_the_Global_Food_Supply

I K-försöket med klöver ett år i växtföljden, insådd i vårvete, ökade skördarna och bördighetsegenskaperna i marken under hela försökstiden under 30 år och vi ser exempel på jordens förmåga att försörja en ökande befolkning med livsmedel. Försöken på Skilleby med höstvete på samtliga skiften i den femåriga växtföljden visade de biodynamiska preparatens skördehöjande verkan vid lägre skördenivåer.

Odlingsåtgärdernas betydelse för marken och dess bördighetsegenskaper

Markens fysikaliska egenskaper som struktur, vatten- och näringshållande förmåga undersöktes återkommande i K-försöket. Här visade den organiska gödslingen (K1-K3) ge en mer grynig och lucker aggregatstruktur i jämförelse med de mineragödslade behandlingarna med mer kantiga brott. De organiskt gödslade behandlingarna gav också en större porvolym och mer luftfyllda porer strax under matjorden (26–30 cm) och med en tendens till högre värden för K1 som också behandlats med de biodynamiska fältpreparaten jämfört med K2.

I de tidigare redovisade försöken från Skilleby 1981–1987 framkom att växtnäringsförsörjningen i biodynamisk odling endast i en begränsad utsträckning kommer från tillförd gödsling utan den kommer via omsättningsprocesser i marken, Gödslingens uppgift är inte att gödsla grödan utan marken. Skördarna är en frukt av bördighetsegenskaper i marken som gynnas av de biodynamiska fältpreparatens verkan i grödorna och kompostpreparatens verkan via gödseln. Det synes vara en växelverkan mellan mark och växt som utvecklas över tiden och där en starkare rotutveckling och större rotbiomassa kunnat påvisas vid preparatanvändningen. Det torde vara förklaringen till den högre mullhalt som påvisats i samtliga de långliggande försöken vid biodynamisk odling och där både preparatanvändning och kompostering av gödseln synes vara av betydelse enligt de svenska försöken. Större mängd organisk substans och därmed mera organiskt liv kan påvisas genom uppmätt markandning och enzymaktivitet som också visat sig vara högre vid användandet av samtliga biodynamiska preparaten. I marken och i den organiska substansen skapas vad vi kan kalla för en reglerande verkan, Rudolf Steiner använder till och med ordet förnuftig i förbindelse med beredning och användning av det biodynamiska nässelpreparatet som tillförs komposten.

Odlingsåtgärdernas betydelse för markens organiska substans

Andelen organisk substans i matjorden (0-20 cm) djup har i de redovisade försöken undersöks genom att bestämning av glödförlusten eller analyser som visar mängden organiskt bundet kol i marken (DOC-försöket, figur 24b). Kolhalten utgör cirka 60 % av markens organiska substans som kallas mull. Resultaten från de långliggande försöken visade växtföljdens, gödslingens och de biodynamiska preparatens betydelse för uppbyggnad och vidmakthållande av den organiska substansen i marken i marken. På jordar där andelen vall och återförsel av stallgödsel tidigare varit låga ökar mullhalterna och den organiska substansen i marken vid en ökad andel vall och organisk odling. Detta visade sig i det långliggande försöket i Bollerup som odlats stråsädesintensivt i många år. Det omvända visade sig i Önnestad och DOC försöken som också tidigare haft en hög vallandel. Endast i de biodynamiskt behandlade leden med kompostering och användandet av biodynamiska preparat vidmakthölls mullhalterna på samma nivå.

Odlingsåtgärdernas betydelse för produkternas kvalitetsegenskaper

Det är en principiell skillnad mellan att tillföra växtnäring direkt till grödan via markvätskan eller som det också förekommer via bladen (s.k. bladgödsling) och om det sker via markens organiska substans

och via mikrobiella processer. I en konventionell odling är tillförseln mer eller mindre begränsad till de s.k. makronäringsämnena kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) ibland kompletterat med ytterligare något eller några ämnen när det föreligger ett påvisbart bristsymtom. Tillförseln av den lättlösliga för växten direkt upptagbara näringen sker vid eller ett fåtal tillfällen om man tillämpar delade givor, vilket också leder till en momentan överdos, men som utnyttjas under växtperioden om det inte sker en urlakning vid stor nederbörd. Detta gäller framförallt kväve och fosfor. När det gäller fosforgödselmedel sker också en betydande fastläggning i järn, aluminium eller kalkföreningar.

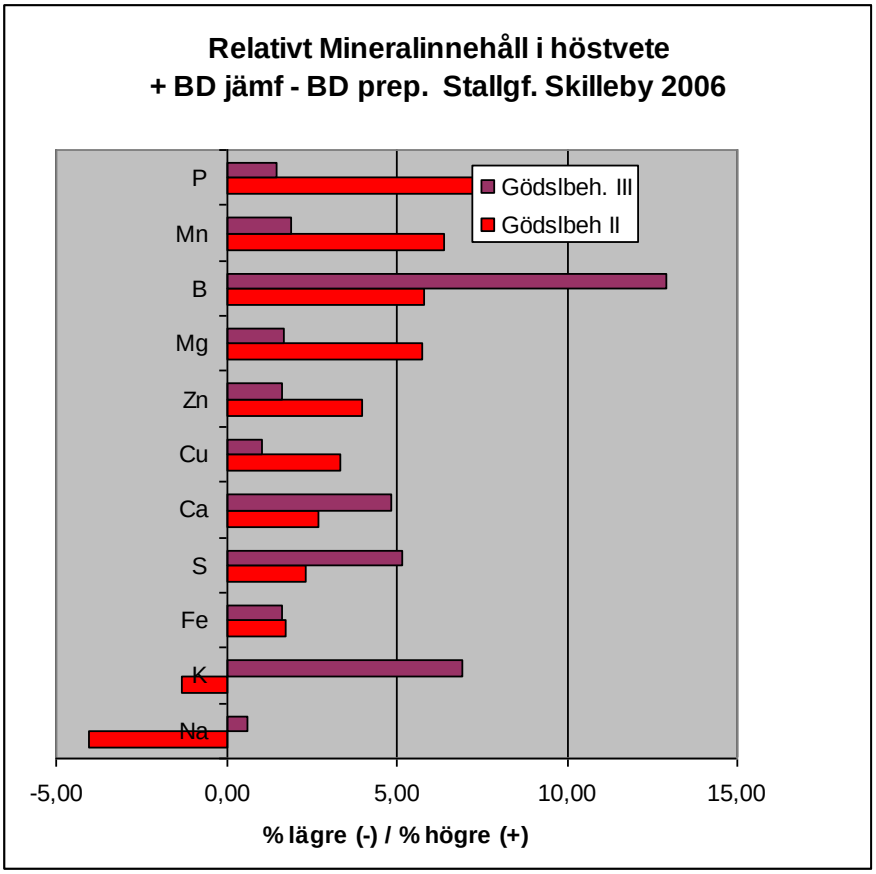
I ett organiskt odlat system sker tillförseln av växtnäring genom att dessa frigörs i samband med mineraliseringen som sker vid nedbrytningen av den allsidigt sammansatt organiska substansen som härrör från marken och/ eller gödsel eller kompost som kan befinna sig i olika stadier av nedbrytning. Detta sker med hjälp av levande organismer i marken och är en mer långsam process vilken är mer eller mindre väl anpassat till grödans behov.

Skördeprodukternas kvalitetsegenskaper påverkas av växtplatsens klimat och markegenskaper. Stående vatten, dålig dränering och markpackning leder till gula fläckar och avstannad tillväxt när framför allt det organiskt bundna kväver inte frigörs och blir tillgängligt för växterna. Både skörd och kvalitetsegenskaperna i grödan är i en biodynamisk odling helt beroende av marken och dess processer.

Substanssamansättning av betydelse för produkternas näringsvärde

Resultaten från det biodynamiska behandlingsledet i Bollerup med högre innehåll av nästan samtliga analyserade mineralämnen i biodynamisk odling jämfört med det konventionella behandlingsledet kan ses som ett resultat av den nyss beskrivna allsidiga frigörningen (mineraliseringen) av näringsämnen från den organiska substansen som är kopplad till kretsloppet av ämnen som via fodergrödorna, djuren och djurens gödsel förs tillbaka till marken. Av växtnäringsbalanserna framgår att det sker en nettobortförsel i detta flöde med mjölk, kött och oskördade avsaluprodukter från växtodlingen. Detta kompenseras av tillförsel från de tidigare nämnda markprocesserna med djupa rötter och symbios med rotsvampar (mykorrhiza) och vittring av mineralämnen djupare ned i marken och som i den biodynamiska driften på Skilleby även fört till en långsam ökning av växtillgängliga mineralämnen i marken[84]. De biodynamiska preparatens betydelse för dessa processer kunde påvisas från ett av åren i de långliggande försöken på Skilleby. Halterna av analyserade spårämnen och även fosfor visade signifikant högre värden i de biodynamiskt behandlade leden jämför med leden utan användning av de biodynamiska fält och kompostpreparaten (Figur 33).

[84] Granstedt, A, 2008. Mineralämnesförsörjningen i ekologiskt kretsloppsjordbruk, https://docplayer.se/33342984-Mineralamnesforsorjning-i-ekologiskt-kretsloppsjordbruk.html



Figur 33. Resultaten för höstvete från det långliggande bördighetsförsöket på Skilleby 2006 visade att användningen av BD preparat i kombination med komposterad stallgödsel gav högre värden för 9 av 11 mineralämnen varav 6 av dessa (Mg, Mn, Ca, Cu, P och S) uppvisade signifikant högre värden (p <0,05) vid användning av de biodynamiska preparaten.

Av analyserna framgår att kvävehalterna är lägre i de biodynamiskt odlade produkterna medan det biologiska värdet är högre med en högre halt essentiella aminosyror. Ytterligare ämnen kan analyseras av betydelse för produkternas näringsegenskaper såsom antioxidanter. I UJ-försöken så var C-vitaminhalten 12 % högre i den biodynamiskt odlade potatisen, medan den för människan skadliga nitrathalten var lägre. Sådana skillnader har visats mellan ekologiskt och konventionell för många odlingsprodukter som rotfrukter och blad produkter[85] men som också som visats specifikt till förmån för biodynamisk odling i en doktorsavhandling i Giessen i Tyskland med högre vitaminvärde och lägre nitrat halt vid användning av biodynamiska preparat i jämförelse utan behandlingar vid ekologisk odling av Spenat[86]. En växt fysiologisk förklaring till skillnaderna är det överskott av kväve som finns de konventionellt odlade produkterna i jämförelse med de ekologiskt odlade produkterna och också det extra tillskott av energi som uppnås i biodynamisk odling genom ökning av fotosyntesen.

Råproteinhalten som ofta är högre i konventionellt odlade produkter, anger endast halten kväve i växtmaterialet (totalkväveinnehållet gånger en faktor 6,25 för spannmål) men säger ingenting om det är proteiner med ett lågt eller ett högt näringsvärde. Växten tar upp kvävet ur marken som vattenlösliga salter och syntetiserar det tillsammans med kol, syre, väte och svavel, till allt mer komplexa proteiner genom levande processer i följande steg; amider,

[85] Vogtman et al 1987. *Nitrat und vitamin C gehalt Gehalt bei verschieden Sorten von Kopfsalat und unterschiedliche Düngung*. Ernährungs-Umschau 34:1 12-16.

[86] Elsaidi, S., M., 1982. *Das Nachernteverhalten von Gemüse, in besonders Spinat (Spinata Oleratea), unter besonderer Berücksichtigung der Nitratanreicherung in Abhängigkeit von den Lagerbedingungen und der Düngung* (Diss. Giessen) Giessen.

aminosyror, peptider och renprotein. En lägre halt renprotein av mängden råprotein, visar på en högre andel ofullständiga kväveföreningar, vilka inte sammanfogats till proteiner såsom amider, ammoniumsalter och nitrat, som i alltför höga halter är giftigt för småbarn. Mängden renprotein är ett kvalitetsmått som berättar om hur mycket av det upptagna kvävet som syntetiserats till äggviteämnen (protein).

Motståndskraft mot nedbrytande organismer under odling och lagring

Vid överskott av kväve så är tillgången på energi en begränsande faktor för bildande av protein vilket medför att det blir en högre halt av lågvärdiga glutenproteiner, men försöken visar att även motståndskraften mot skador och sjukdomar blir nedsatta av växtfysiologiska orsaker, av sköra cellväggar och av tätare mer vegetativa bestånd. Det kan vara svårare att förstå de skillnader som visar sig mellan biodynamisk odling och ekologisk odling utan biodynamiska preparat. Här ger de s.k. ljus-skuggaförsöken en vägledning där det biodynamiska kiselpreparatet verkar förstärkande på upptag av ljusenergi, där själva fotosyntesen ökar såväl substansuppbyggnad, som växtens försörjning med energi, för tillväxt och motståndskraft[87].

I sitt licentiatarbete från år 1970 (nu 50 år sedan) om matpotatisens kvalitetsegenskaper, så framhåller Bo Persson att potatisen tycks ha en ganska låg kapacitet att omvandla stora mängder lågt uppbyggda kväveföreningar (amider, fria aminosyror och nitrat) till högt uppbyggda komplexa proteiner (renprotein). Denna begränsning leder till att vid alltför riklig tillgång på kväve, så blir det höga halter av de mera ofärdiga proteinföreningarna. Med denna förklaringsmodell så blir det förståeligt att vid en hög tillförsel av växttillgängligt kväve så kan det bli en hög skörd, men egenskaperna försämras i flera avseenden, vilket kan mätas i de kvalitetsundersökningar som utförts i försöken med mätning av nitrathalt och halten fria aminosyror som inte sammanfogats till proteiner. Det blir då också mer förklarligt att kvalitetsskillnaderna visar sig i fysiologiska egenskaper, såsom blötkokning, mörkfärgning och en försämrad förmåga att motstå nedbrytning i laboratorietester (s.k. extraktsönderfall) och en försämrad lagringsduglighet. De proteiner som bildas har också till uppgift att skydda såväl växten som dess övervintringsdelar, potatisknölarna, mot angrepp av s.k. lagringsrötor. Torrsubstanshalten, vilken blir lägre vid för stark gödsling och ger mjukare växtvävnader och sämre skalbildning, är också viktiga faktorer. Inte enbart mineralgödsel utan även en överdos av organisk gödsling, särskilt om den inte är komposterad utan har en hög halt växttillgängligt kväve, kan försämra de nämnda kvalitetsegenskaperna. Mulljordar som lätt avger kväve, ger också sämre kvalitetsegenskaper än mineraljordar. En väl omsatt kompostgödsling innebär att potatisen blir försörjd med kväve i en takt som den kan utnyttja.

I Järnaförsöken så ingick utöver potatis, även vete som testgröda i såväl Josef Dlouhýs doktorsavhandling och i Bo Pettersons rapporter från K-försöket, som i den delen av samarbetsförsöket (det s.k. UJ-försöket) pågick under nio år i Järna. Utöver skördarna, utfördes, som visats, både kvantitativa och kvalitativa undersökningar. Det finns mycket forskning om vete och där läggs en stor vikt vid dess bakningsegenskaper, vilka är beroende av såväl proteinhalten som stärkelsen. Bakningsegenskaperna påverkas av bland annat glutenhalten, som i bageriindustrin kallas för kvalitet, där det krävs en hög råproteinhalt för att den ska betraktas som brödvete. Som förväntat så var råproteinhalterna lägre i det biodynamiskt odlade vetet, men det biologiska värdet i form av halten av de för enkelmagade varelser, livsnödvändiga essentiella aminosyrorna, såsom Lysin och Meteonin, var högre för de biodynamiska leden i samtliga undersökningar.

[87] Klett, 1968. *Untersuchungen über licht und Schattenqualität im Relation zum Anbau und Test von Kieselpräparaten zur Qualitätshebung*, Darmstadt.

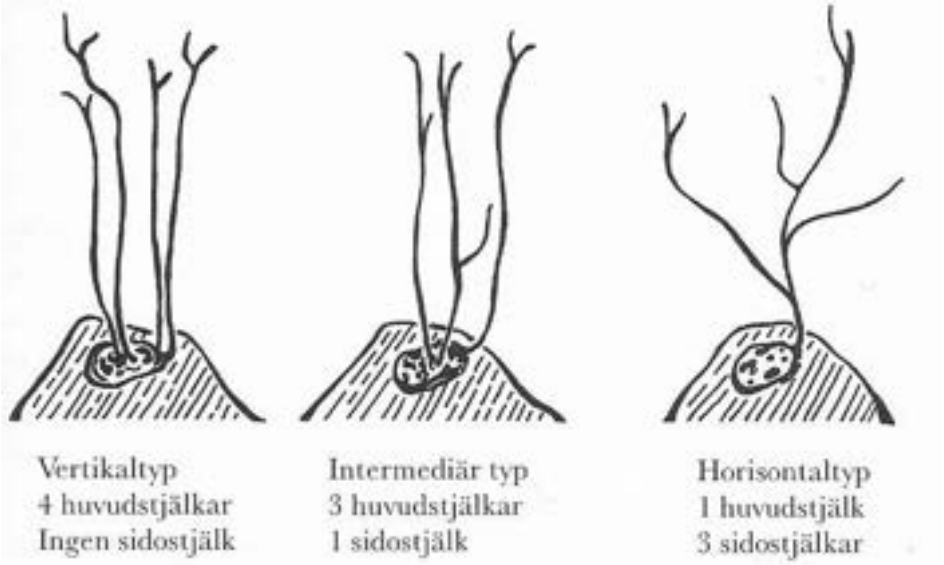
Spannmål som lagras vid höga vattenhalter, angrips av lagringssvampar som kan bilda svampgifter (Mykotoxiner) av hög giftighet. Vid en hög tillförsel av kväve, så blir kärnorna större och avmognaden ojämnare. Vid skörden, så kan en viss andel icke mogna, ännu gröna kärnor förekomma, vilket försvårar torkningen och leder till större risk för förekomst av svampgifter i konventionellt odlad spannmål och kan även följa med i kött och mjölkprodukter. Detta behöver inte endast vara en lagrings och torkningsteknisk fråga, utan också att överskottet av kväve i kärnan, leder till svampbildning och bildning av svampgifter[88].

Då det gäller animaliska produkter, så är det aktuellt att även undersöka fettsyresammansättningen, där en mer grovfoderätande djurhållning, såsom fallet är på biodynamiska gårdar, leder till en högre andel omättade fettsyror i mjölken[89].

Växtsätt och formbildning

Produkternas substansinnehåll och sammansättning, visar resultaten av de uppbyggnadsprocesser som sker hos växten. Genom morfologiska studier (studier av form och gestaltbildning), så kan man följa dessa uppbyggnadsprocesser även i växtens yttre. Växten är inte densamma från dag till dag. Växten har vad man kan kalla en tidsgestalt.

Bo Pettersson introducerade en teknik att bedöma kvaliteten på odlingsprodukterna, baserad på grödornas växtsätt. Kvoten mellan huvudstjälk och sidostjälkar på potatisblasten, visade sig stå i ett visst sammanhang med gödslingen. Vid en alltför kraftig gödsling, med ett överskott av kväve, leder detta fram till ett lågt förgrenat växtsätt som överensstämmer med andra negativa egenskaper, såsom en hög nitrathalt, en hög halt fria aminosyror med fysiologiska egenskaper, såsom ett snabbare extraktsönderfall och en sämre lagringsduglighet. Morfologiska studier kan bli en metod, till att bättre förstå hur man ska gödsla produkterna på rätt sätt (Figur 34).



Figur 34. Potatisblastens växtsätt visar en mer förgrenad och lågt växande utbredning, vid en ökad tillförsel av gödsel.

[88] Häggblom, P. and J.Ghosh, 1985. Posthvest production of Ochratoxin A by Aspergillus ochraeus and Pinicillium viridicatum in Barley with different proteinlevels, Applied and Environment Microbiology Apr 1985 p. 785-790.

[89] Baars T., et. al. *Patterns of Biodynamic Milk Fatty Acid Composition Explained by A Climate-Geographical Approach.* Animals, Volym 9, Issue 3.

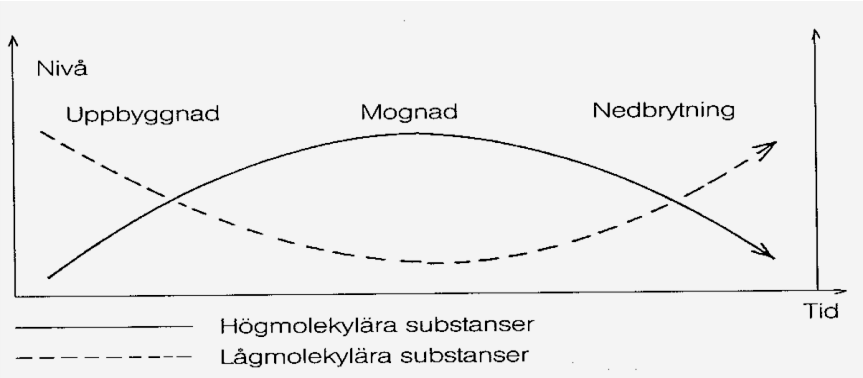
Vid den naturvetenskapliga sektionen för naturvetenskap, vid den fria högskolan för antroposofi i Dornach i Schweiz, så har man bedrivit omfattande studier av olika växter och hur dessa utvecklas från groning till fröbildning. Jochen Bochemühl, som tillsammans[90] med forskare knutna till den naturvetenskapliga institutionen i Goetheanum, har i sitt arbete relaterat växtens morfologiska utveckling till olika växtmiljöer och till hur växterna ingår som delar i landskapet, med dess förvandling, där även människan tas in i perspektivet. Detta sker i än högre grad, då man även börjar studera landskapsgestaltning och odlingslandskapets utformning med forskare som Thomas von Elsen[91].

Under sin tillväxt, så förvandlar växten sin yttre form. Särskilt uttrycksfullt är bladens utformning och förvandling. Skillnader i miljö och tillgång på näring återspeglas i växternas gestaltbildning. På motsvarande sätt sker en förändring av substansbildningen.

Biologen Wolfgang Schad beskriver med utgångspunkt från Goethes metamorfos, den levande växten som en tidsorganism[92]. Växten genomgår en förändring över tid, från de första hjärtbladen, blad efter blad, till de sista småbladen, sedan metamorfosernas även blomman med sin stegvisa förändring, fram till frukt och fröbildning. Den levande växten är förståelig, först när hela dess biografi genom årsloppet tas i betraktande.

Växten som tidsorganism

Inom den biodynamiska forskningen, så är studiet av växten som tidsorganism viktigt för förståelse av livsmedelsgrödornas kvalitetsegenskaper[93] (figur 35). I början av växtperioden, dominerar s.k. lågmolekylära substanser, såsom olika salter och nitrat, som växten tar upp ur markvätskan. Vid mognadsfasen dominerar mer högmolekylära komplexa föreningar. Dessa har särskilt stor betydelse för näringsvärdet och blir påvisbara i form av vitaminer, antioxidanter, högvärdigt protein och sockerarter.



Figur 35. Uppbyggnads- och nedbrytningsförloppet i växten. Schematiskt beskrivet av Bo D. Pettersson år 1987. Växten som tidsorganism med uppbyggnad och nedbrytning av levande organisk substans, vilket kommer till uttryck i substanssammansättning och formbildning över tid. Själva kvalitéten i biodynamisk odling, kan studeras genom kemiska analyser, som t ex visar produkternas grad av mognad (vitamininnehåll, proteinets biologiska värde, sammansatta sockerarter), fysiologiska egenskaper såsom lagringsduglighet (extraktnedbrytning) och som formbildande förmåga.

[90] Bockemühl, J. 1984. Erwachen an der Landschaft. Goetheanum, Naturwissenschaftliche Sektion; Bockemühl, J, Järvinen, K, 2005. Auf den Spuren der biologisch-dynamischen Präparatepflanzen. Lebensorgane bilden für die Kulturlandschaft, Verlag am Goetheanum, Dornach 2005.

[91] Elsen, T. v. 2006. Landschaft entwickeln. Zum siebten Vortrag von Steinerslandwirtschaftlichem Kurs. – Lebendige Erde 1: 6-7, Darmstadt.

[92] Shad, W 2003. Chronobiologie ist Ätherforschung. Tycho Brahe Jahresbuch für Goetheanismus, 2003.

[93] Granstedt, A. 1993. Biodynamisk odling i forskning och försök. Telleby Bokförlag, Järna

Biokemiskt så består liv av proteiner som bildas i den levande cellen. Proteinerna finns i en mångfald av sammansättningar och strukturer, som genom sin tredimensionella form, har specifika funktioner för att upprätthålla livsprocesserna i den aktuella organismen, växten eller organdelen, och som ständigt förändras i tiden. De svarar för uppbyggnad, tillväxt och också nedbrytning och död.

Under höst och vinter, så upplöses en betydande del av den växtbiomassa som vuxit till under vår och sommar. Inom markvetenskapen så benämnes detta mineralisering. De komplexa strukturer som karakteriserar den levande organismen bryts ned. Mineralämnena och salterna som ingår i det levande löses nu upp i vatten, i den mån de inte ingår i humusbildningen. Det är dessa i marken lösta, mineralsalterna som är grunden för skapandet av nytt liv. De salter som lösts i vatten, genomgår på vintern också en kristallbildning, då marken fryser till och isblommor växer ut som rimfrost på träd och buskar.

Forskning om de formbildande krafterna i det levande

Ehrenfried Pfeiffer beskriver hur han sökte efter metoder för att kunna påvisa och studera verkningar av de formbildande krafterna i det levande. Av sin lärare i antroposofi, Rudolf Steiner, fick han rådet att arbeta med kristalliserande mineralsalter[94]. Frukten av dessa försök blev ”kopparkloridkristallisationsmetoden”[95], som används i biodynamisk forskning. Denna metod kan även användas för studier av de formbildande krafterna i organvävnader i djurriket, samt i blodspektrumanalyser.

Indunstar man en saltlösning till en viss saltmättnadsgrad, så börjar nålformiga kristaller bildas och ansamlas oordnat från centrum ut mot periferin. Då organiska substanser tillförs till lösningen, så inverkar dessa på saltets utkristallisering. I stället för oordning så formas då nålgrupperingarna till ordnade ”kristallnålbilder” av en bestämd form och mönster, vilka är specifika för den växt, växtdel, eller det organ som den organiska substansen kommer ifrån.

För att genomföra kristallisation av en växt, så bereder man ett extrakt genom söndermalning av antingen nyss skördade växtdelar såsom blomma, blad, frukt, rot eller lagrade produkter som rotfrukter eller sädeskorn. Detta slammas upp i destillerat vatten, innan det får stå i rumstemperatur upp till en timme, för att därefter filtreras ut till en klar vätska utan synliga partiklar. Extraktet tillsätts så till kopparkloridlösningen, plus destillerat vatten. Den optimala mängden växtsubstans i förhållande till mängden kopparklorid, utprovas i särskilda koncentrationsserier.

Lösningen med mineralsaltet och växtextraktet får sedan indunsta på en glasskiva, vid för ändamålet utprovade och kontrollerade koncentrations-, temperatur- och fuktighetsförhållanden. En glasring på skivan håller vätskan på plats. Mängden 6 ml lösning till en innerdiameter på 9 cm, med en temperatur på 30°C och med en relativ fuktighet på 60–70 %, innebär att kristallisationen startar efter 9 timmar och är färdig efter 11 timmar, då bilderna kan arkiveras eller fotograferas.

Såväl formen som kristallförgreningarnas karaktär är karakteristisk för just den växt vars extrakt man tillsatt. Resultatet påverkas också av från vilken växtdel extraktet tagits, vid vilken tidpunkt i växtens utveckling och även vid vilken tidpunkt på dygnet, växten är snittad från sin växtplats, samt under vilka betingelser växten är odlad.

---

[94] Meyer, T. 1999. Ein Leben für den Geist, Ehrenfried Pfeffer 1899–1961.

[95] Selawry, A. 1987. *Ehrenfried Pfeiffer, Pionier Spirituellen Forschung und Praxis. Begegnungen und Briefwechsel.* Philosofisch-Antroposophischer Verlag am Goetheanum, Dornach.

Pionjären för biokristallisationsmetoden här i Norden är Magda Engqvist och hon beskriver hur ämnena blir tjänare åt en helhetsimpuls som strålar in i växtens minsta delar, en impuls som verkar utifrån och in. Enskilda cellgrupper och hela cellsystem är i sina funktioner bestämda av denna helhetsimpuls. Kristallisationsbilden ger oss möjlighet att iakttaga dessa omkretskrafter, som verkar i det levande.

Utan tillsats av växtsaft, hopas kristallnålarna i kaotiska stjärnmönster på kristallplattan. Tillsätts växtsaft upphävs i olika grad de centralkrafter som verkar i det oorganiska. Det uppstår samordnade förgreningar som böjer av i karakteristiska, bågformade linjer. Medelpunkten för dessa båglinjer ligger företrädesvis utanför kristallbilden.

Magda Engqvist studerade också hur kristallbilderna förändras över tid, från omognad till mognad och åldrande. Då det levande upphör att verka, går substansen mot sin nedbrytning till mineraler och kristallbilden går mot sin ursprungliga kristalliniska form. Återigen har vi här en upprepning av vad som sker i naturen.

Kristallisationsbilder av rötter visar förgreningar från centrum ut i periferin. Bladformerna är ofta vackert symmetriskt formade hålformer. Likheter finns i formbilderna mellan vissa växters hålformer och bilder från organ från djur och människa. Exempelvis så ger blad från hjärtläkeväxten Fingerborgsört (Digitalis Purpurea L.) karakteristiska polygonformer, vilka liknar de bilder man får av kopparkloridkristallbild på extrakt av hjärtmuskeln. Blommor och frukter ger för vissa växter mycket karakteristiska asymmetriska spiralformer.

Kvalitet utöver det väg- och mätbara

För studier av det levande så behöver den fysiska världens väg- och mätbara fenomen kompletteras med de metoder som påvisar hur formande krafter verkar in i det levande. Att dessa formbildande krafter är något som verkar utöver de fysiska krafterna, blir uppenbart då livet upphör att verka. När organismen dör, faller den sönder i sina oorganiska mineraliska beståndsdelar som återigen blir underkastade enbart de fysiska oorganiska lagbundenheterna.

Vid bedömning av odlingsprodukters värde som näringsmedel, så är det angeläget att arbeta med metoder som inte enbart mäter de fysiskt mätbara egenskaperna, utan också undersöker de formbildande och organiska substansbildande krafter som är aktiva i den levande växtens olika delar. Även det nedbrytande förloppet då växten dör.

Nedbrytningen av odlade produkter sker olika snabbt beroende på odlingsbetingelserna. En biodynamiskt odlad morot bryts ner mer långsamt jämfört med en konventionellt odlad. Detta kan följas kemiskt, men även uttryckt genom den formande förmåga som finns bevarad i växtsaften (figur 36 0ch 37). Det är en angelägen uppgift för forskningen att bättre förstå vad denna ”vitalkvalitet”, som vissa forskare kallar den, har för betydelse för närings- och hälsovärde.

Det inledningsvis beskrivna sambandet mellan ljuset och formbildningen hos växten visar sig kunna förstärkas genom de biodynamiska odlingsåtgärderna. Vid ljus- och skuggförsök, så visar det sig att de speciella preparat som används i biodynamisk odling har samma effekt som FÖRSTÄRKT LJUS!

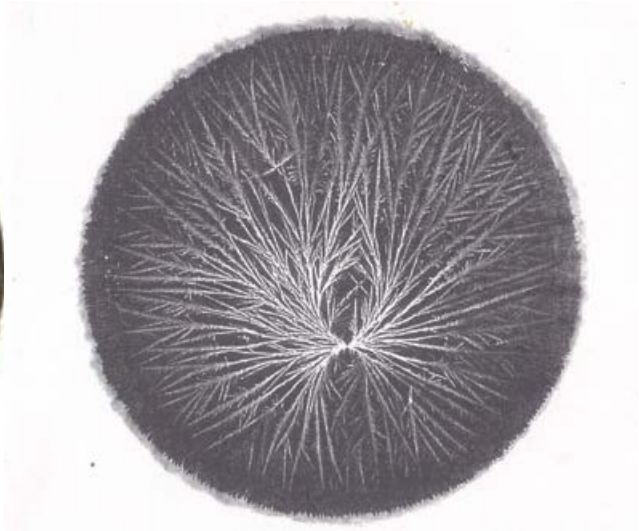
Även markens humusbildande förmåga förstärks[96]. Detta kan även studeras med kvalitativa metoder, utöver det väg- och mätbara.

Såväl morfologiska studier, som tolkning av resultat från bildskapande metoder, kräver övning. Forskaren måste skolas som iakttagare i sitt tänkande. Några forskare har här brutit ny mark.

Biokristallisationen är i dag etablerad som forskningsmetod tack vare forskaren Jens Otto Andersen i Danmark som doktorerade på metoden år 2001 sedan han redan som ung student hade varit i Järna och lärt känna metoden av Magda Engkvist och Bo Pettersson[97]. I dag är en hel grupp forskare verksam med att vidareutveckla metoden i förbindelse med biodynamisk odling[98].

Figur 36.

Ren kopparkloridlösning (1,5 g $CuCl_2$) utkristalliserad utan tillsats (Selawry, 1957, Die Kupferchloridkristallisation).



Figur 37.

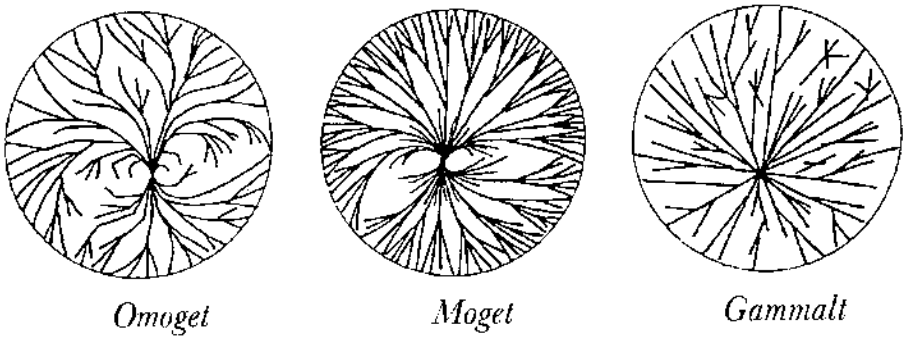
Kopparkloridlösning med tillsats av extrakt från växten Veronica officinalis, blad (Granstedt, A. 1960, tidskriften Natura).

[96] Granstedt, A. & L., Kjellenberg, 2008. Organic and biodynamic cultivation – a possible way of increasing humus capital, improving soil fertility and being a significant carbon sink in Nordic conditions. Second Scientific ISOFAR Conference in Modena 18-20 June 2008.

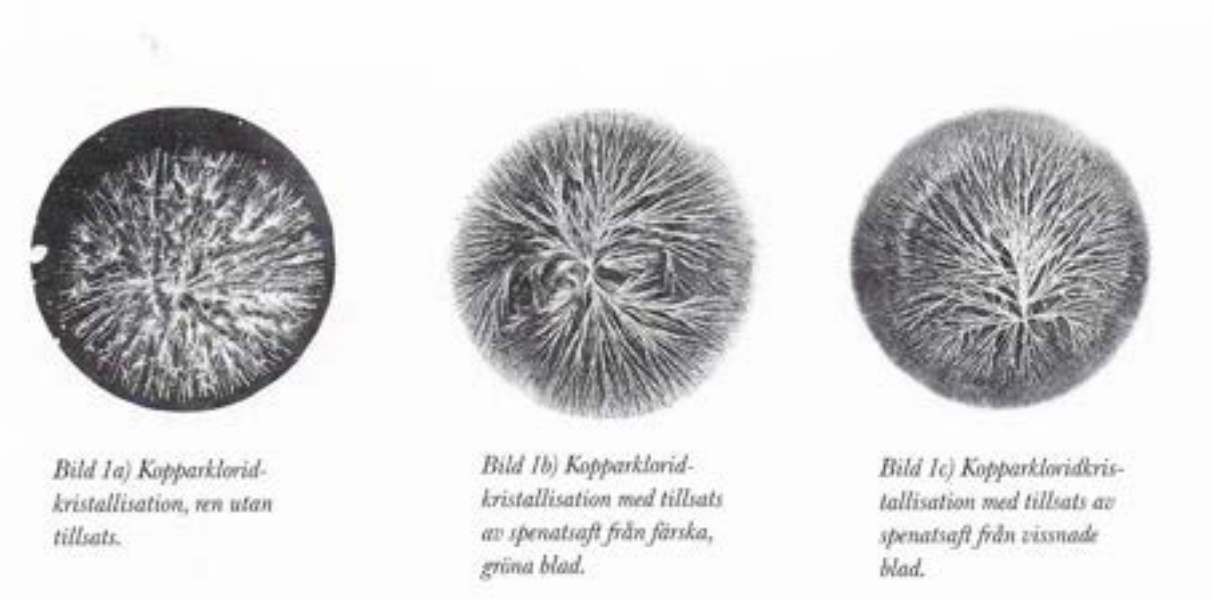
[97] Andersen, J. 2001, *Development and Applicationof the Biochrystalisation method*. Repport no 1 Biodynamic research association Denmark. Revised version of Ph.D. thesis from Royal Veterinary and Agricultural university of Copenhagen Institute of Agricultural sciences

[98]

Doesburga, P., Huberb, M., Andersen J., Athmannd, M., van der Bieb G., Fritzd, J. Geiere, U., Hoekmanf, J., Kahlg, J., Mergardtg G., & N.,Busscherg 2014 *Standardization and performance of a visual Gestalt evaluation of biocrystallization patterns reflecting ripening and decomposition processes in food samples.* Biological Agriculture & Horticulture
http://www.tandfonline.com/loi/tbah20



Figur 38. Inverkan av omogna, mogna och åldrande rödbetor på kristallbilden, schematiskt återgivet. Källa, Engkvist, M. 1982: Livsprocesser i växten och deras återspegling i kopparklorid kristallisationsbilden.



Figur 39. Kristallisationsbilder som illustrerar kopparklorid utan tillsats (1a) ordnade (1b) respektive oordnade kristallstrukturer (1c). Källa, Engkvist, M. 1982: Livsprocesser i växten och deras återspegling i kopparklorid kristallisationsbilden.

Växten i ljus och skugga

I det biodynamiska forskningsarbetet så är växtens förhållande till ljus och skugga, viktiga hjälpmedel för en förståelse av kulturväxternas kvalitetsegenskaper och det kan, som beskrivits, verka utjämnande mellan årsmånsväxlingarna i klimatet. De här beskrivna resultaten, kan inordnas i den sammanställning som återges i figur 37av Lars Kjellenberg och Lennart Karlsson i deras rapport från år 1989, över de Biodynamiska preparaten i forskning och försök[99]. De första stegen på denna började i och med att man lät växter utvecklas i ljus och skugga ([100] ,vars resultat bearbetades vidare

[99] Kjellenberg L. och Karlsson L. 1989. *De biodynamiska preparaten i forskning och försök.* Nordisk forskningsring meddelande nr 33, Järna. Rapporten finns nu i en ny av Lars Kjellenberg fram till år 2005 uppdaterad version,

[100] Engkvist, M, 1963. *Pflanzenwachstum in Licht und Schatten. Nordisk forskningsring meddelande nr 6.* Järna

av Bo Pettersson och Kjell Arman år 1979[101]. En försvagad ljusverkan, dvs skuggverkan, försämrar kvalitetsegenskaperna på motsvarande sätt som mineralgödsel. Ljus däremot, verkar på likartat sätt som organisk gödsling. Sandjord verkar i riktning mot ökat ljus, medan mulljord och stor nederbörd har en skuggverkan.

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	"
"	Råprotein	"
"	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 40. Sammanställning över egenskaper/analysvärden för växter i ljus respektive skugga, hur är verkan av några tillväxtfaktorer och hur är verkan av användning av biodynamiska preparat Enligt sammanställning Kjelleneberg och Karlsson år 1989 0c.

Dessa ljus och skuggverkningar verkar på substansbildning, hållbarhet, kulturväxternas morfologi och formbildningsförmåga, så som det också kan studeras med hjälp av kopparkloridkristallisationsmetoden. Användningen av de biodynamiska preparaten visar sig stärka ljusverkningarna och motverka verkningar av skugga, särskilt det biodynamiska kiselpreparatet.

SLUTORD OCH SAMMANFATTNING

Odlandet innebär att begripa och förädla den naturgivna levande jorden, att den skall förmedla till oss människor de gåvor som när och klär oss. Den naturgivna förekomsten av de för oss människor näringsbehovs lämpliga växterna och djuren, kunde en gång föda och nära, endast ett begränsat antal millioner människor. Då vi lämnade samlandet och jakten som överlevnadsnödvändighet, har vi människor lyckats och kunnat förädla jord, växter och djur, till att föda allt fler människor. Avgörande steg i den utvecklingen var utvecklingen av våra kulturväxter och våra husdjur, det som i dag kallas för sortförädling och avel. Det har alltid varit en fråga om att inte ta ut mer än vad som kan återskapas (regenereras). Under lång tid så har fisket varit en betydande naturgiven och inte helt

[101] Arman, K och B. D.,Pettersson 1979. *Alternativa odlingsformer 3*, Biodynamisk odling. LT:s förlag, Stockholm.

utnyttjad födotillgång, men som nu måste begränsas. I dag föder jorden mer än 7 milliarder människor och det är troligt att vi kan bli upp emot 10 milliarder människor, om inget katastrofalt inträffar i form av sjukdomar som vi inte kan bemästra eller naturkatastrofer. För det är nu en smärtsam realitet för jorden, att vi ständigt lyckats producera mer och mer av de växter och djur som vi tror kan ge ”rätt” näring till oss människor.

Fram till helt nyligen så var denna agrara utveckling helt begränsad av det naturgivna. Men vi människor har förmåga att kultivera och göra jorden så den blir mer bördig och fruktbar till nästa generation men vi kan också skada jorden och kortsiktigt förbruka dess resurser. Där ett överutnyttjande av jorden skett, har kulturerna gått under. All odling av näringsväxter såsom brödsäd och rotfrukter, tär på jorden. En gång röjde vi människor ny mark med eldens hjälp; svedjejordbruket förekom fortfarande in i modern tid, även här i Norden och detta innebar en kortsiktig rovdrift om marken ej fick vila och regenereras i några år innan den åter odlades. Redan då vi sätter hackan, spaden eller plogen i jorden, börjar det genom naturhistorien skapade humuskapitalet att brytas ned och då vi skördar produkterna, så för vi bort näringsämnen från jorden. I boken ”Morgondagens Jordbruk” beskriver jag hur vi här i Norden fick ett bofast jordbruk, i och med utvecklingen av det tusenåriga slåtterjordbruket med en integrering mellan åkermarkens växtodling och en djurhållning bestående av huvudsakligen idisslare, vars gödsel regenererade åkerns mull och näringskapital. Även svin och hönsfågel ingick i denna mångfald, vilket kunde förädla allt icke för oss ätbart, till mat och gödsel. Kor, får och getter, fordrade stora arealer ängsmarker, vilka kunde ge foder till djuren och näring till oss människor och gödsel till jorden.

Men mot slutet av 1700-talet, så kom allt fler år av svält, vilka drabbade de nordiska folken. Sverige lyckades vända en svält situation, där vi tidigare kunde föda maximalt två millioner människor, till att vi mot slutet av 1800 talet kunde livnära en befolkning på 5 millioner människor, därför att vi på 100 år lyckades lära oss att bruka jorden på rätt sätt, att istället för utarmning, öka jordens bördighet och produktionsförmåga. Vi lärde oss av andra länder i Europa, vilka gått igenom samma utveckling tidigare, fundamentet för det som även i dag är ett uthålligt jordbruk: växtföljder med tillräckligt stor andel av de växter som genererar jorden, nämligen fleråriga vallar med baljväxter, integrerat med de idisslande djuren, vilka kan äta det vi inte kan äta men som ger tillbaka gödsel till marken. Detta växtföljds och med djuren integrerade jordbruk, befrämjade också att de nordiska länderna kunde överleva utan massvält under de två världskrigen, då varken livsmedel eller det som kallas för produktionsmedel, kunde importeras -visserligen med ransoneringskort, som förhindrade att de rika ej övergöddes på de fattigas bekostnad. Här i Sverige kunde vi föda 7 millioner människor på lokala och förnyelsebara resurser fram till andra världskrigets slut.

Det ligger egentligen något berättigat i, då man beskyller det som i dag kallas ekologiskt jordbruk, för ett gammaldags jordbruk. Det jordbruk som lärdes ut på de cirka 50 lantmannaskolorna i början på 1950 talet innan dagens industriella jordbruk slagit igenom, var en slags högkultur. Stor okunskap råder tyvärr i dag om detta. Jag tror det är få ekologiska gårdar som lever upp till den skicklighet som då utvecklades, men man har nu börjat återupptäcka och vidareförädla äldre sorter (benämnda som ”kultursorter”) av spannmål, som klarar variationerna i olika markförhållanden och därmed kan söka sig djupare ned i marken för sin näringsförsörjning. Den skonsamhet gentemot marken som det tidigare bruket av hästar och ännu tidigare dragoxar innebar, är svårt att ersätta med dagens teknik. Stora förhoppningar finns dock på en ekologisk teknik som kan vidare utveckla det ekologiska jordbruket till en förening av gammal beprövad kunskap till ett modernt biologiskt och tekniskt kunnande. Målet är att vi även fortsättningsvis kan driva jordbruket till att förse oss med den mat vi behöver, utan att som nu i en allt snabbare takt förstöra vår naturgrundval i form av biologisk mångfald, rent vatten, levande hav och att förhindra den nu hotande globala uppvärmningen.

Den biodynamiska odlingsimpulsen tillför nya aspekter på jordbruket som har svårt att bli accepterad, även av dem som tagit steget från det konventionella jordbruket till att driva jordbruket på naturens villkor enligt ekologiska principer. Detta trots de biodynamiska odlarnas praktiska erfarenheter och de resultat som framkommer från en omfattande forsknings och försöksverksamhet. Genom exaktförsök med upprepningar och reproducerbarhet på olika platser har det visats hur de biodynamiska odlingsåtgärderna kan ge bra skördar, höga mullhalter, gynna markens bördighetsegenskaper och ge en hög näringskvalitet på produkterna. Fältförsök och gårdsstudier visar att vi når ännu längre i att kunna förverkliga målsättningarna för ekologiskt lantbruk, om vi verkligen förverkligar en självförsörjande gårdsorganism, komposterar gödseln och även använder de biodynamiska preparaten. Dessa vidareutvecklades ur de rekommendationer som föreslogs av Rudolf Steiner på en lantbrukskurs för nu nästan 100 år sedan. Frågan som vi nu måste ställa oss är: vad är hindret för att vi inte använder medel som gör ett ekologiskt jordbruk mer framgångsrikt, inte minst då det gäller de för sådan odling så viktiga bördighetsegenskaperna i marken, vilka är så betydelsefulla också för mänsklighetens ödesfråga, klimatet. Svaret är vår tids vetenskapssyn.

En viktig fråga är också synen på näring. Hur påverkar maten oss människor utöver deras innehåll av viktiga näringsämnen och frihet från skadliga substanser. Det viktiga är inte kvantiteten näringsämnen utan kvaliteten. Visserligen är mängden protein lägre i den biodynamiska produkten men det protein som man intar när man äter biodynamiska produkter har en högre kvalitet mätbar i form av en högre andel högvärdiga essentiella aminosyror jämfört med konventionellt odlat under samma betingelser. De biodynamiska produkterna har också en hög lagringsförmåga och motståndskraft mot nedbrytning som här beskrivits som en hög organisationshöjd. Detta kommer också till uttryck i kristallbilden som hög formbildande förmåga.

Själv företräder jag den uppfattningen att det är dessa förmågor i odlingsprodukterna som är det som vi människor behöver som näring både för vår hälsa men också för våra mentala förmågor. Detta finns också bekräftat i försök som genomfördes med nunnor i ett kloster, kallad klosterstudien[102]. Under 2 veckor fick nunnorna konventionell mat, under 4 veckor biodynamiskt odlad mat och därefter 2 veckor konventionell mat. Nunnorna var under de olika tidsperioderna undersökta både fysiskt och mentalt. Resultaten visade lägre blodtryck, förbättrat immunförsvar (mätning av naturliga antikroppar), bättre allmänbefinnande och bättre förmåga att lösa matematiska problem under tiden de fick biodynamisk kost i jämförelse med tiden för intaget av den konventionella maten. ”Studien hjälper oss att vinna ett nytt slag av tänkande som är särskilt nödvändig om vi vill förstå den biologiskt-dynamiska ansatsen”[103] . Naturligtvis behöver fler studier göras av detta slag.

Frågan är hur maten och hur den odlas påverkar oss människor mentalt, vårt tänkande och rent fysiskt vad det gäller vår hälsa . Det var ett genombrott när det kunde visas ett möjligt samband mellan kosten och hur den odlas vad gäller eksem och allergier som skulle behöva studeras vidare.[104]Ett fruktbart samarbete inleddes mot bakgrund av detta mellan den biodynamiska lantbruksforskningen och läkare

[102] Huber, M. 2004. *Ernährungs-Qualität-Studie* (Klosterstudie), Nr. 13 Forschungsring für Biologisch-Dynamische Landwirtschaftsweise e.V. Darmstadt.

[103] Huber, M. 2009. Nahrungsmittelqualität und Gesundheit biologisch-dynamisch gesehen. In: Baars, T, Küsche, D und Werren D. Erforschung des Lebendigen. An Grenzen herkömmlicher Wissenschaft. Verlag Lebendige Erde, Damstadt.

[104] Swartz J, Lindblad F, Arinell H, Theorell T, Alm J. *Anthroposophic lifestyle and salivary cortisol are associated with a lower risk of sensitization during childhood*. Pediatr Allergy Immunol 2015 Mar;26(2):153–60.

Ett större jämförande projekt med skolbarn i skolor med olika kost planerades under flera år men kunde aldrig påbörjas av brist på ekonomiskt understöd och ovilja från berörda myndigheter att låta välrenommerade forskare göra de studier på skolbarn som skulle erfordras. När väl begränsade studier tilläts hade vi gett upp planerna för denna gång. Jämförelser skulle här göras både vad gäller miljökonsekvenser och hälsa med skolmat i waldorfskolorna i Järna med 100% ekologisk och mycket biodynamisk kost, någon av skolorna med ca 60 % ekologisk mat i Södertälje och skola konventionell skolmat. Förhoppningsvis kommer vi snarast kunna arbeta vidare med dessa frågor. Just nu söker vi anslag till utvärdering av de pågående försöken på Nibble gård vad gäller de skördade odlingsprodukternas kvalitetsegenskaper så att arbetet kan gå vidare.

Slutkommentar

Efter att nyss satt punkt är det bara att konstatera att ännu mycket mer väsentligt finns att återge att förmedla till en vidare krets utöver det begränsade antal forskare som annars tar del av vad som kommer fram i enskilda forskningsrapporter. Detta är vad jag sammanställa hittills i denna form. Det finns forskning rörande biodynamisk odling också i andra länder utanför Europa. Det kan därför finnas anledning att gå vidare med redogörelser i denna form i mån av intresse. Jag tänker då särskilt på det omfattande arbete som pågår i Indien som utöver omfattande biodynamisk odling också inbegriper mycket forskning och försök. Det finns också gränsområdet mellan mera traditionell naturvetenskaplig forskning och försök och andra som det kan uppfattas mera konstnärliga discipliner med växt- som landskapsstudier, rörelsekonsten Eurytmi och ett mera meditativt arbetet i förbindelse med odling och jordbruk och vars resultat också bör komma till en mer allmän kännedom.

Tack

Avslutningsvis vill jag framföra tack till de finansiärer som genom åren möjliggjort den forskning och försök som här beskrivits. Vad gäller Järnaförsöken är det Ekhagastiftelsen som gett det finansiella stöd som möjliggjorde de långligande försöken under Bo Pettersons tid vid Nordisk forskningsring, etableringen och driftens av samarbetsförsöken med nuvarande Sveriges Lantbruksuniversitet och därefter följande genombrott för den ekologiska odlingen men också en del av de senare årens arbeten i Järna och även utvärderingen av de långliggande försöken i Skåne. Under många år har vi också fått återkommande finansiering från det statliga forskningsrådet Formas samt dess föregångare Skogs och Jordbrukets forskningsråd, Stöden från EU under sex år möjliggjorde också det omfattande arbetet i projektet BERAS som koordinerades av stiftelsen Biodynamiska Forskningsinstitutet och som omfattade ett arbete i samtliga EU-länder runt Östersjön. I Järna är det framför allt Vidarstiftelsen och Stiftelsen Agape som under lång tid gett erforderligt stöd till arbetet och tillsammans med de biodynamiska odlarna upplåtit mark för försöksverksamheten. . Återkommande töd från Gyllenbergstiftelsen i Finland i form av stipendier har också haft stor betydelse för arbetet liksom också bidrag till fullföljande av denna skrift. Under de senaste tretioåren har det också funnits en vänkrets av enskilda och institutioner som kontinuerligt stött arbetet vars varma pengar också bidragit till erforderlig uthållighet i arbetet när ekonomin har sviktat. I det sammanhanget vill jag också tacka gåvogivaren Lars Magnusson som på ett väsentligt sätt bidragit till den biodynamiska forskningen de senaste åren och som möjliggjort också fullföljandet av denna skrift.

Till sist vill jag framföra mitt stora tack till dem som medverkat i korrekturläsning, rättningar och leyout av denna skrift och då särskilt nämna Håkan Hedlund, Marika Lundgren och Siri Lundström. Jag kommer också be min mångåriga kollega Agr dr Lars Kjellenberg att läsa igenom allt innan skriften går i tryck.

DE BIODYNAMISKA PREPARATEN

De biodynamiska preparaten är av två slag, Fältpreparat och kompostpreparat. De har nummerbeteckningarna 500–508.

Fältpreparat

Humuspreparatet (500) är framställt av kogödsel som fermenterats i kohorn, och som legat i matjorden över vintern. *Kiselpreparat* (501) är framställt av finmalen kvarts som packats in i kohorn, och fått ligga i marken under sommaren.

Bägge fältpreparaten utröres 1 timme i vatten och sprutas över åkern; *humuspreparatet* i droppform, eftermiddag/kväll, före eller strax efter sådd; *kiselpreparatet* sprutas i dimmform, i växande gröda och på förmiddagen när grödorna närmar sig mognadsstadiet. Humuspreparatet användes i mängder som motsvarar ungefär 50 g i 20 liter vatten per hektar åker. Av kiselpreparatet används ca 1 g utrört i 20 liter vatten per ha åker.

Kompostpreparat

Kompostpreparat består av följande växter: Rölleka, *Achilléa millifolium* (502); Kamomill, *Matricaria chamomilla* (503); Brännässla, *Urtica dioca* (504); Ekbark, *Quercus robur* (505); Maskros, *Taraxacum officinalis* (506); Vänderot, *Valeriana officinalis* (507); Åkerfräken, *Equisetum arvense* (508).

Preparaten bereds i djurorgan, utom nässlan som grävs ned och får förmultna i marken och valeriana där saften pressas ur blommorna och fermenteras. En sats kompostpreparat är lika med en portion av vart och ett av de sex preparaten. Varje portion är ca en struken tesked. En sats räcker till en kompost på ca 5 kubikmeter. Man använder aldrig mindre än en sats till en kompost.

Kompostpreparaten stoppas ned i komposten punktvis till halva djupet, och fördelas med en halv till en meters mellanrum i samband med anläggning av komposten. Kompostpreparaten kan också blandas in i flytgödsel och också röras ut under en kvart och sprutas ut. För mer detaljerade anvisningar och om beredning finns rådgivning och litteratur via *Svenska biodynamiska föreningen* http://www.biodynamisk.se/ och *Svenska Demeterförbundet* http://www.demeter.se/

Abele, U., 1973. *Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Planzenbau unter besonderer Berücksichtigung von Zaatzeit und Entitäten*. Ph.D. thesis University of Giessen.

Abele, U., 1978. *Ertragsteigerung durch Flüssigmistbehandlungen,* KTBL-Schrift 224. Darmstadt

Abele, U., 1987. *Produktqualität und Düngung, mineralisch, organisch, biologisch dynamisch*. Schriftenreihe Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Morsten, Issue 345. Landwirtschaft Verlag, Münster-Hiltrup. *Referat på svenska i: Granstedt, 1993. Biodynamisk odling i forskning och försök. Telleby bokförlag.*

Andersen, J., 2001, *Development and Applicationof the Biochrystalisation method*. Repport no 1 Biodynamic research association Denmark. Revised version of Ph.D. thesis from Royal Veterinary and Agricultural university of Copenhagen Institute of Agricultural sciences

Andren. O. et al.1990 *Ecology of Arable land—organisms, carbon, and nitrogen-cycling 40* www.researchgate.net › publication › 301338534_Ecolog.

Arman, K och B. D.,Pettersson 1979. *Alternativa odlingsformer 3*, Biodynamisk odling. LT:s förlag, Stockholm.

Arvidsson, T., 1983. *Effekten av kvartsmjöl och det biodynamiska kiselpreparatet 501 på spenat.* Enskilt arbete, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

Baars T., et. al. *Patterns of Biodynamic Milk Fatty Acid Composition Explained by A Climate-Geographical Approach.* Animals, Volym 9, Issue 3.

Badgley, C, Moghtader, J., Quintero, & E. Zakem, 2007. *Organic Agriculture and the global food supply.* Cambbridge University, Renewable Agriculture and Food Systems, vol 22. P 86-108.

Bockemühl, J., 1984. Erwachen an der Landschaft. Goetheanum, Naturwissenschaftliche Sektion;

Bockemühl, K., Järvinen, 2005. Auf den Spuren der biologisch-dynamischen Präparatepflanzen. Lebensorgane bilden für die Kulturlandschaft, Verlag am Goetheanum, Dornach 2005.

Arman, K. & B.D. Pettersson, 1979. *Alternativa odlingsformer 3*, Biodynamisk odling. LT:s förlag, Stockholm.

Bachinger, J., 1996. *Der Einfluss unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) auf die zeitliche Dynamik und die räumliche Verteilung von bodenchemischen und mikrobiologischen Parametern der C und N-Dynamik sowie auf Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen.* Diss. Univ. Giessen. Schriftenreihe Bd. 7, Inst. F. biol.-dyn. Forschung, Darmstedt.

Bochemühl, J., 1981. *Vom Leben des Kosmoshaufens.* Philosophisch-Anthroposophischer Verlag,

Dlouhý, J. 1981. *Alternativa odlingsformer, växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling.* Dept. of Plant Husbandry, Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Institutionen för växtodling. Sveriges Lantbruksuniversitet; 91, Uppsala.

Dlouhý, J. 1981. *Alternativa odlingsformer. Växtprodukters kvalitet vid biodynamisk och konventionell odling.* Avhandling. Institutionen för växtodlingslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

Dewes,1983. *Bedeutung des Hornes (Kuh- Stoffhorn) und der Vergrabungstife für die herstellung der Feld-präparate.* Lebendige Erde, Heft1 u 2, seit 12-17 und 56-61).

Doesburga, P., Huberb, M., Andersen J., Athmannd, M., van der Bieb G., Fritzd, J. Geiere, U., Hoekmanf, J., Kahlg, J., Mergardtg G., & N.,Busscherg 2014 *Standardization and performance of a visual Gestalt evaluation of biocrystallization patterns reflecting ripening and decomposition processes in food samples.* Biological Agriculture & Horticulture

Elsen, T. v., 2006. Landschaft entwickeln. Zum siebten Vortrag von Steinerslandwirtschaftlichem Kurs. – Lebendige Erde 1: 6-7, Darmstadt.

Engkvist, M., 1963. *Pflanzenwachstum in Licht und Schatten. Nordisk forskningsring meddelande nr 6.* Järna
Elsaidi, S.M., 1982. *Das Nachernteverhalten von Gemüse, in besonders Spinat (Spinata Oleratea), unter besonderer Berücksichtigung der Nitratanreicherung in Abhängigkeit von den Lagerbedingungen und der Düngung* (Diss. Giessen) Giessen.

Fritz, J., 2014. *Results of Scientific trials. In: Ueli Hurter (Ed), Agriculture for the Future.* Biodynamic Agriculture today, Verlag am Goetheanum.

Gissén, C. och Larsson I, 2008. *Miljömedvetna och uthålliga odlingsformer 1987*. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Landskap, Trädgård och Jordbruk. Rapportserie, Rapport 2008:1.Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds och jordbruksvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Goldstein W., A., Koepf, H. H., & C. J. Koopmans (2019). *Biodynamic preparations, greater root growth and health, stress resistance, and soil organic matter increases are linked.*

Granstedt, A., 1990. *Kväveförsörjningen I alternativ odling.* Avhandling i ämnet växtnäringslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

Granstedt, A. 1990. *Fallstudier av kväveförsörjningen i alternativ odling*. Alternativ odling 4. Avhandling. Institutionen för Ekologi och Växtproduktionslära. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Granstedt, A., 1992. *The potential for Swedish farms to eliminate the use of artificial fertilizers.* American Journal of Alternative Agriculture, vol. 6, no. 3, 122–131.

Granstedt, A., 1992. *Case Studies on the Flow and Supply of Nitrogen in Alternative Farming in Sweden. I. Skilleby-Farm 1981–1987*. Biological Agriculture & Horticulture, 9(1), pp.15–63. Available at: http://dx.doi.org/10.1080/01448765.1992.9754616

Granstedt, A., 1990. *Fallstudier av kväveförsörjning i alternativ odling = Case studies on nitrogen supply in alternative farming*. Uppsala: Forsknings- och försöksnämnden för alternativ odling, Sveriges lantbruksuniversitet. In Swedish with english summary.

Granstedt, 1992. American Journal of Alternative Agriculture, vol. 5.

Granstedt, A. 1993. *Biodynamisk odling i forskning och försök. Till minne av forskaren och jordbrukspionjären Bo D. Pettersson*. Telleby bokförlag.

Granstedt, A. 2000. *Stallgödselanvändningen i ekologisk odling. Resultat från fältförsök i höstvete i Järna 1991–1997*. Institutionen för ekologi och växtproduktionslära. Ekologiskt Lantbruk 26. Sveriges Lantbruks-universitet.

Granstedt, A., and G. L., Baeckström, 2000. *Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture.* American Journal of Alternative Agriculture, vol. 15, no. 2, pages 68–78. Washington University.

Granstedt, A. 2000. *Stallgödselanvändning i ekologisk odling, med hänsyn till hushållning med växtnäringsämnen och produktion i ekologisk odling*. Ekologiskt Lantbruk 26.. Sveriges Lantbruksuniversitet SLU.

Granstedt, A., Schneider, T. Seuri, P. & O. Thomsson, 2008. *Ecological Recycling Agriculture to Reduce Nutrient Pollution to the Baltic Sea*. Journal Biological Agriculture and Horticulture, 26(3), 279–307.

Granstedt, A. & L., Kjellenberg, 2008. Organic and biodynamic cultivation – a possible way of increasing humus capital, improving soil fertility and being a significant carbon sink in Nordic conditions. Second Scientific ISOFAR Conference in Modena 18-20 June 2008.

Granstedt, A, 2008. Mineralämnesförsörjningen i ekologiskt kretsloppsjordbruk,

Granstedt, 2012. *Morgondagens jordbruk*. Södertörns högskola.

Granstedt, A. 2016. *Biodynamisk odling och biodynamiska preparat. Så-och-skördekalendern 2016.* Biodynamiska Föreningen.

Granstedt A., L., Kjellenberg, 2017. *Carbon sequestration in long term on farm studies*. IFOAM Conference proceedings. Research Report Innovative research for organic 3.0 - Volume 1: Proceedings of the scientific track at the Organic World Congress 2017, November 9-11 in Delhi, India.

Huber, M. 2004. *Ernährungs-Qualität-Studie* (Klosterstudie), Nr. 13 Forschungsring für Biologisch-Dynamische Landwirtschaftsweise e.V. Darmstadt.

Huber, M. 2009. Nahrungsmittelqualität und Gesundheit biologisch-dynamisch gesehen. In: Baars, T, Küsche, D und Werren D. Erforschung des Lebendigen. An Grenzen herkömmlicher Wissenschaft. Verlag Lebendige Erde, Damstadt.

Häggblom, P. and J., Ghosh, 1985. Posthvest production of Ochratoxin A by Aspergillus ochraeus and Pinicillium viridicatum in Barley with different proteinlevels, Applied and Environment Microbiology Apr 1985 p. 785-790.

Jonsson, S. and K. Martinsson 1997. Slutrapport. *Öjebynprojektet - Ekologisk produktion av livsmedel.* Slutrapport inom programmet "Ekologiskt lantbruk" Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap SLU och Jordbruksverket (SJV).

Kjellenberg L. och L. Karlsson 1989. *De biodynamiska preparaten i forskning och försök.* Nordisk forskningsring meddelande nr 33, Järna.

Kjellenberg, L. 2016. *Polyacetylenes – In Organic and Biodynamic Carrots, 2016.* Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp.

Kjellenberg, L. and A. Granstedt, 2015*. Influences of Biodynamic and Conventional Farming Systems on Quality of Potato (Solanum Tuberosum L.) Crops: Results from Multivariate Analyses of Two Long-Term Field Trials in Sweden. Foods 4* (3), 440-462.

Klett, 1968. *Untersuchungen über licht und Schattenqualität im Relation zum Anbau und Test von Kieselpräparaten zur Qualitätshebung*, Darmstadt.

König, U.J. 1999. *Ergebnisse aus der Präparateforschung. Zusammengestellt und ausgewartet von Uli Johannes König*. Schriftenreihe 12. Institut für Biologisch Dynamisch Forschung, Darmstadt.

Meyer, T. 1999. Ein Leben für den Geist, Ehrenfried Pfeffer 1899–1961.

Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. und U., Niggli, 2002: *Soil fertility and biodiversity in organic farming.* Science 296: 1694-1697.

Mäder, P., Fliessbach, A.,Dubois D., Gunst L., Fried P. & U., Niggli, 2002. *Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming*. Science VOL 296 pp 1592-1597.

Mäder, P. und , J., Raupp (ed.) 1995. *Effects of low and high external input agriculture on soil microbial bio-mass and activities in view of sustainable agriculture*. Proc. 2nd Meeting Conc. Act. Fertilization Systems in Organic Farming, Oberwil, 15-16 sept. 1995.

Pettersson, Bo D. 1970. *Verkan av växtplats, gödsling och tillväxtreglerande substanser på matpotatisen kvalitetsegenskaper*. Nordisk Forskningsring. Meddelande nr 21.

Pettersson B. D. 1982. *Konventionell och Biodynamisk odling. Jämförande försök Mellan två odlingssystem* Nordisk Forskningsring. Meddelande; 32.

Pettersson, B.D., Reents, H.J. & , E..v., Wistinghausen, 1992. *Gödsling och markegenskaper. Resultat av ett 32-årigt fältförsök i Järna, Sverige*. Nordisk Forskningsring. Meddelande nr. 34.

Pfeiffer, E., 1938. *Die Fruchtbarkeit der Erde, Ihre Erhaltung und Erneüerung*. Die biologisch-dünamische Princip in der Natur.

Raupp, J. & U.J.König, , 1996. *Biodynamic preparations cause opposite yield effects depending upon yield levels*. Biological Agriculture and Horticultre, 13, 175–188.

Raupp, J.,& M.Oltmanns, (2003): *Unterschiedlich aktive C-Pools im Boden: C_{org}, POS, CO_2. 1. Effekte von Rottemist, biologisch-dynamischen Präparaten und Mineraldüngun*g. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 24.-26. Feb. 2003, Wien; Univ. für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, Wien; 449-450.

Steiner, R. 1924. *En lantbrukskurs*. Åtta föredrag hållna i Koberwitz vid Breslau 7–16 juni 1924. Kosmos Förlag 2005.

Salomonsson, L., 1986. *Studies on composition of proteins in Wheat from different growing systems*. Swedish university of Agricultural Sciences. Dissertation, Department of Chemistry and Molecular Biology, Uppsala.

Shad, W., 2003. Chronobiologie ist Ätherforschung. Tycho Brahe Jahresbuch für Goetheanismus, 2003.

Selawry, A., 1987. *Ehrenfried Pfeiffer, Pionier Spirituellen Forschung und Praxis. Begegnungen und Briefwechsel.* Philosofisch-Antroposophischer Verlag am Goetheanum, Dornach.

Swartz J, Lindblad F., Arinell H., Theorell T., & J. Alm, *Anthroposophic lifestyle and salivary cortisol are associated with a lower risk of sensitization during childhood*. Pediatr Allergy Immunol 2015 Mar;26(2):153–60.

Vogtman et al 1987. N*itrat and vitamin C gehalt Gehalt bei verschieden Sorten von Kopfsalat und unterschiedliche Düngung*. Ernährungs-Umschau 34:1 12-16.

Wistinghausen, E. von, 1979. *Was ist Qualität. Wie entsteht sie und wie ist sie nachzuweisen.* Istitut für Biologisch Dynamisch Forschung, Darmstadt. Germany.

Svenska Demeterförbundet http://www.demeter.se/index.php?id=17

Svenska Biodynamiska Föreningen https://www.biodynamisk.se/om-biodynamiskt/preparat-23042224

http://www.tandfonline.com/loi/tbah20

Long-Term Field Experiments on Biodynamic Farms in Sweden, 1987 – 2017.
http://sbfi.se/public/images/SBRI/Long-term_field_experiments_Jarna_maj_2019.pdf

https://docplayer.se/33342984-Mineralamnesforsorjning-i-ekologiskt-kretsloppsjordbruk.html

https://www.degruyter.com/view/journals/opag/4/1/article-p187.xml?language=en

https://www.researchgate.net/publication/230877772_Organic_Agriculture_and_the_Global_Food_Supply

https://www.degruyter.com/view/journals/opag/4/1/article-p187.xml?language=en

Nordisk Forskningsring, meddelande nr 36; http://www.jdb.se/sbfi/publ/Kförsöket.pdf

https://michaelfields.org/

http://hushallningssällskapet.se/workshop-odlingssystemforsoket-i-onnestad-avslut-och-framtid/