

# Kolinlagring i jordbruksmark

## Koltrappa 2

Arja Nykänen, Anna Tall, SeAMK

Henna Hyttinen, Piia Kekkonen, Savonia

Outi-Maaria Sietiö, HAMK

Aija Hytönen, JAMK

År 2024



**CC BY 4.0 DEED**

Attribution 4.0 International

## Innehåll

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Studiematerialet Metoder för kolinlagring .....   | 2  |
| 2   | Kolinlagringsmetoder och principerna för deras inverkan.....  | 3  |
| 3   | Studiematerial och inlärningsuppgifter om olika metoder för kolinlagring .....  | 5  |
| 3.1 | Metoder för kolinlagring på gården .....  | 5  |
| 3.2 | Fånggrödor .....  | 5  |
| 3.3 | Gödslingslösningar .....  | 7  |
| 3.4 | Lösningar för vallodling .....  | 8  |
| 4   | Studiematerialet och inlärningsuppgifter för att förbättra markens växtskick och vattenhushållningen för att främja kolbindningen ..... | 10 |
| 4.1 | Markens roll i anpassningen till klimatförändringen .....   | 10 |
| 4.2 | Bakterie- och svampsymboler i åkerjord.....   | 10 |
| 4.3 | Åkerytans utformning .....  | 11 |
| 4.4 | Underhåll av täckdiken.....   | 12 |
| 4.5 | Alvplöjning.....  | 12 |
| 5   | Svar på frågorna .....  | 13 |
|     | Källor.....   | 20 |

## Figurer

|         |   |   |
|---------|---|---|
| Figur 1 | Kolinlagringsmetodernas verkningsmekanismer och styrka [1]. ..... | 4 |
|---------|---|---|

# 1 Studiematerialet Metoder för kolinlagring

Detta studiematerial är **den andra trappan** i helheten Kolinlagringens trappor. När du har bekantat dig med materialet vet du hur åtgärderna inom kolinlagring kan genomföras i praktiken, vilka fördelar de ger och vilka praktiska utmaningar som kan uppstå. Dessutom förstår du vilka åtgärder som vidtas på åkern som förbättrar dess växtskick, vilket gör att växterna växer bättre och därmed också binder mer kol. Du kan också tillämpa det du lärt dig i praktiken.

På kolinlagringens första trappa har du bekantat dig med grunderna i kolinlagring och kolbindning och på den tredje trappan hittar du metoder för att planera och genomföra kolinlagring som en del av gårdens verksamhet samt hur du kan mäta åtgärdernas effekter.

Materialet lämpar sig i första hand för yrkesverksamma inom jordbruket som vill lära sig hur olika metoder för kolinlagring genomförs och hur det lönar sig att förbättra markkvaliteten för att främja växternas tillväxt. Det tar cirka 20 timmar att bekanta sig med materialet och svara på inlärningsfrågorna.

Materialet och inlärningsuppgifterna får användas inom ramen för licensvillkoren (CC.BY 4.0). Materialet består av webinarieinspelningar, videor från åkerrenseevenemang, podcaster, informationskort och en skriftlig publikation samt tillhörande inlärningsfrågor.

Alla källor i materialet är på finska, förutom Figur 1 Kolinlagringsmetodernas verkningsmekanismer och styrka [1].

## 2 Kolinlagringsmetoder och principerna för deras inverkan

Koldioxid binds från atmosfären till växtligheten genom växternas assimilering och kolet binds i marken från växterna. När det binds mer koldioxid än det frigörs, talar man om en kolsänka. Men till exempel åkermarken fungerar som utsläppskälla om det frigörs mer koldioxid än vad som binds i marken. Förutom att minska utsläppen har kolsänkorna en central roll i stävandet av klimatförändringen. Kolbindningen kan ökas genom olika praxis som kallas kolinlagring. Metoder för kolinlagring är att öka växttäcknet med hjälp av botten- och fånggrödor samt med höstsådd och fleråriga grödor, mångsidig växtföljd och mångsidigt växtsortiment samt odling av blandade växtbestånd, växter med djupa och rikliga rötter, kvävefixerande växter, ökning av jordförbättringsmedel (bl.a. gödsel, kompost, biokol) samt minskning av bearbetning. När kol tillsätts i växtligheten och marken förbättrar det också åkerns växtskick och hälsa. Utöver större skördar bidrar den förbättrade markkvaliteten till att anpassa sig till och tolerera de föränderliga förhållandena till följd av klimatförändringen.

Verkningsmekanismerna för kolinlagringsmetoderna kan i regel delas in i tre olika klasser: tillsats av kol i marken (kolflöde), skydd av kolet i marken och förhindrande av att kol frigörs från marken genom att förhindra nedbrytning av växtmaterial. (Bild 1). De effektivaste kolinlagringssåtgärderna som ökar kolflödet är rätt planerad gödsling (ökar växtens tillväxt och assimilering), odling av växter med djupa och rikliga rötter samt odling av fånggrödor (ökar rot- och assimilerande växtbiomassa) djupuppluckring och skötsel av åkerns växtskick (ökar växternas tillväxt och rotbiomassa) samt snabb betesgång och högre slätterhöjd för vallen (påskyndar hur snabbt växterna börjar växa på nytt och därmed ökar fotosyntesen och rotsystemet).

Med tanke på att skydda kolet i marken är de effektivaste metoderna för kolinlagring att använda organiska jordförbättringsmedel, att odla fånggrödor samt direktsådd, eftersom de ger näring åt jordmikrober och förbättrar markklumpanas hållbarhet. De bästa metoderna för att bromsa nedbrytningen av organiska ämnen är odling av fånggrödor samt lätt bearbetning och direktsådd (marken hålls svalare, vilket bromsar nedbrytningen). Syretillförseln till marken ökar de aerobiska nedbrytande mikrobernas aktivitet, så lätt bearbetning och direktsådd minskar nedbrytningsverksamheten även på detta sätt. Särskilt på torvåkrar förhindrar reglerande täckdiken nedbrytning av torv när vattennivån hålls hög.

| Åtgärd                 | Kollfödet till marken                 |                          |                       |                    |           | Skydd                         |                          |                     | Fördröjning av nedbrytningen |           |      |              |
|------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|-----------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-----------|------|--------------|
|                        | Effektivare assimilation              | Längre assimilations-tid | Rotsyste-mets storlek | Rotsyste-mets djup | Rotsekret | Externt kollflöde till marken | Förändring i mikrofloran | Aggregat-stabilitet | Avkyllning                   | Fuktighet | Syre | Grund-vatten |
| Gödsling och växtskydd | Kväve- och fosforgödsling             | +++                      |                       | +                  |           | -                             |                          | -                   |                              |           |      |              |
|                        | Kompletterings- och spårämnesgödsling | ++                       |                       | +                  | +         |                               |                          |                     |                              |           |      |              |
|                        | Organisk gödsling                     | ++                       |                       |                    |           |                               | +                        | +                   | +                            |           |      |              |
|                        | Organiska jordförbättringsmedel       |                          |                       |                    |           |                               | +++                      | +++                 | ++                           |           |      |              |
|                        | Integrerat växtskydd (IPM)            | +                        |                       |                    |           |                               |                          | ++                  |                              |           |      |              |
| Växter                 | Sorter                                | ++                       | ++                    | +++                | +++       | +++                           |                          |                     |                              |           |      |              |
|                        | Fånggrödor                            | +                        | +++                   | ++                 | ++        | ++                            | +++                      | +++                 | +++                          | ++        |      |              |
|                        | Vallblandningar                       | ++                       | ++                    | ++                 | ++        | ++                            | ++                       | ++                  |                              |           |      |              |
|                        | Samodling                             | +                        | +                     | ++                 | ++        | ++                            | +                        | +                   | +                            |           |      |              |
|                        | Skogsjordbruk                         |                          |                       |                    |           |                               |                          |                     |                              |           |      |              |
| Markstruktur           | Effektiverad torrläggning             | ++                       | ++                    | ++                 | ++        | +                             | ++                       | +                   | -                            | -         | -    | -            |
|                        | Reglerbar dränering                   |                          |                       |                    |           |                               |                          | -                   | +                            | +         | ++   | +++          |
|                        | Grund bearbetning, halmen på ytan     |                          |                       |                    |           |                               | ++                       | ++                  | ++                           |           | +    |              |
|                        | Direktsådd                            |                          |                       |                    |           | -                             | ++                       | +++                 | ++                           | ++        | +    |              |
|                        | Djupluckning                          |                          |                       | +++                | +++       |                               |                          |                     |                              |           | -    |              |
| Betesgång och vallar   | Kort betesperiod, lång vila           | +++                      | +++                   | +++                | +++       | +++                           | +                        | ++                  | ++                           | ++        |      |              |
|                        | Vallarnas stubbhöjd                   | ++                       | ++                    | ++                 | ++        | ++                            |                          |                     | +                            | +         |      |              |

Figur 2 Kolinlagrinsmetodernas verkningsmekanismer och styrka [1].

## 3 Studiematerial och inlärningsuppgifter om olika metoder för kolinlagring

I det här avsnittet bekantar du dig närmare med fem metoder för kolinlagring. Metoderna har testats på pilotgårdar med två projekt i Södra Österbotten och jordbrukarna har varit intresserade av att fortsätta åtgärderna även efter att projekten avslutats.

### 3.1 Metoder för kolinlagring på gården

Lyssna på podcasten där jordbrukare Jaakko Kangas berättar om sina egna erfarenheter av kolinlagring. Videons längd är 28 min. Svara sedan på frågan: Med vilka åtgärder strävar jordbrukaren efter att öka kolbindningen och på vilka sätt försöker han förhindra att kol frigörs? Svaren finns i slutet av materialet i kapitel 5. Podcast: [Hiiliviljely käytännössä](#) [2]

### 3.2 Fånggrödor

Se och lyssna på webinarieinspelningen [Kerääjäkasvit ilmastoviisaassa viljelyssä](#) [3], där Lukes forskare Hannu Känkänen, Naturcoms verkställande direktör Timo Mäkinen och odlaren Vesa Mäkinen talar om fånggrödor och deras möjligheter. Dessutom kan du lyssna på avsnitt 3 av podcasten [Hiilitieto: Kerääjäkasvit ja vihreä kasvipeitteisyys](#) [4], där ProAgrias expert på växtproduktion Perttu Perälä berättar om sina erfarenheter av fånggrödor. Du kan testa och fördjupa det du lärt dig av webinariet och podcasten genom att svara på frågorna nedan. De rätta svaren finns i slutet av materialet i kapitel 5. Videons längd är 2:38 h och podcasten 42 min.

Som tilläggsmaterial kan du bekanta dig med [infokortet Fånggrödor](#) [5], där man berättar om resultaten av försöken med fånggrödor på pilotgårdarna inom TIME-projektet (Framtidens klimatklaka jordbruksproduktion i Södra Österbotten) för att öka kolbindningen.

#### **Hannu Känkänen, Fånggrödor som klimatassistenter och åkerns vänner**

1. Fånggrödornas inverkan på klimatet?
2. Hur mycket kol antas det finnas i växtresterna?
3. Hur stor del av växtmassan ovan jord humifieras?
4. Hur mycket rot och rotsekret humifieras?

5. Hur stor torrsubstansskörd (rot+biomassa) av fånggrödor behövs i genomsnitt för att hålla spannmålsodlingens mullhalt oförändrad?
6. Varför har fånggrödorna en särskilt god effekt på ökningen av kollagret i miljöersättningsystemet?
7. Vad grundar sig klövers indirekta klimatpåverkan på?
8. Vad grundar sig gräsets indirekta klimatpåverkan på?
9. Hur säkerställs en så bra produktion av biomassa som möjligt?
10. Hur kan man öka klimatnyttan av fånggrödan (5)?

#### **Timo Mäkinen, Klimatklokt frösoriment för fånggrödor**

1. Räkna upp åtminstone 10 kvävebindande växter?
2. Vilka klöver passar bäst i betesblandningar?
3. Vad försvårar foderlusernas framgång i Finland?
4. Vilka är de vanligaste fleråriga vallväxterna i Finland?
5. Varför passar cikoria bra för får?
6. Vilka är de vanligaste saneringsväxterna?

#### **Vesa Mäkinen, Odlarinlägg om användningen av fånggrödor**

1. Målet för odling av fånggrödor?
2. Vad har jordbrukaren upplevt som en utmaning för användningen av fånggrödor och varför?
3. Vad betyder växternas trepartssystem?

#### **Podcast**

1. Vad är fånggrödor?
2. Vilka är fördelarna med fånggrödor?
3. Vad kostar det att använda fånggrödor?
4. Kolinlagringsmetoder?
5. Skillnaderna mellan höstplöjning och användning av fånggröda?
6. Alternativ till höstplöjning?
7. Att avsluta fånggrödan, kan även ettåriga övervintra? Orsakar några individer skada?
8. Fånggröda med spannmål
9. Ogräsbekämpning av fånggrödor som såtts samtidigt som skördeväxten?
10. Vilka är metoderna för att maximera växttäcket?

### 3.3 Gödslingslösningar

I det här avsnittet bekantar du dig närmare med gödsling med rötad flytgödsel samt möjligheterna till grüngödsling vid gödsling och markförbättring. Även andra sätt att effektivera gödslingen har testats i informationskortet.

#### Rötad flytgödsel som gödsel

Se och lyssna på videorna som berättar om erfarenheterna från Jalasjärvi gård av att använda rötad flytgödsel som gödselmedel. Som tilläggsmaterial kan du bekanta dig med informationskortet [Gödslingslösningar i kolbindning](#) [6], där man berättar om resultaten av försöken med gödsling på pilotgårdarna inom TIME-projektet (Framtidens klimatsmarta jordbruksproduktion i Södra Österbotten) för att öka kolbindningen.

[I video 1](#) [7] lantbruksföretagare Matti Marttila från Jalasjärvi berättar hur biogasanläggningens produkter utnyttjas på gårdens åkrar. Titta på videon och svara på fråga 1. Videons längd är 3 min.

[Video 2](#) [8] firas en dag på åkerrenen bredvid ett gödslingsförsök som gjorts på åkrarna på Marttilas gård. Naturresursinstitutets forskare Tapio Salo berättar om gödslingen och hur växterna kan använda näringsämnen effektivast. Sedan presenteras själva försöket. Titta på videon och svara på frågorna 2–15. Videons längd är 43 min.

Frågor: (Svaren finns i slutet av materialet i kapitel 5.)

1. Vilka är fördelarna med rötresten jämfört med flytgödsel?
2. Vilken var den största utmaningen under växtperioden 2023 med tanke på gödslingsförsöken?
3. Vilka ytterligare åtgärder försökte man vidta på gården för att förebygga växtstress?
4. Vad består rötresterna på gården av?
5. Vad har man gjort på gården med tanke på sådden av höstsäd och varför odlar gården också höstsäd?
6. Varför ges växten idag spårämnen huvudsakligen via bladen?
7. Vilken är den eftersträvade fosforhalten i marken så att fosforgödslingen ger skörderespons?
8. Varför är det bra att mylla in slammet så snart som möjligt efter slamspridningen?

9. Hur mycket kväve innehåller de gödselmedel som använts i försöket a) urea b) svinslam (tabellvärde) c) nötslam (tabellvärde) c) YaraMila Y3?
10. På vilka två provmedlemmar fick man de bästa korn- och proteinskördarna?
11. Hur mycket kväve/ha fick provmedlemmarna i fråga?
12. På vilka två provmedlemmar bands mest lånvarigt kol i marken?
13. Vilka fördelar har man lagt märke till med rötgödsel på gården jämfört med flytgödsel?
14. Vilka åtgärder har vidtagits på gården för att förebygga torka?
15. Vilka utmaningar är förknippade med åkerskanning och satellitbilder?

### Gröngödsling

Titta på och lyssna till [videon från evenemanget vid åkerrenen](#) [9], där man bekantar sig med olika gröngödslingsväxter, deras kolbindningsförmåga och inverkan på åkermarken. För att fördjupa inläringen kan du svara på frågorna. Svaren på dem finns i slutet av materialet i kapitel 5. Längden på videon är 32 min.

Som tilläggsmaterial kan du bekanta dig med informationskortet [Vallgrödor med djupa rötter och gröngödslingsvallar](#) [10], där man berättar om resultaten av försöken med gröngödsling på pilotgårdarna inom TIME-projektet (Framtidens klimatsmarta jordbruksproduktion i Södra Österbotten) för att öka kolbindningen.

Frågor:

1. Vilka växter finns i gårdens gröngödslingsblandning?
2. Hur mycket av växternas biomassa (del ovan marken + rötter) är kol?
3. Hur mycket kol från atmosfären har biomassan bundit?
4. Vilken är den önskade halten av baljväxter i gröngödslingsblandningar?
5. Kommer näringsämnen till rötterna eller måste rötterna växa ut till dem?
6. Hur identifierar man en välfungerande kvävebindande knöl?
7. Vad kan de brunaktiga sedimenteringarna i markens djupare skikt vara?
8. Vad kan man mäta med en penetrometeranordning?

## 3.4 Lösningar för vallodling

Bekanta dig med informationskortet [Vallens slårhöjd](#) [11], där man berättar om resultaten av försöken med att höja slårhöjden för ensilagevallen på pilotgårdarna inom TIME-projektet (Framtidens klimatsmarta jordbruksproduktion i Södra Österbotten) för att öka kolbindningen.

Fundera på hur lätt det är att reglera slätterhöjden när ensilage tillverkas och vad stora variationer i resultaten kan bero på.

Titta på två åkerrensvideor om bete och svara på frågorna. Svaren finns i slutet av materialet i kapitel 5. Videorna är totalt cirka 10 minuter.

Video 1. [Laitumet lypsykarjatilalla, del 1](#) [12]. Jordbrukaren Hannu Oja-Lipasti berättar om sina egna erfarenheter och skötseln av betesmarken på en 75-årig mjölkboskapsgård.

Video 2. [Laitumet lypsykarjatilalla, del 2](#). [13] Jordbrukaren berättar i videon om betesgången och djurens flockbeteende och dess fördelar för djuren och mjölkproduktionen

Frågor:

1. Vilka vallväxter växer på Oja-Lipastis fleråriga vall?
2. Vilka vallväxter växer på jordbrukarens ettåriga vall?
3. Vilka nya växter har odlats på gården på betesvallarna?
4. Hur många betesomgångar blir det på de fleråriga betesmarkerna under växtperioden och hur påverkar det gödslingen?
5. Hur många dagar betas ett betesskifte på gården?
6. Hur stöder betesgången djurens flockbeteende och vilken nytta har man av det?
7. Vilken inverkan har betesgången under försommaren på mjölkproduktionen?

## 4 Studiematerial och inlärningsuppgifter för att förbättra markens växtskick och vattenhushållningen för att främja kolbindningen

Åkermarkens goda växtskick spelar en viktig roll när man vill att växterna ska växa så bra som möjligt. Detta är inte bara ekonomiskt betydelsefullt för jordbrukaren utan också för kolbindningen. Ju bättre växterna växer, desto mer kol binder de från atmosfären. Markens goda växtskick är också viktig för anpassningen till klimatförändringen. Det lär du dig mer om i kapitel 4.1. I kapitel 4.2 bekantar du dig med mikrofloran i marken och framför allt med bakterie- och svampsymbioser och hur de kan utnyttjas i skötseln av markens växtskick. I kapitlen 4.3–4.5 lär vi oss om hanteringen och förbättringen av åkermarkens vattenhushållning och struktur med hjälp av utformningen av åkerns yta, täckdikningens funktion och alvplöjning. Dessa åtgärder bidrar till att förbättra växternas vattenhushållning och rötternas tillväxtmöjligheter.

### 4.1 Markens roll i anpassningen till klimatförändringen

Bekanta dig med verket '[Maaperä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa](#)' [14]). Läs och bekanta dig särskilt med sidorna 19–31 i verket. Besvara sedan följande frågor:

1. Hurdan är en bra jordmån? Granska saken ur flera synvinklar.
2. Hur bidrar en bra jordmån till anpassningen till klimatförändringen?
3. Vilka faktorer i markens växtskick anser du vara de viktigaste med tanke på växternas tillväxt och å andra sidan med tanke på anpassningen till klimatförändringen?

### 4.2 Bakterie- och svampsymbioser i åkerjord

Mikroberna i marken och deras verksamhet har stor betydelse för kollagrets storlek och kvaliteten på det organiska materialet. I informationskortet 1 ([Markens mikroflora och kolbindning](#)[15]) behandlas markens mikrobers roll i dess kolcirkulation. I informationskortet 2 ([Svamparnas och bakteriernas betydelse i åkermarken](#) [16]) behandlas de olika verksamhetroller mikroberna i marken har. I

informationskortet 3 ([Sommarens betydelse för odlingsväxten](#) [17]) behandlas svampar som lever i symbios med växten i jordbruksmarken, deras roll och forskning i temat. I videon från workshoppen '[Hiilitase, tyypitase ja energiatase](#) 14.1.2014', ger Arja Nykänen (ILMASE-projektet, längd 22 min. [18]) en presentation om växternas biologiska kvävebindning och deras symbios tillsammans med kvävebindande bakterier. Efter videon kan du svara på frågorna nedan i kapitel 5.

Frågor till informationskortet:

1. Hur drar mikroberna i marken nytta av växterna?
2. Hur förändras växternas verksamhet när koldioxidhalten i atmosfären ökar och växtperioderna förlängs till följd av klimatförändringen?
3. Hur kan mikrober i marken reagera när mängden kol som växterna matar in i marken ökar och hur påverkar det jordmånens kollager? (2 olika teorier)
4. I vilka processer deltar bakterier och svampar som lever i jordbruksmarken?
5. Hur påverkar svamparna jordens mullhalt?
6. Hur kan markens surhet påverka mängden svampar och bakterier i jordmånen?
7. Vilken roll har glomeromycota när det gäller att ta upp växtens näringsämnen och vatten?
8. Skapar odlingsväxten automatiskt symbios med svamp som finns i jordbruksmarken?

Frågor till videon:

1. Hur kan kväve från atmosfären användas för odling?
2. Vilken typ av kväve utnyttjar växterna? Vilka begränsningar finns det i utnyttjandet?
3. Vilken nytta har jordens kolbalans av odlingen av växter som binder kväve?
4. Vilka mikrober deltar i den biologiska kvävebindningen tillsammans med baljväxter?
5. Var sker den biologiska kvävebindningen?
6. Vad ger växten bakterien och vad får den av bakterien vid symbios?
7. Hur kan man maximera mängden kvävebindning?
8. Varför är blandade växtbestånd viktiga för den biologiska kvävebindningen?

### 4.3 Åkerytans utformning

Se och lyssna på [videon](#) [15] där odlaren Rami Lilja från Liljafarms berättar hur man genom att forma åkerns yta kan förbereda sig på för förändrad fuktbalans. Videon är cirka 38 minuter lång och saknar textning

Svara därefter på följande frågor. Svaren hittar du i slutet av detta material.

1. Hur kan man mäta åkerns höjd?
2. Vilken färg används för att beskriva erosion?
3. Vilka är fördelarna med att jämna ut åkern enligt talaren, nämn tre exempel?
4. Hur påverkar åkerns utformning täckdikena?

## 4.4 Underhåll av täckdiken

Granska och bekanta dig med Täckdikningsföreningens expert [Minna Mäkeläs anförande](#) [16] om vad det lönar sig att beakta i underhållet av täckdiken så att man undviker olägenheter som orsakas av vattnet på åkern. Videons längd är cirka 40 minuter. Videon har ingen textning.

Besvara därefter följande frågor. Svaren hittar du i slutet av detta material.

1. På hur många procent (%) av Finlands åkrar kan man odla utan dränering?
2. Vad är syftet med dräneringen?
3. I vilken typ av jordmån transporteras vattnet bäst till täckdikena? Välj rätt svar
  - a. Genomtränglig mark
  - b. Tät mark
4. Vad lönar det sig enligt talaren att kontrollera först när man granskar åkerns täckdiken?
5. När man gör en allmän översikt över åkern, vad lönar det sig särskilt att observera?
6. Vilka är de vanligaste torrlägningsproblemen? Nämn tre exempel
7. Hur upprätthåller en fungerande dränering markstrukturen?

## 4.5 Alvplöjning

Bekanta dig med informationskortet [Jankkuroinnin vaikutus nurmipellon hiilensidontaan](#) [17] om alvplöjningen som projektet Hiiltä peltoon har producerat. Svara därefter på följande inlärningsfrågor. De rätta svaren finns i slutet av materialet i kapitel 5.

1. Hur förbättrar alvplöjning kolbindningen?
2. Vad lönar det sig att beakta när man planerar alvplöjningen?
3. För hurdan växtlighet lämpar sig alvplöjningen?

## 5 Svar på frågorna

### 3.1 Metoder för kolinlagring

Effektivering av kolbindningen: effektivare assimilering, grön åker så länge som möjligt. ökning av höstspannmålsarealen. användning av fånggrödor. förbättring av intensiteten hos assimileringen; att göra rätt saker i rätt tid, balanserad gödsling. Åtgärder som vidtagits på gården: rajgräs som fånggröda/spannmål utan rajgräs. Vitklöver som bottengröda för rybs. Sådd av fånggrödor under höstsäd i framtiden.

Förhindrande av att kol frigörs: minimering av bearbetningen, ändamålsenlig bearbetning, sparande av klumpstrukturen, bearbetning värmer marken, nedbrytningen ökar, mer kol frigörs, markens mikrober bryter ned kol men producerar också långvarigt kol.

### 3.2 Fånggrödor

#### Fånggrödor som klimatassistenter och åkerns vänner

- 1.
2. 45 %
3. 20 %
4. 40 %
5. 2 ton/ha + 2 ton/ha
6. Stora arealer
7. Besparing av fossil energi
8. Kväve transporteras mindre ut i vattnen, upp till 50 %
9. lyckad sådd
10. lång växttid, starkt växande arter, utnyttjande av växternas olikheter (blandningar), relativt stor frömängd, omsorgsfull odling

#### Klimatsmart frösortiment för fånggrödor

1. Röd-, alsike-, vit- jordklöver, foder- och luddvicker samt foderlusern och esparsett samt getruta
2. Alsike- och vitklöver
3. Övervintring och foderlusern kräver mycket värme, vattenhushållningen på växtplatsen måste vara i skick
4. Timotej, rörsvingel, vallsvingel, hundäxing
5. Cikoria i bete förebygger parasiter
6. Bearbetningsrättika. oljerättika, vitsenap

### Odlaranförande om användningen av fånggrödor

1. Skapa så mycket assimilation som möjligt, djupa och luckrande rotsystem, stor rotmassa och aktiv mikroorganismverksamhet som hjälper markstrukturen och ger större skörd
2. Avsluta fånggrödans tillväxt så att andra principer, t.ex. för att förbättra markstrukturen, inte blir lidande
3. Trestam på växter: gräsväxt-kvävebindande växt-korsblommig växt

### Podcast

1. Växter som sås efter skördeväxten
2. Effektivare assimilering, längre tid, kvarhållande av näringsämnen, kvävebindning
3. beror på växten, frökostnaden varierar, t.ex. vitklöver 21–40 euro/ha, samma kostnad för gräsaktiga växter. 100 e stöd, organisk kvävebindning 20–30 kg/ha, dvs. flera fördelar
4. bindning till mark och hav
5. Höstplöjning är det enklaste säkra alternativet. Det finns kanske inte tillräckligt med information om fånggrödor.
6. Efter höstplöjning sås höstsäd, på våren lättbearbetning
7. ska övervägas, en skärare kan skära av rötterna, lättbearbetning två gånger, växtföljd
8. sådd av tatar med centrifugalspridare på ytan i början av juli i spannmålsbeståndet (dör genast i den första kölden), sådd av oljerättika likaså, efter tröskning av vårsäd (före 15.8) är det bra att få oljerättika sådd, humlelusern samband med sådd av korn, förblir under spannmålsväxten (förstörs den under vintern med säkerhet)
9. t.ex. beaktande av klöver, beakta flyghavre (Puma extra), inga gräsaktiga fånggrödor på flyghavreskiften, FRÅGA rådgivare eller handeln
10. Att inkludera höstsäd i växtföljden, fånggrödor, grön gödslingsvallar, kummin ger ett treårigt växttäck

## **3.3 Gödslingslösningar**

### Rötad flytgödsel

1. Den är lättare att hantera och sprida. Den är av jämnare kvalitet och har mindre lukt än slammet. En större del av kvävet är lösligt, dvs. oorganiskt, och därmed snabbare tillgängligt för växterna.
2. torka
3. tilläggsnäringen Neko
4. svin slam 1/3, nötkreatursslam 2/3
5. åkerutjämning, val av de bästa skiftena för höstsäd, utjämning av arbetstopparna, bättre skördar

6. det finns inte några andra spårämnen på marknaden med jordpåverkan än organiska gödselmedel och stallgödsel
7. bör undvikas
8. för att förhindra avdunstning av ammoniak
9. svinslam+urea samt rötad+NS Boost+urea
10. 83 kg/ha och 188 kg/ha
11. se svar 9
12. kväve lossnar snabbare från det rötade
13. reglerbar dränering
14. utnyttjande av den information som erhålls

#### Gröngödsling

1. blålusern, rödklöver, vitklöver, timotej, engelskt rajgräs, vallsvingel, rörsvingel
2. 40 %
3. koefficient 3,7
4. 50 %
5. rötterna måste växa fram till näringsämnena
6. Den är rosa, rödaktig till färgen. Det vita fungerar inte ännu, det bruna har redan upphört.
7. järnavlagringar
8. markpackning

#### Lösningar för vallodling

1. Vitklöver, timotej, ängsgröe och ängssvingel?
2. Italienskt rajgräs
3. fodervicker och kornhavreblandning
4. 5 matningsgångar och vallväxternas näringsbehov ska ombesörjas genom tilläggsgödsling efter matningsgångerna
5. 3 dagar
6. De får äta, sova, röra på sig samtidigt. Djurens muskler stärks, kalvningen underlättas, den allmänna hälsan förbättras och klövhälsan förbättras.
7. Mjolkproduktionen förbättras eftersom fodret är smältbart och proteinrikt

## **4.2 Svamp- och bakteriesymbioser i åkerjord**

Frågor om informationskortet

1. När växterna assimilerar binder de kol till socker, av vilket en del hamnar hos mikroberna i marken via växternas rotsystem. När växten dör börjar rötsvampsmikroberna dessutom spjälka upp det döda växtmaterialet i energi.
2. Mängden socker och döda växtdelar som växterna matar in i marken antas öka
3. Enligt den s.k. priming-teorin (teori 1) skulle tillväxten av mikrober i jordmånen och nedbrytningen av organiska ämnen öka, varvid också mängden koldioxid som frigörs från marken till atmosfären skulle öka och jordmånens kollager skulle minska med tiden. Enligt teorin om mikroberna som kolpumpar (teori 2) ändrar mikroberna kolet till en form som är svårare att bryta ned och i och med resterna av mikrobiomassan kan mängden kol som lagras i marken till och med öka när kolflödet till jordmånen ökar.
4. En del av bakterierna som lever i marken deltar i kol- och kvävecirkulationen i marken och kan också främja upptagningen av näringsämnen från växter och svampar. Svamparna kan antingen spjälka upp dödt växtmaterial (rötsvampar) till näring som lämpar sig för andra mikrober, växter och andra organismer i marken eller bilda ett symbiotiskt förhållande med växten och bland annat förbättra upptagningen av växtens näringsämnen i utbyte mot de kolföreningar som växten fått.
5. Svampar och i synnerhet svamprotssvampar antas öka jordens mullhalt genom att spjälka upp växtrester och samtidigt omvandla dem till en form som är svårare att bryta ned.
6. I allmänhet växer och fungerar svampar och bakterier bäst i olika pH-värden. Det mest optimala pH-värdet för bakterietillväxt och bakteriefunktion ligger något under det neutrala, medan svampar gynnar en surare miljö.
7. Vanligtvis kan växterna bara ta upp en liten del av de näringsämnen de behöver via sina rötter. För att effektivisera upptagningen av näringsämnen och vatten bildar växterna symbioser med svampar som lever i deras rotsystem. Glomeromycota förbättrar växtens upptagning av näringsämnen och vatten samt kan öka växtens motståndskraft.
8. De mest typiska växterna som odlas är symbiotiska med glomeromycota, men i jordbruksmarken har odlingsväxterna inget tryck på att bilda svamprottsymbioser för att effektivisera sin näringsupptagning, eftersom åkrarna gödslas rikligt och glomeromycota sannolikt har liten betydelse för växtens näringsintag. Spannmålsväxterna bildar glomeromycotarötter men är inte helt beroende av den. Å andra sidan bildar t.ex. lök- och ärtväxter nästan utan undantag glomeromycotarötter. Endast en liten del av växterna (t.ex. rybs) bildar inte alls glomeromycotarötter.

#### Videofrågor

1. Med hjälp av gödselmedel eller baljväxter genom bindning av biologiskt kväve

2. Nitratkväve. Den är känslig för urlakning, dvs. om vattnet flödar kraftigt i marken sköljs nitratkvävet bort. Nitratkväve kan avdunsta i luften via denitrifikation om det finns mycket kväve i marken och jordmånen är syrefri (t.ex. marken är mycket tät och/eller våt).
3. Biologisk kvävebindning ökar inte mängden kväveoxidul i atmosfären, ökar kolbindningen i marken och ökar inte mängden koldioxid som frigörs från marken.
4. *Rhizobium*-bakterier som lever i baljväxtens rotsystem i symbios tillsammans med växten.
5. I rotsystemet hos baljväxter i rotknölar, som är resultatet av en infektion orsakad av bakterier.
6. Växten ger socker och får kväve i form av aminosocker.
7. a) En god tillväxt av baljväxten säkerställs, kvävebindningens effekt är som störst när blomningen inleds.  
b) En korrekt *Rhizobium*-bakteriestam säkerställs t.ex. med hjälp av ympning.  
c) Markens pH, fuktighet, sammansättning och näringshalt säkerställs. Markens surhet påverkar växtens tillväxt. För mycket torka stör växtens tillväxt och knölbildning, medan överdriven fuktighet och tätad mark stör utbytet av gaser. För att symbios ska uppstå krävs spårämnen.
8. För mycket kväve i marken stör den biologiska kvävebindningen. Om det i ett blandat växtbestånd finns kvävebindande och icke-bindande växter, tar icke-kvävebindande växter sitt kväve från marken, vilket i sin tur effektiviserar den biologiska kvävebindningen.

#### 4.3 Åkerytans utformning

1. Med höjtkartläggning
2. Med rött
3. Jämna fuktförhållanden, tidpunkten för åkerarbeten, ökning av skörden, växtbestånd av jämn kvalitet och skörd, förbättring av markstrukturen, bättre arbetsprestation, effektivare användning av näringsämnen
4. Genom att forma åkern får man vattnet att flöda jämnt till täckdikena

#### 4.3 Underhåll av täckdiken

1. 15 %
2. Leder bort överflödigt vatten så snabbt som möjligt
3. Genomtränglig mark
4. Utloppsöppning (eller utloppsdike)
5. Torrläggning, växtlighet, markstruktur och höjden på grundvattennivån
6. otillräcklig grundtorrläggning, järnhaltigt grundvatten, rot- eller slamblockering i röret, ytvattenproblem, för glest avstånd mellan dikena, för litet dikesdjup och dålig markstruktur

7. förhindra markpackning, främja uppkomsten av sprickor orsakade av tjäle och torka, möjliggöra rötternas tillväxt, möjliggör förekomsten av dagmaskar som bildar makroporer

#### **4.4 Alvplöjning**

1. Det gör marken luftigare och luckrare. Alvplöjning ökar kolbindningen till en mer hållbar form i marken och främjar att kolet hamnar även i djupare jordlager. Det förbättrar åkerns vattenförråd och minskar urlakningen till följd av erosion.
2. I alltför våta förhållanden kan det i marken komma förtätningar i stället för sprickor som förbättrar konstruktionen. Alvplöjning kan öka tillväxten hos ogräs och bekämpningsbehov om vallen skadas vid alvplöjningen. Konkurrensen som ogräsen orsakar kan försämra skördens kvalitet och mängd samt minska växtlighetens kolbindning. Alvplöjningen ska genomföras vid en torr tidpunkt och efter slåttern ska man vänta några veckor innan man alvplöjer. Utöver alvplöjning är det skäl att beakta och rätta till även andra faktorer som stör åkerns växtskick.
3. Det lönar sig att göra alvplöjningen i en flerårig växtlighet med djupa rötter. På så sätt kan rotsystemet växa bättre och stabilisera den nya lösgjorda strukturen.

*Materialet har producerats inom ramen för KOMIO-projektet, där man sammanställer läromaterial om resultaten från projekt som finansieras av naturresursområdets FUI-verksamhet, särskilt av helheten Fånga kolet. Projektet finansieras genom jord- och skogsbruksministeriets klimatåtgärdshelhet för markanvändningssektorn Fånga kolet, och genomförs i samarbete med Seinäjoki yrkeshögskola SeAMK (projektansvarig), Tavastlands yrkeshögskola HAMK, Jyväskylän yrkeshögskola Jamk, Sydöstra Finlands yrkeshögskola Xamk, yrkeshögskolan Karelia, Yrkeshögskolan i Lapland Lapin AMK, Yrkeshögskolan Novia, Uleåborgs yrkeshögskola Oamk och Yrkeshögskolan Savonia.*

# Källor

- [1] Heinonsalo, J. (red.). 2020. Kolguide, översikt över kolet i marken och grunderna i kolbindande jordbruk <https://www.bsag.fi/wp-content/uploads/2023/01/bsag-hiiliopas-200603-se-digital.pdf>
- [2] <https://shows.acast.com/seamk-podcast/episodes/seamk-tutkii-ja-kehittaa-time-hanke-hiiliviljely-kaytannossa>
- [3] <https://www.youtube.com/watch?v=DBo3r08vO1M>
- [4] <https://shows.acast.com/seamk-podcast/episodes/seamk-tutkii-ja-kehittaa-time-hanke-hiilitieto-jakso-3-vilje>
- [5] [https://drive.google.com/file/d/1rln8aS\\_7MSCA-zYS8q3hrn-e7P6tA3Xy/view](https://drive.google.com/file/d/1rln8aS_7MSCA-zYS8q3hrn-e7P6tA3Xy/view)
- [6] <https://drive.google.com/file/d/1hNXhdxBKdJskGapwSrjaNfyM44wSE6Bp/view>
- [7] [https://www.youtube.com/watch?v=yt\\_KE0I01bl](https://www.youtube.com/watch?v=yt_KE0I01bl)
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=UjkAkFWnL-U>
- [9] <https://www.youtube.com/watch?v=2Y6i-pwq7Ho>
- [10] [https://drive.google.com/file/d/1g78Ab\\_ubJsKI-BG6TCWJYATFyI9r5RzE/view](https://drive.google.com/file/d/1g78Ab_ubJsKI-BG6TCWJYATFyI9r5RzE/view)
- [11] <https://drive.google.com/file/d/1SZBfqa-x2Uv1YSl08qDG4CwDrk2sSPfX/view>
- [12] . <https://www.youtube.com/watch?v=WKAL5WWy9xs>
- [13] <https://www.youtube.com/watch?v=HtslG7tc3AA>
- [14] Nykänen, I. och Ritvanen, F. 2023. Maaperä ilmastonmuutokseen sitoutumisessa. Savonia-ammattikorkeakoulu publikationsserie 18/2023. 37 s.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/818365/Savonian\\_julkaisusarja\\_2023\\_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/818365/Savonian_julkaisusarja_2023_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[15] <https://soilfood.fi/wp-content/uploads/2019/08/Maaper%C3%A4n-mikrobisto-ja-hiilensidonta.pdf>

[16] <https://soilfood.fi/wp-content/uploads/2019/08/Sienten-ja-bakteerien-merkityspeltomaassa.pdf>

[17] <https://soilfood.fi/wp-content/uploads/2019/08/Ker%C3%A4sienten-merkitysviljelykasveille.pdf>

[18] <https://www.youtube.com/watch?v=KYKHt5LYoA>

[19] [https://www.youtube.com/watch?v=-Kn-h3dOdWA&list=PL289oMxRj04OOjSLh-vzzaesu5\\_ckiywt&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=-Kn-h3dOdWA&list=PL289oMxRj04OOjSLh-vzzaesu5_ckiywt&index=2)

[20] [https://www.youtube.com/watch?v=YpBuJzPIDAg&list=PL289oMxRj04OOjSLh-vzzaesu5\\_ckiywt&index=1](https://www.youtube.com/watch?v=YpBuJzPIDAg&list=PL289oMxRj04OOjSLh-vzzaesu5_ckiywt&index=1)

[21] <https://laari.info/wp-content/uploads/2023/12/tietokortti-jankkurointi-nurmipelto.pdf>