

Artur Granstedt och Lars Kjellenberg

Lantbruksorganismen som forskningsobjekt i det nordiska arbetet

De första långliggande försöken med biodynamisk odling 1958 - 1990

I de nordiska länderna Sverige, Finland, Danmark och Norge grundades Nordisk forskningsring för biodynamisk odling år 1949. Biodynamiska odlare, konsulenter och forskare möttes här årligen. Med utgångspunkt från Rudolf Steiners Lantbruksimpuls, samt därefter gjorda erfarenheter och försök försökte man gemensamt utveckla biodynamisk odling under skandinaviska förhållanden. Ett biodynamiskt forskningsinstitut inrättades i Järna i Sverige. Det första kända långliggande jämförande fältförsöket med biodynamisk odling etablerades här år 1958. Det omfattade åtta olika gödslingsystem i en fyraårig växtföljd. Alla grödor odlades alla år, utan upprepningar. Fyra av leden var med organisk gödsling motsvarande systemets beräknade gödselproduktion och tre var enbart mineraliskt gödslande i tre nivåer. Försöket kallades K-försöket (K för kvalitet) och genomfördes under 32 år. Det är det hittills längsta kända jämförande försöket med biodynamisk och ekologisk odling¹. Ett laboratorium inrättades för kvalitetsundersökningar av produkter från såväl försöket som från biodynamiska odlingar. Vid laboratoriet på utvecklades olika metoder för att påvisa kvaliteten hos produkterna, bland annat hållbarhetsundersökningar, nedbrytningstester och kopparkloridkristallisationsmetoden som introducerades i det nordiska arbetet av Magda Engkvist². Resultaten från produktundersökningar från olika odlingar var under lång tid vägledande också i det biodynamiska rådgivningsarbetet i Norden.

Åren 1971 - 1979 initierades och genomfördes nya jämförande försök mellan biodynamiska och konventionella odlingssystem. Nu var försöken upplagda så att de omfattade upprepningar som möjliggjorde statistisk behandling. Flera akademiska avhandlingar med jämförelser mellan biodynamisk och konventionell odling publicerades (Bo Pettersson,³ 1970, 1982, Josef Dlouhý⁴ 1981, Lennart Salomonsson⁵ 1987). 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 lagringsduglighet³. Multivariat statistik kunde senare bekräfta att biodynamiskt odlade led under alla år uppvisade en bättre kvalitet en

¹ Pettersson, B.D., Reents H.J. und Wisinghausen E.v. 1992. Düngung und Bodeneigenschaften, Ergebnisse einem 32-jährigen Feldversuches in Järna, Schweden Institut für Biologisch-Dynamische, Forschung Darmstadt.

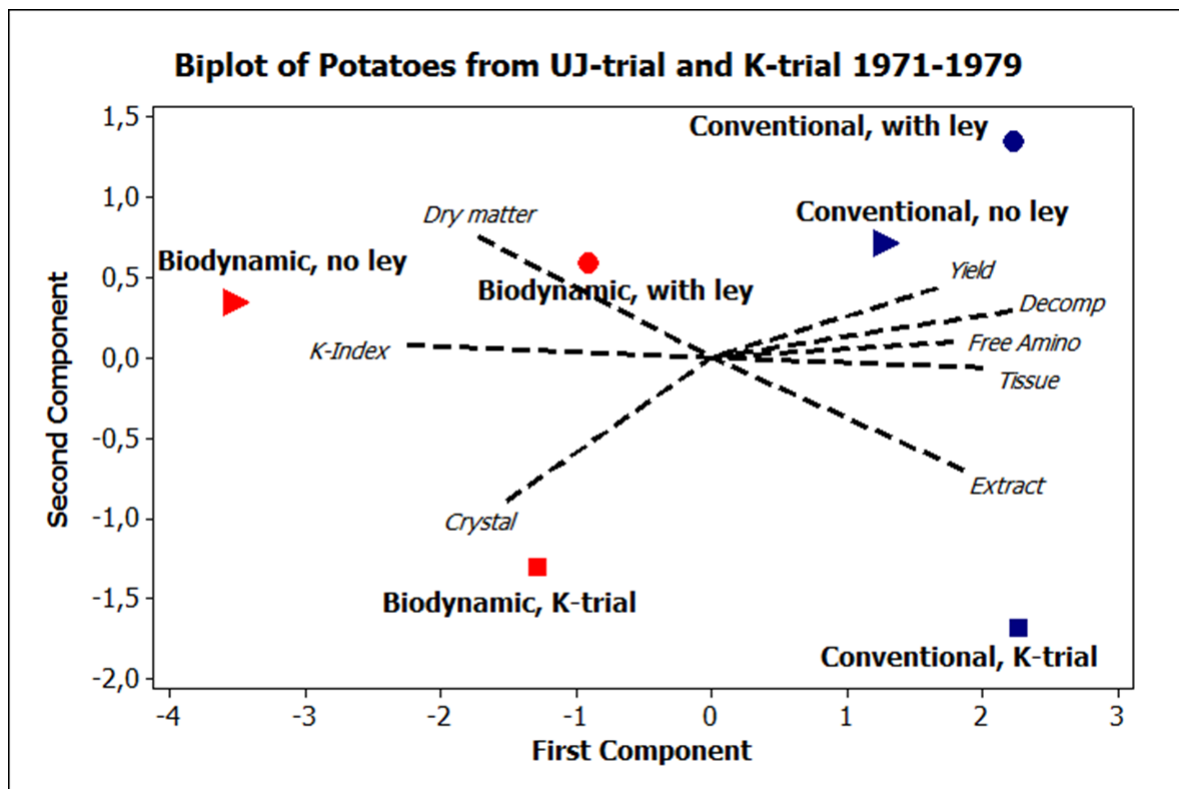
² Engkvist, M. 1975. Physische und lebensbildende Kräfte in der Pflanze. Verlag Vittorio Klostermann. Frankfurt

³ Pettersson, Bo. D. 1982. Konventionell och Biodynamisk odling, Jämförande försök mellan två odlingssystem. Nordisk forskning sring, Meddelande nr 32 *Conventional and biodynamic farming; comparative studies of two cultivation systems*. Järna: Nordic research circle. Report 32

⁴ Dlouhý, J. 1981. Dissertation. Alternativa odlingsformer. Växtprodukters kvalitet vid biodynamisk och konventionell odling. Institutionen för växtodlingslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala. *Alternative forms of agriculture – quality of plant products from conventional and biodynamic growing*

⁵ Salomonsson, L 1986. Dissertation. Studies on composition of proteins in Wheat from different growing systems. Swedish university of Agricultural Sciences. Department of Chemistry and Molecular Biology, Uppsala.

motsvarande led som odlats konventionellt⁶. Den ettåriga, klöverrika, vallen visade sig dock ha en negativ inverkan på näringskvaliteten hos efterföljande grödor⁶.



Figur 1. Skillnader mellan prover av potatis odlade i olika typer av odlingssystem. Resultaten beräknade med hjälp av s.k. multivariat PCA-analys. För potatisens positiva kvalitetsegenskaper hamnar förskjutna till höger i diagrammet. Detsamma gäller biodynamiskt odlade potatisprover⁶

Från parcellförsök till gårdsstudier

Mot bakgrund av den pågående miljödebatten under 1970-talet, blev det aktuellt att studera hela gårdar och deras miljöpåverkan. Frågeställningen var hur ett helt jordbruk kan klara sin kväveförsörjning utan handelsgödselkväve. Två biodynamiska gårdar i Järna i Mellansverige och en biodynamisk gård i Sydsverige jämfördes 1981 - 1987 med konventionella specialiserade växtodlings- och djurgårdar. Kväveprocesserna i mark och grödor, omsättningen via djurhållningen, gödsling samt balansen mellan tillförsel och bortförsel på gårdsnivå följdes på samtliga gårdar och presenterades i en avhandling (Granstedt 1990⁷). Här visades grundprinciperna för ett kretsloppsbaserat jordbruk där växtnäringsförlusternas kan minimeras tack vare en anpassning av djurhållningen till den egna foderproduktionen samt väl balanserade växtföljder med kvävefixerande baljväxter. Dessa undersökningar följdes av fortsatta gårdsstudier och slutligen av Östersjöprojektet BERAS. Baserat på

⁶ Kjellenberg, L och Granstedt A. 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*, 3,440-462

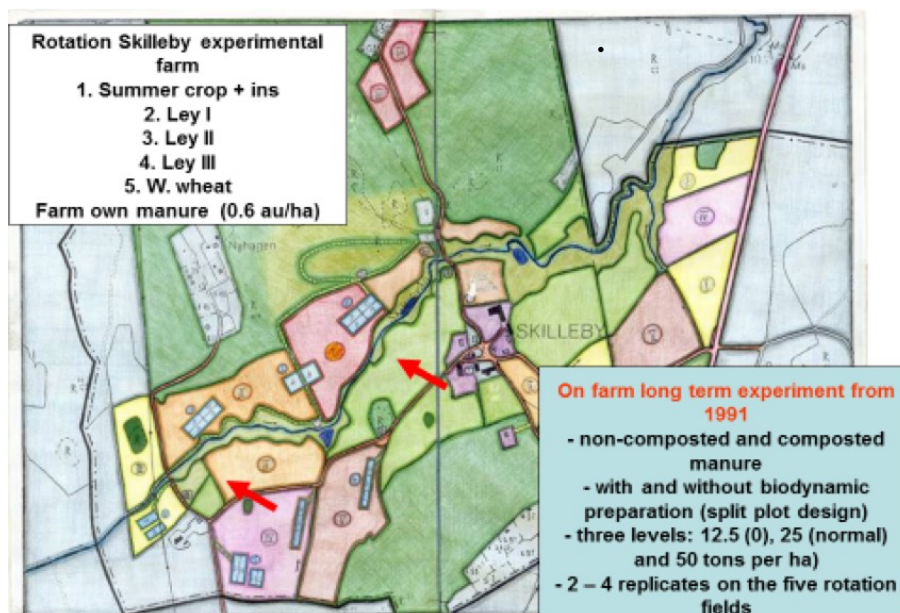
⁷Granstedt, A. 1990. Dissertation. Fallstudier av kväveförsörjningen i alternativ odling. Alternativ odling 4. Avhandling. Institutionen för Ekologi och Växtproduktionslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. *Summary: Case studies by Nitrogen supply on alternative farming*

gårdsstudier i hela Östersjöregionen visades här på nödvändigheten av en omställning av jordbruket i hela området för att minimera förlusterna av närsalter från jordbruket till havet⁸.

Från ekologiskt kretsloppsjordbruk till anläggning av exaktförsök i den biodynamiska gårdsorganismen

I Lantbrukskursen ställer Rudolf Steiner en fråga; är det någon skillnad om vi tar stallgödseln från granngården eller vår egen gård? Svaret som ges är jakande. Men självfallet måste det undersökas. I kursen framställde Rudolf Steiner gården som något mer än ett ekosystem, som en individualitet, som så långt möjligt skall vara självförsörjande. 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 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 egna självförsörjande lantbruksorganismen. Detta bör vara av särskild stor betydelse om man anställer försök där man skall testa de biodynamiska preparaten.

Ett nytt jämförande försök startade 1991 på gården Skilleby som efter fem år omfattade samtliga skiften på gården⁹. Frågeställningen gällde betydelsen av kompostering eller icke kompostering samt användandet av de biodynamiska preparaten för skördarnas storlek, markens bördighet och produkternas kvalitet. Gårdsanpassningen innebar att försöken skilde sig i från andra försök som gjorts inom den biodynamiska odlingen. Försöken lokalisering inom gården framgår av figur 2.



Figur 2. Karta ritad över Skilleby gård, Järna, som visar lokalisering av fältförsöken på gården perioden 1991 - 1997. Gården som varit i biodynamisk drift sedan ligger ca 20 - 35 m över havet med en genomsnittlig årsnederbörd på 655 mm och en genomsnittlig årsmedeltemperatur på 6,2 °C. Åkerarealen är 57 ha.

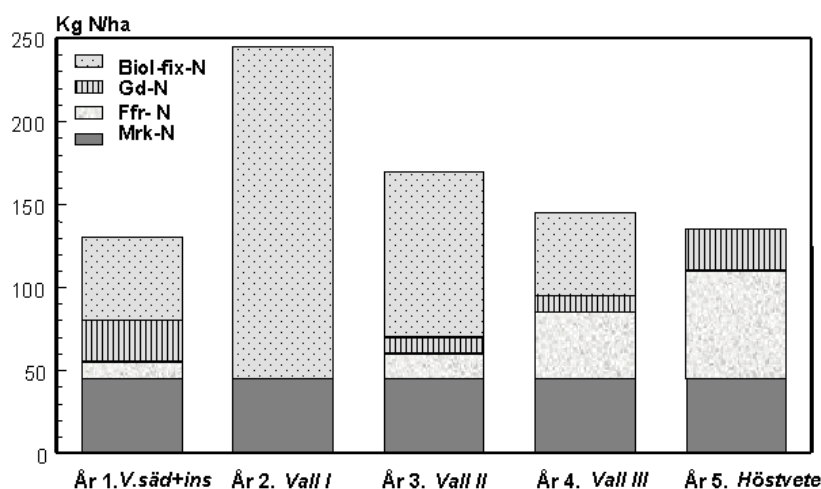
⁸ Granstedt, A. 2000. Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing the load to the environment – experience from Sweden and Finland. Agriculture, Ecosystems & Environment 1570 (2000) 1–17. Elsevier Science B.V. Amsterdam.

⁹ Granstedt, A.: Stallgödselanvändning i ekologisk odling – Resultat från fältförsök i höstvetete på Skilleby i Järna 1991-1997. (Summary; Use of livestock manure in ecological agriculture - Results of field experiments in winter wheat on Skilleby farm, Järna, 1991-1997). Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Plant Husbandry, Ecological agriculture, 26, 1-74 Uppsala 2000

Betydelsen av kompostering och biodynamiska preparat för skörd och markens organiska substans

Någon generell skillnad vid användande av okomposterad gödsel jämfört med komposterad gödsel kunde ej påvisas under den första försöksperioden. Resultaten tydde på att komposterad gödsel under torra förhållanden på våren kan ge en något högre skörd.

Av försöken framgår att den huvudsakliga kväveförsörjningen härrör från marken och kan tillskrivas dels förfruktsverkan från föregående års vallgrödor, dels mineralisering från markens humusförråd. Det är tydligt att huvudparten, i detta försök ca 80 - 90 procent, av stallgödselkvävet i organiskt omsatt gödsel går till underhållet av markens humusförråd och därmed markens mera långsiktiga mineraliseringskapacitet. Dessa mera långsiktiga effekter studerades under fortsättningen av försöket.

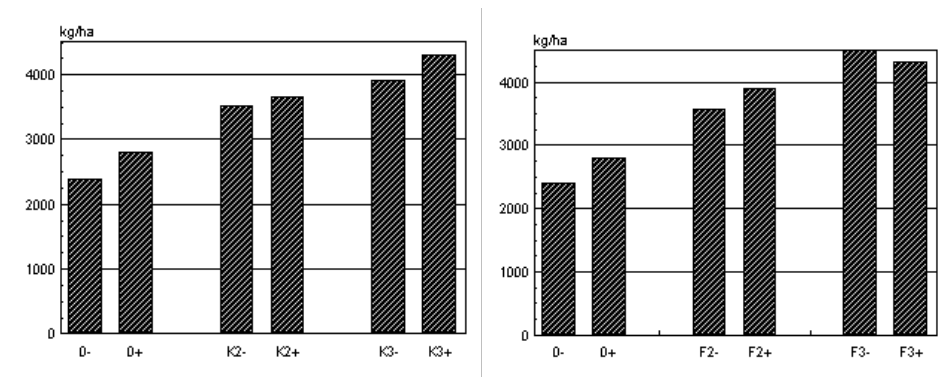


Figur 3. Principiell beskrivning av kväveförsörjningen i den nu tillämpade femåriga växtföljden på Skilleby (år 1 havre med insädd, år 2 vall I, år 3 vall II, år 4 vall III och år 5 höstvet med tillförd stallgödsel) med angivande av de olika kvävekällorna: Fixerat kväve ur luften (Biol - fix - N), gödselkväve (Gd-N), förfruktskväve (Ffr-N) och mineraliserat markkväve (Mrk-N). Vid en vallskörd på 7 ton TS/ha och en baljväxtandel på 90% uppgår kvävefixeringen till ca 200 kg N/ha

Preparatverkan i biodynamisk odling

Fem år av sex var skördarna av höstvet högre vid användandet av de biodynamiska preparaten i behandlingsleden med komposterad gödsel. Merskörden var i genomsnitt 5% för hela perioden och den var signifikant högre 1993 med särskilt dåliga tillväxtbetingelser. Studier har även tidigare visat att preparatverkan är systemrelaterad på så sätt att preparaten verkar skördehöjande under betingelser då skörden är lägre än normalskörd¹⁰. Detta framgår också av skördeutbytet för olika gödslingsnivåer av okomposterad och komposterad gödsel (Figur 4).

¹⁰ Raupp, J. König, U.J., 1996. Biodynamic preparations cause opposite yield effects depending upon yield levels. Biological Agriculture and Horticulture, 13, 175-188



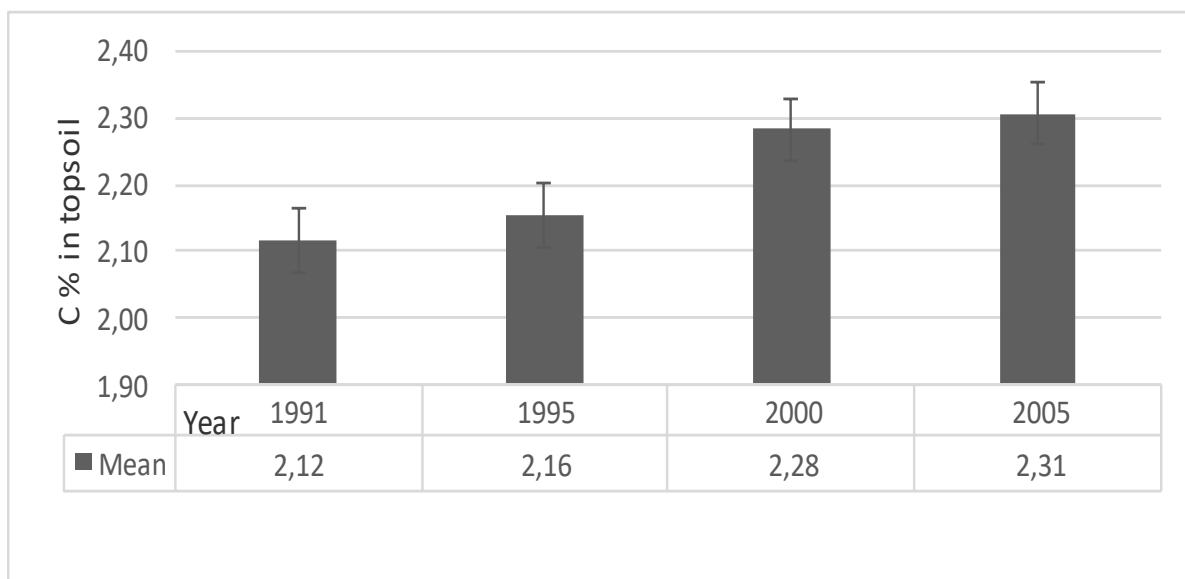
Figur 4. Medelskörd av höstvet 1996 och 1997 med okomposterad gödsel i tre gödslingsnivåer (F1, F2, F3) och komposterad gödsel i tre gödslingsnivåer (K1, K2 och K3) gödsel utan (-) och med (+) biodynamiska preparatbehandlingar gav signifikant högre skördar (+10%) i behandlingarna med komposterad gödsel. F1 och K1 var ogödslade så här var verkan endast av fältpreparaten det aktuella året

Det synes också vara så, att det huvudsakligen är i samband med att gödseln blivit komposterad som preparatverkan i form av ökad skörd kan påvisas. Preparatverkan kvarstod också efter behandling med urin som ökade skördenivåerna. Försöksresultaten tyder även på att det inte är utbytet av kväve i gödsel som gynnas utan istället utnyttjandet av tillgänglig mängd kväve från marken. 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 samt resultat som tyder på en högre innehåll av mineralämnen, särskilt spårelement vid behandling med biodynamiska preparat.

Den långsiktiga effekten på markens bördighetsegenskaper

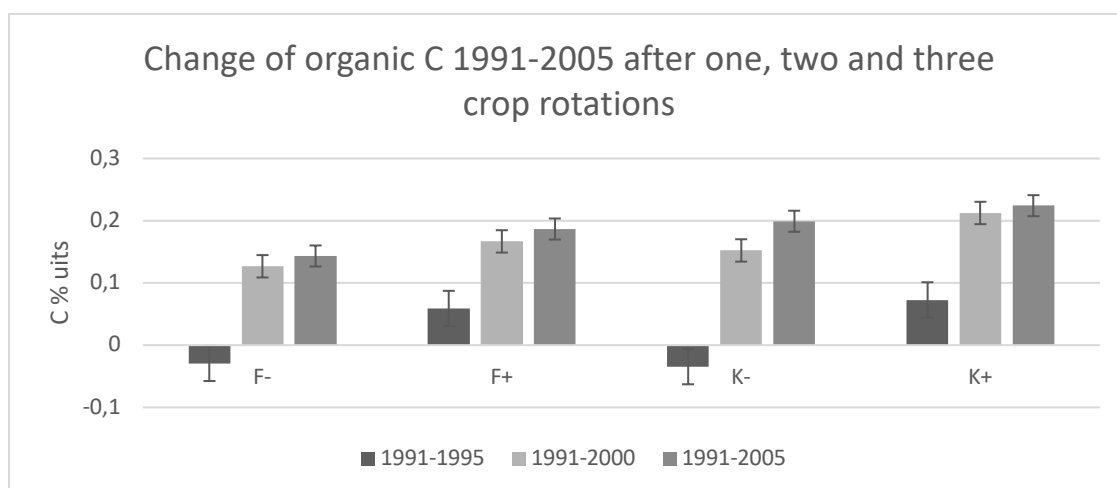
Försöken på Skilleby fortsatte i 20 år, fram till år 2010. Den organiska substansen i marken ökade i samtliga försök mätt som organiskt kol. På två av skiftena kunde en signifikant ökning fastställas vid användandet av komposterad gödsel och även för användandet av de biodynamiska preparaten. Ökningen var i genomsnitt 400 kg C per ha och år mellan åren 1991 - 2005 på Skifte 1 där försöket startade¹¹. Komposterad gödsel med användandet av biodynamiska preparat alla år ökade den organiska substansen i matjorden med 10 %, jämfört med användandet av okomposterad gödsel utan biodynamiska preparat då den ökade 7 %. Användandet av de biodynamiska

¹¹ Granstedt, A. Kjellenberg, L. 2017 Carbon sequestration in long term on farm studies in Organic and Biodynamic Agriculture, Sweden in: Rahmann *et al.* (2017): Innovative Research for Organic 3.0 - Proceedings of the Science Track at the Organic World Congress, November 9-11, 2017 in Delhi, India. Sprint/Delhi, pp526



Figur 5. Genomsnittlig halt organiskt kol matjorden, 0–20 cm år 1991, 1995, 2000 och 2005 i de 12 behandlingarna i gårdsförsök på Skilleby. Felstaplarna anger standardavvikelser

preparaten gav den tydligaste effekten vid försökets början med signifikant högre halt organisk substans såväl i ledet med okomposterad som komposterad gödsel. Till skillnad från andra försök har här verkan av olika gödslingsbehandlingar och preparatens betydelse kunnat dokumenteras var för sig och i kombination.

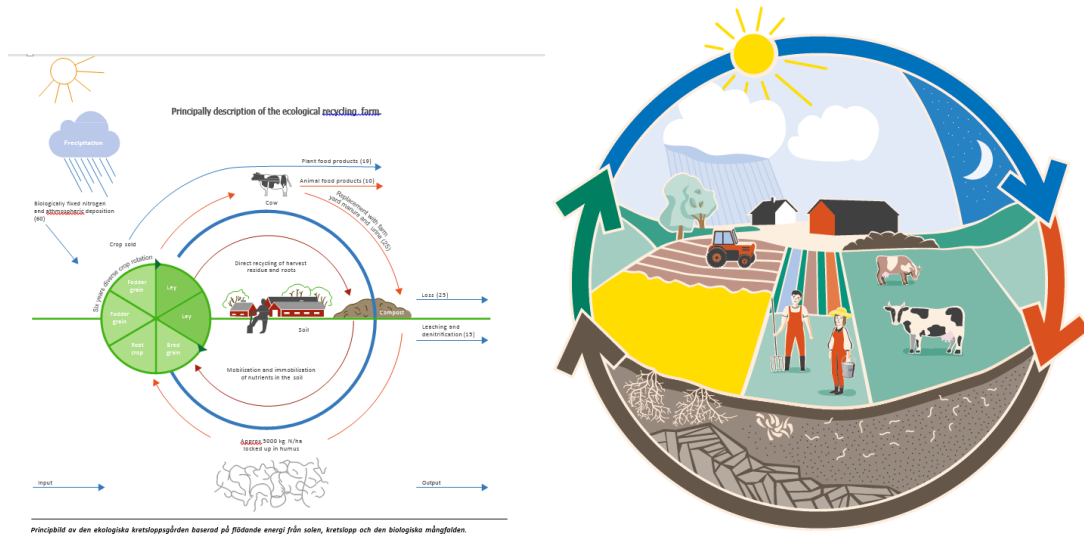


Figur 6. Genomsnittlig ökning av organiskt kol i matjorden i behandlingar med okomposterad gödsel utan biodynamiska preparat F- och med biodynamiska preparat (F+) och komposterad gödsel utan (K-) och med användning av biodynamiska preparat (K+) från 1991–1995, 1991–2000 och 1991–2005. Felstaplarna anger standardavvikelse.

Sammanfattning

Långligande gödselförsök med jämförelser mellan biodynamisk, ekologisk och konventionell odling startade i Järna redan 1958. Sedan 1990 har gårdsförsök genomförts med studier av hela gårdssystem, kompletterat med detaljförsök inom själva gårdsorganismen. Detta har gjort det möjligt att studera betydelsen av att använda gårdens egen gödsel. Försöken har visat att de biodynamiska preparaten kan öka skördeutbytet särskilt vid lägre skördenivåer. Kompostering och användning av

de biodynamiska preparaten har visats sig var för sig ge högre uppbyggnad av markens organiska substans och högst verkan i kombination motsvarande en ökning av mullhalten med 10 % under 14 år. Här finns medel för att i kombination med vallodling och återförd gödsel öka markens bördighetsegenskaper och att samtidigt bidra i klimatkrisen genom att binda koldioxid ur atmosfären. Kommande redogörelser kommer också gå in på frågan om vad kunnat visa sig rörande produkternas kvalitet som konsekvens av de olika behandlingarna. Fortsatta försök fokuserar nu på flytgödsel jämfört med komposterad fastgödsel inom den biodynamiska gårdsorganismen.



Figur 6: Principiella beskrivningar av lantbruksorganismen med dess flöden av mineralämnen i årsloppet med växtföljden och klövergräsvallar som binder både kol och kväve ur luften, djuren, gödsel och marken som bearbetas av brukarna.¹² (Grafik av Cecilia Gavrell enligt förlaga och bild av Alexander Westerlund, Demeterförbundet, Järna)

¹² - Granstedt, A. 1992. The potential for Swedish farms to eliminate the use of artificial fertilizers. *American Journal of Alternative Agriculture* - Volume 6 - Issue 3.