

Kulturhuset I Yttejärna 15 April 2023

Lecture by Assoc. Prof. PhD Artur Granstedt
Agriculture to create a green future

Regenerativt Ekologiskt Kretsloppsjordbruk Ecologic Recycling Agriculture (ERA)



Artur Granstedt

artur.granstedt@jdb.se

Steinerhögskolans Biodynamiska Forskningsinstitut, www.sbf.se

Följande presentation baseras på den forsknings och försöksverksamhet som under längre tid bedrivits av Artur Granstedt vid Steinerhögskolans Biodynamiska Forskningsinstitutet i Järna inom området resursbevarande lantbruk. Fokus för det arbetet är jordmånen och dess bördighetsegenskaper, hushållningen med växtnäring med hänsyn till miljön samt klimatet. Kartan på bilden beskriver försöksgården Skilleby, åren 1991- 2010, med de försök som pågick där under 20 år. Gården är numera en del av gården Yttereneby. Här framgår lokalisering av de långliggande jämförande gödslingsförsöken som utfördes på varje skifte i den då femåriga växtföljden med början år 1991. Dessa försök bygger vidare på den forskning som startade redan år 1958 i Järna och som följdes av fortsatta försök bland

annat med studiet av kväveförsörjningen på biodynamiska gårdar jämfört med konventionell odling. Resultaten av detta arbete finns presenterat i en dr avhandling (Granstedt,1990) och som ledde vidare till initieringen av Östersjöprojektet BERAS (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society). Fördjupad information kan hämtas från de vetenskapliga rapporter som finns tillgängliga på www.sbf.se. Här ges också en bakgrund med en beskrivning av de naturgeografiska förutsättningarna för jordbruket, hur odlandet gripit in och förändrar, en historisk bakgrund och beskrivning av dagens situation vad gäller vår miljö och resursanvändning i jordbruket och bilden av en möjlig framtid. Detta finns mer utförligt redovisat i boken Morgondagens Jordbruk, med särskilt fokus på Östersjön, Granstedt, 2018 (kan laddas ned från hemsidan sbfi.se och finns även utgiven på engelska (Agriculture for the future). Hänvisningar görs också till den senaste rapporten från projektet: Framtidssäkrat jordbruk som finns att införskaffa från SBFI (Granstedt och Thomsson, 2022). En förnyad bok är också under utgivning: Biodynamisk odling i forskning och försök (Granstedt, 2023). Under varje bild från den ursprungligen muntliga presentationen följer en kortfattad text.

Endast fotosyntesen binder kol

(all övrig aktivitet frigör kolet igen)

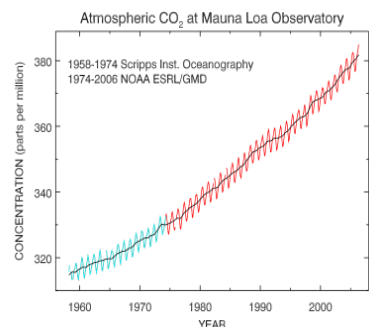
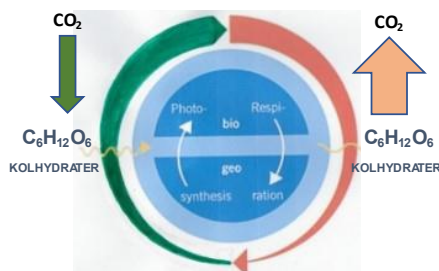
Klimathotet beror på obalans i

kretsloppet

(förbränningen större än fotosyntesen)

Only photosynthesis binds carbon (all other activity releases the carbon again) The climate threat is due to an imbalance in the cycle (combustion greater than photosynthesis)

Ch. D. Keeling managed to mobilize enough resources so he could begin measuring the CO₂ content of the atmosphere in 1958 at the Mauna Loa Observatory, Hawaii

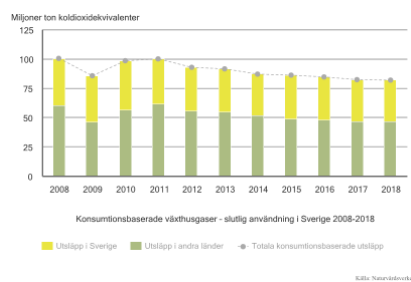


Budskapet här är att vi aldrig kan rädda klimatet med mindre än att balansen återställs mellan den verkliga gröna sektorn, fotosyntesen på jorden och vår förbrukning av de resurser som finns lagrat i den levande och döda organiska substansen och jordens fossila lager av kolföreningar (gas, olja och kol). Det gäller också för jordbruket med dess användning av fossila resurser och övriga led i livsmedelskedjan. Så länge vi släpper ut mer kol än vad som binds tilltar växthuseffekten. Men det är bara i jord- och skogsbruket vi aktivt medverkar till att åter binda kolet genom fotosyntesen i den gröna växtligheten.

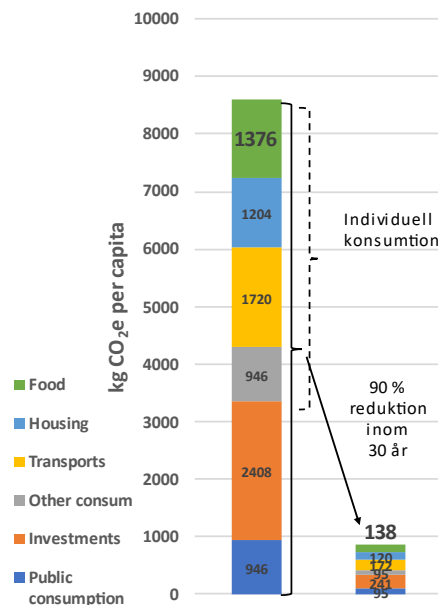
Jordbruket släpper även ut kolföreningar som metangas och kväveföreningar. Metangas bryts ned med en halveringstid på 12 år. Dikväveoxid (lustgas) är den starkaste växthusgasen. Dessa sistnämnda utsläpp härrör både från dagens industriella fixering av luftkvävet för framställning av konstgödsel, från djurhållningen och från marken. Vår forskning visar att vi kan bedriva ett fossilfritt jordbruk utan konstgödsel och importerade fodermedel. Rätt utformat kan jordbruket binda mer kol än utsläppen så att jordbruket kan bidra till att minska den globala uppvärmningen (Granstedt och Thomsson, 2022).

63 % of the Emissions from consumption is imported with emissions in other countries.

Andel inhemska och importerade CO₂utsläpp



Källa: Naturvårdsverket 2022.
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-konsumtionsbaseradeutslappSverige-och-andra-lander/>



Naturvårdsverket beräknar med en viss eftersläpning konsumtionens belastning på klimatet. Utsläpp av växthusgaser från all svensk konsumtion, beräknas för 2018 9 ton CO₂e per capita (exklusive flygresor och avskogning i andra länder som uppgick till ytterligare ca 2 ton räknat per capita). Figuren visar hur de territoriella utsläppen inom landet har ersatts av större andel import av varor vars produktion och transporter belastar klimatet i andra länder. Detta gäller inte minst för vår livsmedelsförsörjning där i storleksordningen hälften importeras antingen direkt eller indirekt genom import av fodermedel till den svenska animalieproduktionen samt import av gödsel- och kemiska bekämpningsmedel till växtodlingen. Importerade varor uppgår till 63% av den svenska konsumtionens. Påståenden att Sverige har bland de lägsta utsläppen i Europa är felaktig när man ser till värdena för konsumtionens direkta och indirekta klimatbelastning. I Tyskland var under samma tid utsläppen 8 ton per capita och genomsnitt inom EU 6,5 ton per capita, dvs lägre än i Sverige. Andelen importerad klimatbelastning är lägre i övriga länder i Europa jämfört med Sverige (i genomsnitt 8 % i EU och i t.ex Tyskland 16 %). Referenser:

<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/konsumtion/vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-i-sverige-> samt Our world in data, CO₂ emissions, Ritche, H and Roser, M

5 b. Källfördelningen av konsumtionens klimatbelastning per capita i Sverige (Naturvårdsverket år 2022). Ska vi klara klimatmålet så måste klimatbelastningen per person minska med mer än 90 % inom 30 år. För matsektorn innebär det en minskning från dagens

ca 1,4 ton CO2 ekvivalenter till mindre än 140 kg räknat per capita. För att uppnå detta krävs en genomgripande förändring av både jordbruket och vår konsumtion av livsmedelsprodukter. Flerårig vallodling i växtföljd behövs på all åkermark för att vidmakthålla och i slättbygdområdena öka den odlade markens förråd av organisk substans och mängden organiskt bundet kol. Därutöver behöver vi öka självförsörjningsgraden av livsmedel och driva ett jordbruk som inte kräver import av mineralgödsel, fodermedel, kemiska bekämpningsmedel och fossila drivmedel. Pågående studier av regenerativa ekologiska kretsloppsgårdar visar hur detta är möjligt (A Granstedt och Thomsson O · 2022, Sustainable Agriculture and Self-Sufficiency in Sweden, Sustainability 2022, 14 <https://www.mdpi.com..>).

Rapporten finns tillgänglig på www.sbf.se

GRUNDFÖRUTSÄTTNINGAR
Basic conditions for agriculture



År 2015 fanns drygt 28 miljoner hektar skogsmark i Sverige, Det motsvarar två tredjedelar av landytan. Av skogsmarken utgjordes knappt 24 miljoner hektar av produktiv skog. Det fanns strax över 3 miljoner hektar jordbruksmark, varav den absoluta merparten utgjordes av åkermark medan omkring 15 procent utgjordes av betesmarker. Mellan åren 1951 och 2015 har åkermarken i Sverige minskat med mer än 1 miljon hektar, motsvarande 29 procent. En del av denna mark bedöms att den åter skulle kunna tas i bruk för odling eller till betesmark.

Slash-and-Burn Shifting Cultivation during Nordic Conditions



Svedjejordbruk

[Eero Järnefelt 1863 -1937](#)

Redan det allra första jordbruket, svedjejordbruket, innebar en rovdrift på det som naturprocesser och naturlig vegetation byggt upp. Skördarna blev stora de första åren. Den brända jorden var näringsrik och näringsämnen lättillgängliga för växterna. Men eftersom man inte återförde växtnäring i form av gödsel eller växtmaterial, utarmades jorden snabbt, varför man var tvungen att svedja ny mark. Ett skonsamt svedjebruk med återbeskogning var tidigare möjligt i områden med en ännu gles befolkning och där vegetationen kunde återetablera sig. Historiskt har man inom vissa områden efter längre tid kunnat återkomma med odling till samma mark i längre tidscykler. Bränning och röjning av naturmark pågår även idag, dels småskaligt i tropikerna (Slash-and-Burn Shifting Cultivation) och även storskaligt med en förödande avskogning och markförstöring som följd. Mycket odlingsmark i världen har gått förlorad för att man på så sätt överutnyttjat marken. Vind och vatten har här fört bort de sista resterna av återstående näring och organisk substans.

The changing agricultural landscape—example from Roslagen central Sweden – the hay making agriculture (slåtterjordbruket)

The meadow - the mother of arable land - dominated until



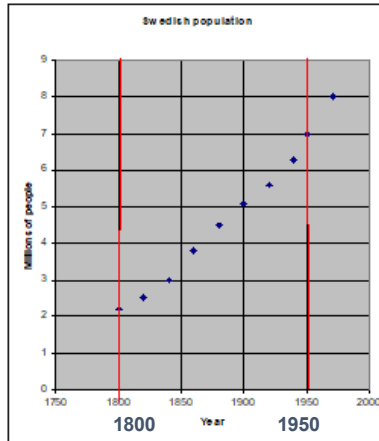
Brusewitz & Emmelin
(With permission)

5/8/2023

AG

På de i den av Brusewitz och Emmelin dokumenterade landskapsbilden från ett område i Roslagen kan man följa jordbrukets vidare utveckling. Bofasta bybildningar utvecklade i slutet av bronsåldern (ca 800 f. kr) när klimatet blev kallare. Det möjliggjordes tack vare betesdjuren och kultiverandet av naturmarken med beteshagar och ängsslåtter som gav vinterfoder. Djuren gav mjölk, kött och gödsel. Endast en mindre del av arealen plöjdes upp som åker. Användning av den under vintern ansamlade gödseln till att gödsla åkrarna gjorde det möjligt att odla samma mark år efter år med avbrott för träda var tredje eller fjärde år. Åkern göddes på ängsmarkens bekostnad. Detta beskrivs av uttrycket: Äng är åkers moder. Slåtterängens mångfald av träd med djupare rötter och som också skördades, buskar och mångfald av örter med inslag även av olika kvävefixerande baljväxter bidrog till att man kunde utnyttja markens näringsreserver. Regenerationsförmågan var hög. Detta jordbruk var uthålligt under många århundraden. Men även detta jordbruk blev till rovdrift på sikt. En utarmning skedde av ängsmarken när foderproduktionen på ängsmarken begränsas av tillgången på näringsämnen i marken. Storleken på skördarna från ängsmarken, som också inkluderade skördar från busk och lövträdsvegetation (hamling), samt myrslåtter begränsade tillgången på foder och gödsel och begränsade därmed också jordbrukets försörjningsförmåga samtidigt som befolkningen växte. (Brusewitz och Emmelin 1985, Det föränderliga odlingslandskapet.)

Lack of food – in the end of 18th century



The inhabitants in Sweden increased from **2 million to 7 million** between 1800 to 1950 before the introduction of artificial fertilizers and pesticides. How was the increased demand for food solved?

artur.granstedt@beras.eu

AG

I slutet av 1700-talet klarade ej längre det gamla slätterjordbruket att försörja den svenska befolkningen med mat. Befolkningen ökade från 2 miljoner till 7 miljoner på 150 år. Hur var det då möjligt att klara en fortsatt befolkningsökning under de därpå följande 150 åren. Många tror att konstgödseln gjorde det möjligt att producera mera mat. Det är fel. Den stora befolkningsökningen på 200 % skedde innan dess att konstgödseln fanns tillgänglig och i en tid med perioder av svält men som förbyttes till en tryggad livsmedelsförsörjning och till och med export av livsmedel. Hur gick det till?

Ley with Leguminosis

was the sunlight driven of the man cultivated nature resource used to create a multiple doubled food production during the 150 years before the introduction of artificial fertilizers and chemicals



- Energy from the sunlight
- Nitrogen and carbon from the atmosphere
- Minerals and water from the ground

artur.granstedt@beras.eu



AG

Introduktionen av vallodling med vallbaljväxter som klöver och lusern möjliggjorde den agrara revolutionen i jordbruket med fördubblade skördar och ökad djurhållning med en ökad kött och mjölkproduktion. (Kjaergaard, 1994, An Ecohistorical interpretation).

Baljväxternas stora kapacitet att genom symbios med baljväxtbakterierna fixera luftkväve möjliggjorde den agrara revolutionen långt innan det fanns någon konstgödsel. Baljväxternas egenskaper var väl kända redan under antiken (Virgilius, 70-19 f. kr). En klövervall kan under mellansvenska förhållanden ger en vallskörd på ca 40 ton per ha (7 ton torrsbstans) och binda 200 kg kväve per ha ur luften (Granstedt, 1990). Odlar man bara gräsvall utan klöver som det förekommer i konventionell odling måste man gödsla med ungefär motsvarande mängd konstgödselkväve för att få samma skörd. Förutsättningarna för vallens tillväxt är god övrig näringsämnesförsörjning och som säkerställdes genom att de mesta mineralämnena, särskilt kalium återfördes via stallgödsel och urin från djurhållningen. God vattenförsörjning krävs samtidigt som marken måste vara väl-dränerad så att det är tillräckligt mycket luft i marken.

Fixeringen av luftkväve som tillför växten tillgängliga kväveföreningar, är en energikrävande process. Genom fotosyntesen bunden solenergi och den biologiska kvävefixeringen är ömsesidigt betingande processer. Det är från luften i markens por- och spricksystem baljväxtbakterierna i de uppsvällda knölna på rottrådarna hämtar luftkvävet samt syret för förbränning av de genom fotosyntesen bildade kolhydraterna. Vallbaljväxterna bidrar också genom sitt djupa rotsystem, och också genom symbios med rotsvampar (mykorrhiza), till att göra viktiga mineralämnen ur markförrådet tillgängliga. Vallväxternas djupa rotsystem leder också till en bildning och anrikning av organisk substans djupt ner i markprofilen. Det innebär att särskilt fleråriga vallar är en betydande "kolsänka".

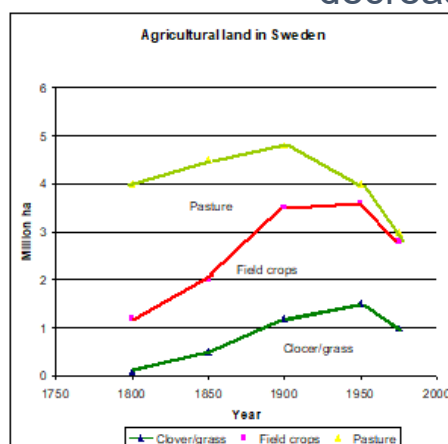
The clover became the crop of the field and the food of the animals that could fertilize the field



4/20/2023

Vallen med klöver har dels en förfruktsverkan i form av skörderester och rötter som tillför näring till de närmast efterföljande grödorna när dessa brukas ned och förmultnar i marken före nästa gröda i växtföljden och dels en gödslingsverkan via djurens gödsel. Detta produktiva klövervall- och kretsloppsbaseade jordbruk byggde på varje gårds egna lokala och förnyelsebara resurser. Jordbruket var också självförsörjande med sin dragkraft för alla åkerarbeten och transporter – Tillräckligt med foder till oxar och hästar var också viktiga drivkrafter-

Arable land with clover grass in the crop rotation increased and natural meadow land decreased



Crop rotations with symbiotic nitrogen fixation leguminous (clover grass land ley 2-3 years followed of 2 – 4 years cereal and other crops)

Integration of crop and animals on the whole farm area (before partly separated)

Technical improvements to utilize the nature given production potential and with help of horse power.

4/21/2023

artur.granstedt@beras.eu

AG

Försörjningskrisen kunde mötes genom en kraftig reformering av jordbruket med skiftesreformer så att gårdarna kunde utlokaliseras och växtföljdsjordbruk med baljväxter

införas. Detta på egna resurser högproduktiva jordbruk utvecklades från den nöd som gällde för delar av den fattigare landsbygdsbefolkningen i slutet av 1700-talet och i början av 1800-talet och som också ledde till en betydande utvandring. Förändringsprocessen började tidigare i andra delar av Europa, kom till Danmark där jordbruket förändrades i grunden under 1700-talet tack vare klöverodling och mångsidiga växtföljder och slutligen till Sverige och något senare till Finland.

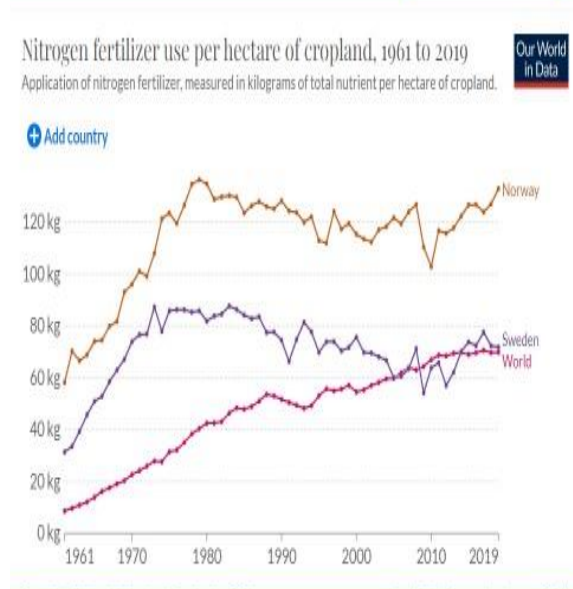
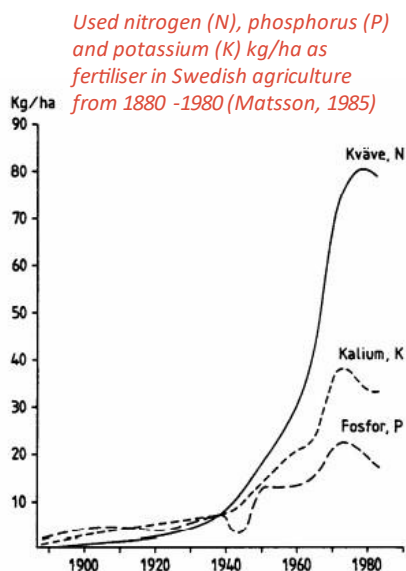
I slutet av 1700-talet uppskattades den plöjda åkern till drygt 1 miljon ha medan ängsmarken var nästan tre miljoner ha. Införandet av växtföljder med klövergräs på två eller tre år följt av spannmål och andra grödor vände detta, den plöjda åkerarealen ökade på bekostnad av ängsmarken. Den odlade ytan var som störst i början av 1900-talet. Landreformerna, bättre redskap, starkare hästar och utdikningar och sjösänkningar var viktiga förutsättningar. Odlingsmarken med gräs och baljväxter gav fyra eller fem gånger högre avkastning än den tidigare ängsmarken, gav mer foder till djuren, ökade produktionen av kött och mjölk och samtidigt mer gödsel tillbaka till åkern och som i sin tur möjliggjorde ökad produktion av spannmål och näringskrävande grödor som potatis som fick stor betydelse för livsmedelsförsörjningen.

The same landscape after the agricultural revolution 1900

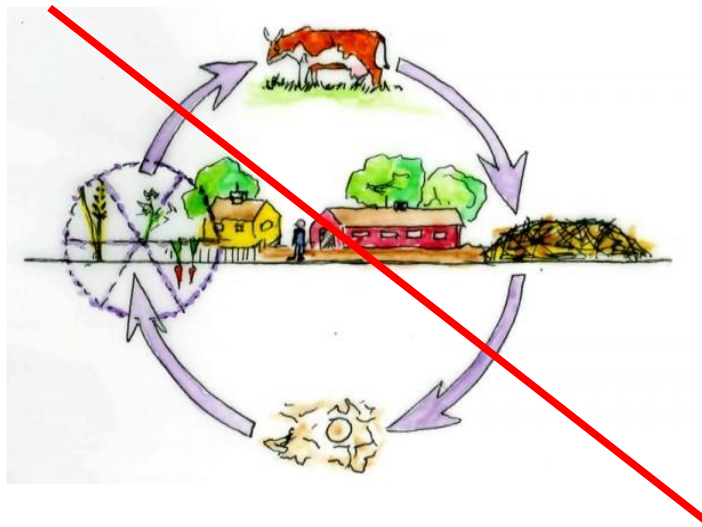


Människan griper in och förändrar natur och landskap för att klara sin överlevnad på jorden. Historien visar hur vi människor kortsiktigt kan förbruka den resursbas vi skulle behöva för framtiden men också hur vi kan förädla och förkovra densamma. Från den ursprungliga byn ser vi nu efter skiftesdelningen tre gårdar, var och en med sin välväxtföljd i vilken de symbiotiskt kvävefixerande baljväxterna utgör en viktig del. På varje gård fanns djur anpassade till den egna foderproduktionen och vars gödsel och växtnäring återfördes till åkern.

Drivkrafterna var de ekologiska grundprinciperna solenergi, kretslopp av näringsämnen och biologisk mångfald och som man nu lärt sig att utnyttja till mänsklig nytta. I början av 1900-talet blev Sverige t.o.m. exportör av foder och livsmedelsprodukter. Detta jordbruk som vuxit fram genom odlingshistorien och som kunde en tredubblad av befolkning med mat och också ge foder för jordbrukets dragkraft, hasten. Detta självförsörjande jordbruk bröt samman efter 1950 med konstgödselns införande.



Haber – Bosch metoden gjorde det möjligt att industriellt fixera luftkvävet och driva jordbruk utan djur och utan kvävesamlade baljväxter, kretsloppen bröts ner. Konsekvensen blev att det inträffade som av vissa forskare döptes till the „Nitrogen Cascade“ med förödande konsekvenser för vattendrag, sjöar och hav, jord, växtlighet och även i atmosfären (Galoway et al 2004). Ammoniak tillsammans med salpeter användes också i ammunitionstillverkningen, en viktig produkt under första världskriget med dess svåra konsekvenser. Nobelpristagaren Fritz Haber är även känd som gaskrigets fader.



Med ökad användning av mineralgödsel minskade gårdarnas behov av att få egen gödsel. Fler och fler gårdar omvandlades till renodlade växtodlingsgårdar utan djurhållning. Andra gårdar tog över djuren och ökade därmed mängden djur, nu baserade också på importerat foder från de nu specialiserade växtodlingsgårdarna. Även importerat foder från andra länder, speciellt sojafoder ökade under denna tid. I vissa regioner är djurgårdarna nu mer frekventa och andra regioner som centrala delar och södra delar av Sverige med öppnare slättbygder är mer specialiserade växtodlingsgårdar. Cykeln mellan växtodling och animalieproduktion på de enskilda gårdarna bröts. Gödseln med växtnäring, speciella kväve- och fosforföreningar samlades på gårdarna och i områdena med för många gödselproducerande djur och blir ett överskottsproblem som främst lakar ut från djurgårdarnas mark.

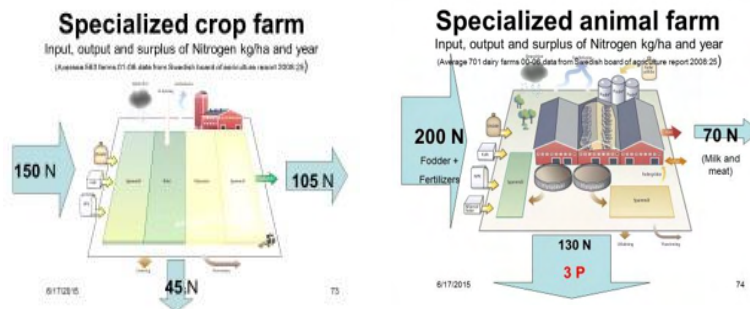
The same landscape 85 years later. From diverse crop rotation and recycling to specialization



4/21/2023

AG

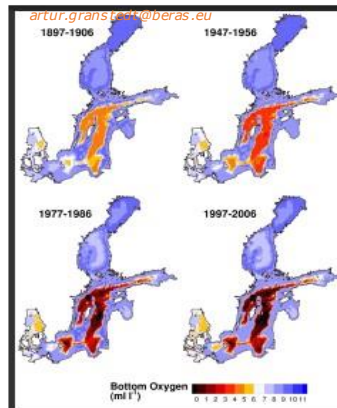
Samma landskapsområde men nu med bilden totalt förändrad. Gårdar, hagar och djur är borta. Här är nu specialiserad spannmålsodling utan varken vallar eller djur och markerna utgör endast en del av en större gård. Strukturrationaliseringen efter 1950 har här gått hårt fram med sammanslagning av odlingsmarkerna till stora gårdsenheter. Framställning och användande av konstgödsel med hjälp av fossil energi gjorde det möjligt att bortrationalisera det fram till dess för folkförsörjningen nödvändiga kretsloppet av gödsel via djur fördelade på alla gårdar och användande av växtföljder med vallbaljväxter för kvävefixering. De nu ensidiga odlingen av spannmålsgrödor ledde till ökande problem med ogräs, skador och sjukdomar och som i sin tur också ledde till ökande användning av bekämpningsmedel och som fortsätter att öka även i dag trots uppsatta miljömål. De nu samtidigt alltmer förekommande djurgårdarna med för många djur skapade problem av andra slag.



Jordbruket nu uppdelat i växtodling och djurgårdar. Det linjära flödet av kväve och fosfor via växtodling och mineralgödsel, adderat med foderimport till specialiserad djurhållning och vidare ut i miljön och där förlusterna till största delen sker från djurgårdarna med överskott av stallgödsel men vars ursprung härrör från mineralgödseln till växtodlingsgårdarna.



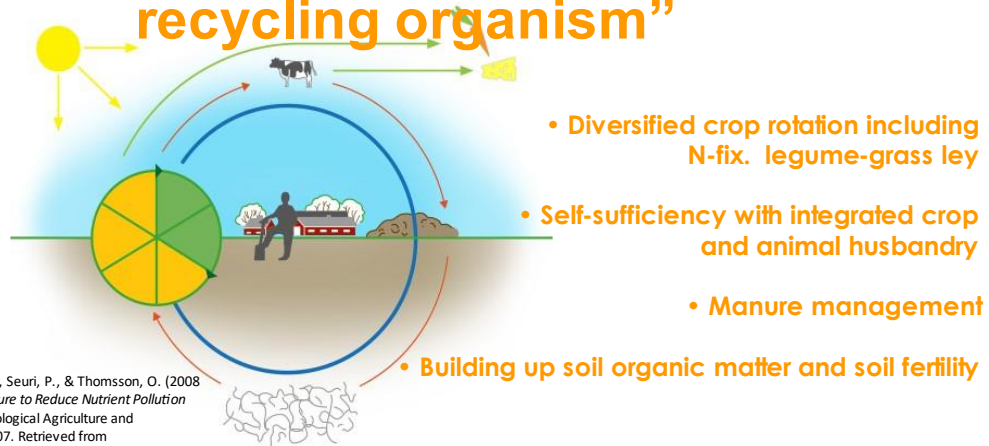
Källa enligt tillstånd SMHI



Konsekvens: Allt större överskott av kväve läcker ut och övergöder haven från de ökande antalet gårdar med för mycket djur. Djurens gödsel går allt mindre tillbaka till odlingsmarken där fodergrödorna odlats, utan blir till ett överskottsproblem som läcker ut från djurgårdarnas marker. Samma problem gäller även med specialisering och djurintensiva regioner i övriga Östersjöländer.

Algblomningen tilltog alltmer under slutet av 1900-talet som följd av övergödningen. När algerna i havet dör förbrukas syre. Områdena med syrefattiga havsbottnar ökade allt mer och är fortsatt på en hög nivå och ett tilltagande hot mot havsmiljön.

”The farm as a regenerative recycling organism”



Alternativet till dagens jordbruk,, för miljön och för oss människor, är det som finns i form av ekologiskt kretsloppsjordbruk och ekologiska odlingsmetoder , som regenerativt jordbruk, holistiskt jordbruk, organic farming. Biodynamisk odling var fram till 1980-talet den helt dominerande alternativa odlingsformen i Sverige och i Europa och mycket av den forskning och praxis som finns inom det som tillämpas i ekologisk odling, har sitt ursprung i den forskning som pågått sedan Biodynamisk odling etablerades i Europa baserad på den lantbrukskurs som Antroposofins grundare: Rudolf Steiner, höll i Koberwitz i nuvarande Polen, pingsten år 1924. Begreppet Ekologiskt kretsloppsjordbruk är vetenskapligt definierat. Målsättningen för Ecological Recycling Agriculture (ERA) är att producera mat och andra produkter enligt följande grundläggande ekologiska principer: 1. Mångfald i livet 2. Förnybar energi. 3. Återvinning av växtnäring. En ERA-gård definieras som en ekologisk (ekologisk) gård (eller gårdar som arbetar i nära samarbete som en gårdsenhet) utan användning av konstgjorda kvävegödselmedel och bekämpningsmedel, med hög återvinningsgrad av näringsämnen baserad på organisk, integrerad växt- och djurproduktion i en diversifierad växtodling, med en djurtäthet på < 0,75 au/ha och en extern fodermängd (EFR) på < 0,15. Dagens ekologiska kretsloppsjordbruk innebär inte att gå tillbaka utan utvecklas vidare från situationen före användningen av konstgödsel och bekämpningsmedel och importerat foder men användning av det bästa av dagens senaste teknik och agroekologisk vetenskaplig kunskap. Det innebär bibehållande och förbättring av integration av växtodling och djurproduktion på varje gård eller gårdar som arbetar tillsammans som ett helt jordbruksekosystem. Varje del bär på en del av en helhet som är mer än delarna. Biodynamiskt jordbruk utvecklas i uppmärksamhet även på den andliga sidan i livet. 1 Diversifierade växtföljder med humusbyggande djuprotade kvävefixerande vallgrödor som kompenserar markmineralisering och grödor som kräver mer näringsämnen 2. Integrerad djurhållning anpassad till den egna foderproduktionen på den eller de enskilda gårdarna i slutet återvinningsamverkan 3. Gödselhantering med återvinning på gårdsnivå med kompostering minimala förluster av organiskt material och näringsämnen 4. Markvård som gynnar markorganismer, bygger markens bördighet och organiskt material.



BERAS project 2003- 2006

- 20 partners from 8 countries
- Pilot studies on 48 farms
 - Nutrient balances
 - Leakage measurements
 - Energy and global warming potential
 - Consumer surveys

BERAS Implementation 2010 -2014

I det av EU delfinansierade projektet BERAS (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society) analyserades dels dagens situation i jordbruket, vad gäller växtnäringshushållningen i de olika Östersjöländerna, samt växtnäringshushållningen på totalt 48 ekologiska typgårdar, representativa för olika odlingsförhållanden i hela Östersjöområdet. Projektet baserades på Artur Granstedts doktorsavhandling (Granstedt, 1990) samt därefter följande vetenskapliga rapporter med fallstudier av konventionella och ekologiska gårdar i Östersjöregionen. De av EU och partnerländerna Sverige, Finland, Polen, Estland, Lettland, Litauen och Danmark finansierade projekten BERAS och BERAS implementation projekten involverade över 50 forskare från universitetsanknutna forskningsinstitutioner, forsknings- och rådgivningsorganisationer i deltagarländerna. BERAS projekten initierades och koordinerades av Artur Granstedt i samverkan med Sveriges Lantbruksuniversitet och senare i samverkan med Södertörns högskola.

Ecological Recycling Agriculture (ERA)



Bilden visar kväveflödena som genomsnitt för samtliga gårdar inom Östersjöprojektet BERAS och för typgården Skilleby i Järna. Kväveöverskottet var då 54 % lägre än genomsnittet för det Svenska jordbruket och det beräknade urlakningsförlusterna var 75 % lägre än genomsnittet för svenskt jordbruk motsvarande tidsperiod 2002-2004.

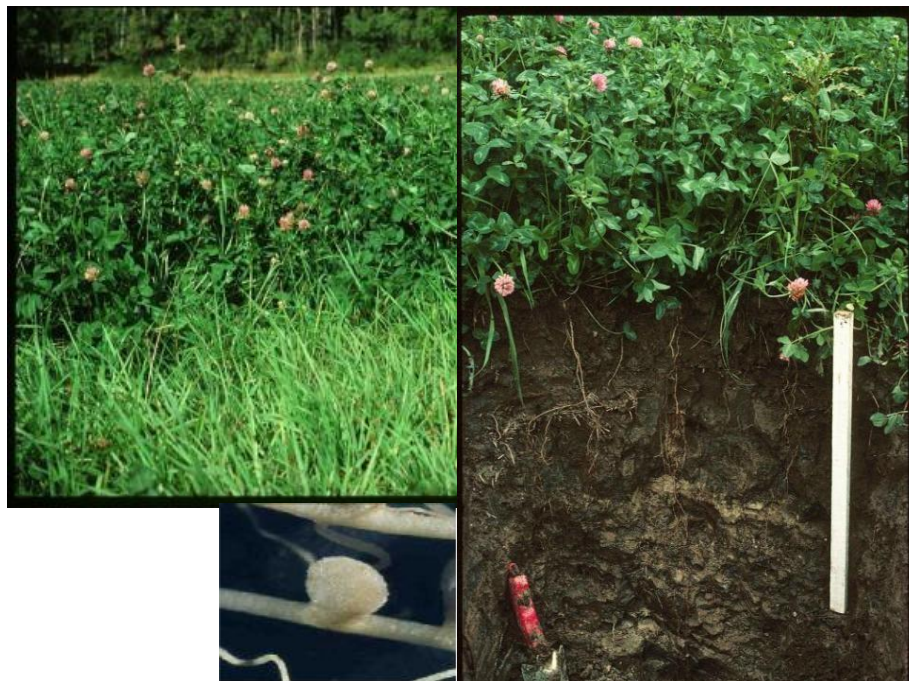


Bild återges här på blandvall med rödklöver och gräs och yta med enbart gräs på försöksgården Skilleby i Järna från tidigare genomförda försök. Mängden fixerad luftkväve beräknades här som summan av den totala kvävehalten i biomassaskörden ovan och under jord i gräs- och klövergräsområdet minus motsvarande kvävehalt i försöksområdet med endast gräs justerat för förändringar i mängden mineralkväve i jorden. I en utgräv

markprofil gjordes observationer av rötternas utbredning till en meters djup och förekomsten av balväxtnölnarna på klöverbäxternas rötter. Rotprovtagningar möjliggjorde beräkning av rotbiomassan och prov togs också för beräkning av skördespillet. Dessa data bidrog till fortsatta studierna av växtnäringens försörjningen och växtnäringens flödena på gården.

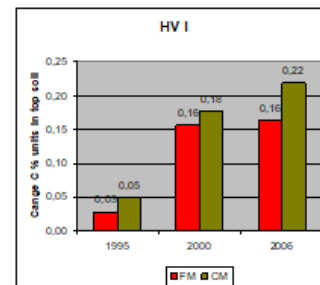
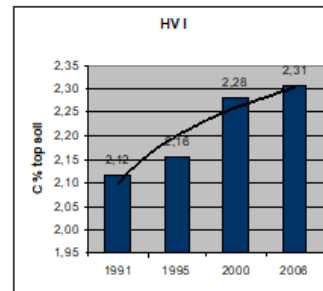
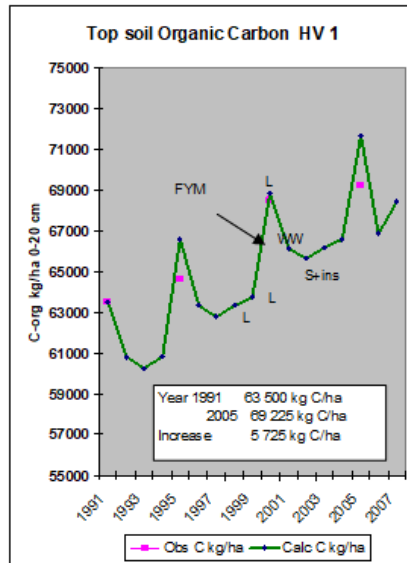
Long term manure experiment



Experimental plan from 1991

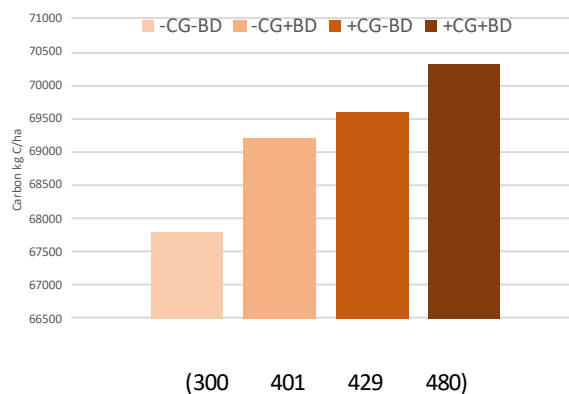
Main plot	Treatments winter wheat
F1	Not composted manure 12.5 ton (0 from 1995)
F2	25 ton
F3	50 ton
K1	Composted manure 12.5 ton (0 from 1995)
K2	25 ton
K3	50 ton
Subplot (split plot) +	BD preparation each plot each year
-	Without BD preparation

Åren 1991 till 2011 genomfördes långliggande försök som också studerade markens bördighetsegenskaper, produktiviteten och odlingsprodukternas kvalitetsegenskaper på samtliga skiften i den femåriga växtföljden försöksgården Skilleby. Det sammanföll delvis med tiden för BERAS-projektet där gården ingick som typgård. Här studerades bästa möjliga teknik för användandet av den recirkulerade stallgödseln med jämförelser mellan kompostering och icke kompostering av stallgödseln i tre gödslingsnivåer med och utan användning av biodynamiska preparaten. Försöken förlades ute på åkerskiftena som parcellförsök med upprepningar för statistisk bearbetning. Försöksplanen och dess genomförande illustreras här av bilder från försöket på ett av skiftena.



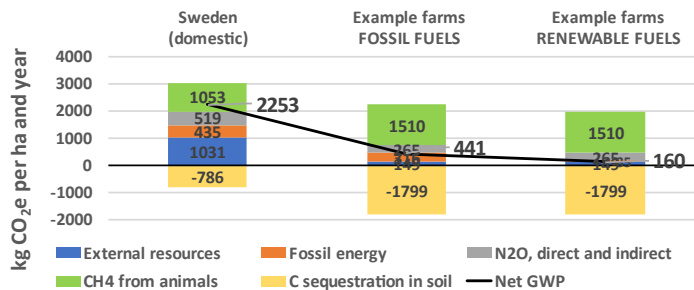
De långliggande försöken visar att med en hög vallandel (här tre år vall av fem år i växtföljden) så sker en kraftig humusuppbyggnad och kolbindning i marken jämfört med en lägre vallandel. Kompostering av gödseln ger en högre mullbildning. Vid ensidig spannmålsodling kan motsatsen ske med en nedbrytning av humus och avgång av organiskt bundet kol. Marken som möjlig upplagare av organiskt bundet kol bekräftas här. Som framgår av bilden (t.v.) så sker denna humusuppbyggnad etappvis i samband med vallgrödorna och recirkulation av stallgödseln, medan det sker en förbrukning när stråsäd odlas. Mullhaltsökningen motsvarade i genomsnitt 400 kg kol per ha och år i matjorden 0-20 cm (över 1500 kg koldioxidekvivalenter per ha och år) och 300 kg kol i alven (60-90 cm). Detta motsvarar totalt cirka 2600 kg koldioxidekvivalenter per ha och år. Det bekräftar resultaten från också äldre jämförande försök med biodynamisk odling.

Increase carbon in topsoil 1991-2005
(kg/ha and year)



Uppbyggnaden av organiskt bundet kol i matjorden på skifte 1 tidsperioden 1991 till 2005 motsvarade i genomsnitt 400 kg C par ha och år. Komposterad gödsel med biodynamiska kompostpreparat och fältpreparaten gav en mullhalt motsvarande 480 kg C/ha och år vilket kan jämföras med ingen kompostering och utan biodynamiska preparat som gav 300 kg C/ha och år. Dessa resultat är publicerades vid IFOAM konferensen i NEW DELHI 2017. (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).

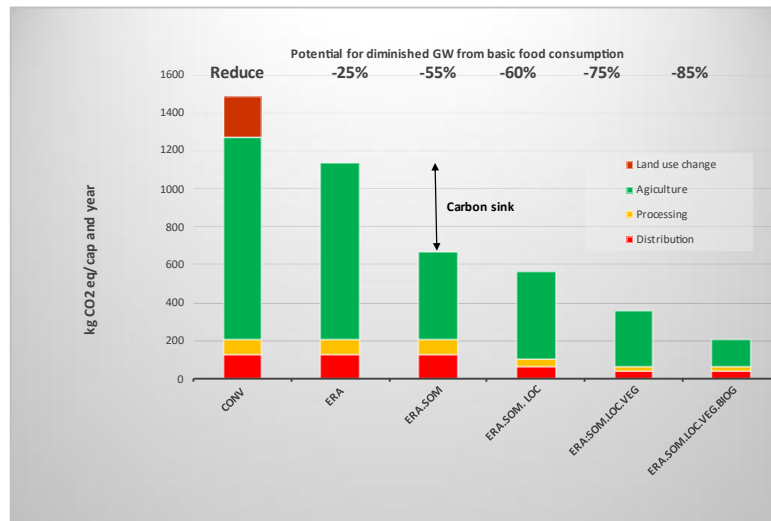
Climate impact, Swedish agriculture and mean 22 sample farms



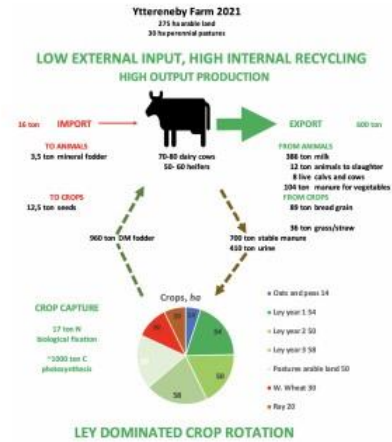
Data for the Example farms are mean values for all 22 farms. The variation is large, some even net sequestrators, but all show better results compared to the average Swedish agriculture. The main reason for the lower net climate is:

- 1) 85 % lower use of external resources through more internal recycling
- 2) 230 % more carbon sequestration in grasslands, including more nitrogen fixation legumes in crop rotation on all arable land

År 2020 startade ett fortsättningsprojekt Framtidssäkrat jordbruk som i sitt första steg är baserat på enbart Svenska gårdar och med fokus på klimatfrågan men som även inkluderar växtnäringsbalanser och som baseras på tidigare studier med beaktande av kolinlagringen i marken. Projektet baseras på dokumentation och utvärdering av utvalda exempelgårdar i Sverige odlade i enlighet med principerna för ett regenerativt ekologiskt kretsloppsjordbruk under de vitt skilda betingelser som råder från nordligaste till sydligaste Sverige. Figuren sammanfattar de första årens resultat från de 22 gårdarna. Här visas den potential som finns att minska klimatbelastningen från primärproduktionen med 90 %. Enskilda gårdsstudier visar att man kan komma ännu längre med en nettoinlagring av kol i marken.

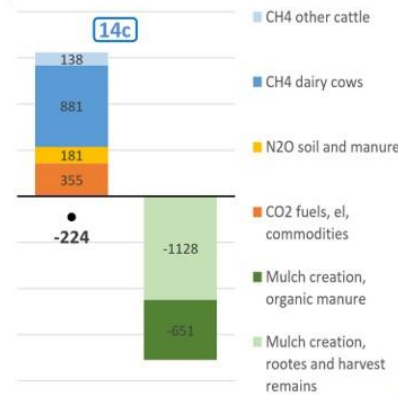


Framtidsscenarier utarbetades för Sveriges livsmedelsförsörjning baserat på resultat från BERAS-projektets exempelgårdar åren 2003-2006 jämfört med det rådande konventionella systemet för den aktuella tidperioden. Här visades möjliga förändringar av klimatbelastningen från markanvändning, jordbruk, förädling och distribution: Mat från ekologiska kretsloppsgårdar (ERA) skulle med hela produktionskedjan kunna minska klimatbelastningen med cirka -25 %. Beaktas också uppbyggnaden av markens organiska substans (ERA.SOM) påvisbar efter minst ett växtföljdsomlopp så minskar klimatbelastning med -55 %. Lokal förädling och distribution (ERA.SOM.LOC) minskar klimatbelastningen ytterligare till -60 %. Med också mer vegetarisk och nästan enbart grovfoderbaserad kött- och mjölkkonsumtion (ERA.SOM.LOC.VEG.) minskar belastningen med -75 % och med produktion av gårdsbaserad biogas som drivmedel producerad från gårdens egen gödsel (ERA.SOM.LOC.VEG.BIOG), så minskar klimatbelastningen med -85 % (Granstedt, 2012). I de sista två stegen så halveras också den erforderliga åkerarealen för vår försörjning med basmaten i Sverige, till mindre än 2000 kvm per capita.



Figur 22b. Flöden av resurser och växtföljd på en ERA-gård. Exemplet Yttereneby gård med 275 ha åker och 30 ha naturbetesmark år 2021.
Figure 22b. Flows of resources and crop rotation on an ERA-farm. The example Yttereneby farm with 275 ha arable land and 30 ha natural pastures year 2021.

Climate balance calculated for Skilleby Yttereneby gård 2021



Yttereneby- Skilleby gård i Järna 2021, en exempelgård i projektet framtidssäkrat jordbruk. Grafiken beskriver de grödor som odlas, tillförsel av foder, utsäde, upptagning av näringsämnen ur luft och mark, kretslopp med foder till djuren och gödsel tillbaka till marken samt bortförsl med animaliska och vegetabiliska livsmedel

Gårdsstudier med växtnärings och klimatbalanser visar att kolinlagringen kan vara större än emissionerna av växthusgaser räknat i koldioxidekvivalenter (Granstedt och Thomsson 2022). Beräknade värden för kolinlagringen överensstämmer väl med data från våra långliggande försök på Skilleby med markprover som tagits till ett markdjup till 90 cm .

Sammanfattning:

Ett ekologiskt och biodynamiskt kretslopps jordbruk bygger på integrerad växt- och djurproduktion med effektiva kretslopp med återvinning av näringsämnen och organisk biomassa och växtföljd med gräs/klövervall och andra baljväxter. Recirkulering bevarar naturresurserna och skyddar havet från överskott av kväve och fosforföreningar. I kombination med odling av fleråriga vallbaljväxter i mångsidiga växtföljder återuppbyggs jordarnas bördighet samtidigt som organiskt bundet kol inlagras kol i marken och den negativa mänskliga klimatpåverkan minskar. Livsmedlens kvalitet vad gäller näringsinnehåll förbättras genom mer effektiv återförsl av näringsämnen och högre marbiologisk aktivitet samt riskerna med användning av kemiska bekämpningsmedel förhindras