

Kolinlagring i jordbruksmark

Koltrappa 1

Arja Nykänen och Anna Tall, SeAMK

Outi-Maaria Sietiö, HAMK

År 2024



CC BY 4.0 DEED

Attribution 4.0 International

Innehåll

1	Studiematerialet Grunderna i kolinlagring	2
2	Fotosyntes och kolbindning i marken	3
3	Inlärningsuppgifter	5
3.1	Grunderna i kolinlagring	5
3.2	Markdjur i jordbruksmark	6
3.3	Mikrobiologi på jordbruksmarker	6
4	Svar på frågorna:	7
	Källor.....	11

Figurer

Figur 1	Kolets kretslopp på åkern.....	3
---------	--------------------------------	---

1 Studiematerialet Grunderna i kolinlagring

Detta studiematerial är **den första trappan** i helheten Kolinlagring i jordbruksmark. Den introducerar dig i grunderna i kolinlagring och kolbindning. När du har bekantat dig med materialet förstår du vad kolinlagringen grundar sig på och du känner till metoderna för kolinlagring. På kolinlagringens andra trappa bekantar du dig närmare med olika metoder 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.

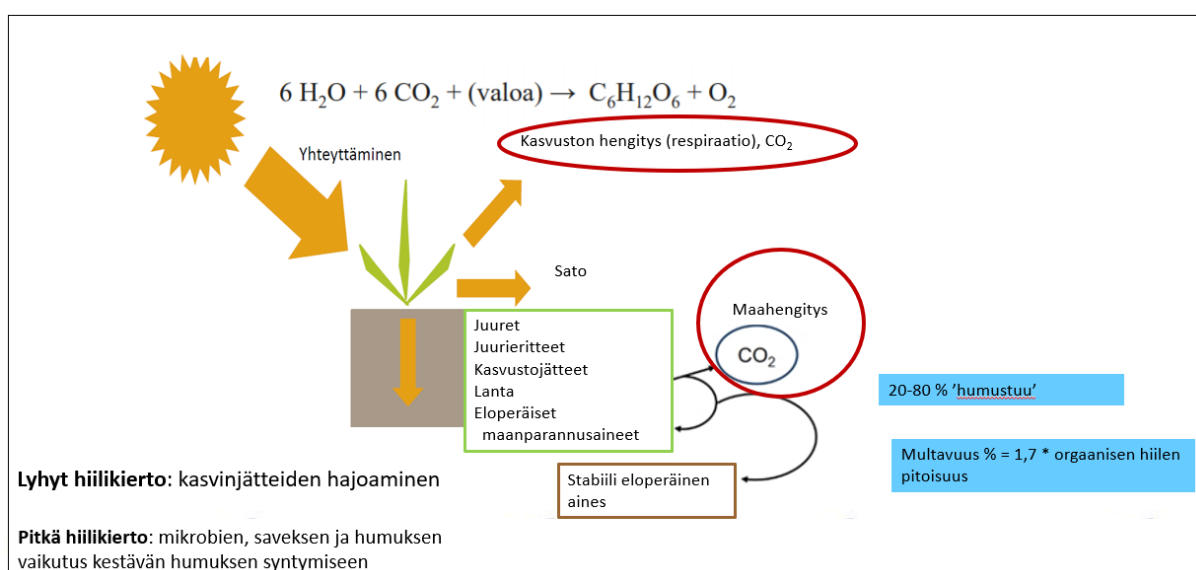
Materialet lämpar sig för alla som är intresserade av kolets och kolinlagringens betydelse för klimatet och jordbruksmarken och med vilka metoder man kan påverka kolbindningen i växtodlingen. Det tar cirka fem timmar att bekanta sig med materialet och svara på inlärningsfrågorna.

Materialet och inlärningsuppgifterna får användas inom ramen för licensvillkoren (CC.BY 4.0). Materialet består av webinarieinspelningar och litteratur främst på finska samt tillhörande inlärningsfrågor. Källa [1] Kolguiden finns bland källorna på svenska.

2 Fotosyntes och kolbindning i marken

Växterna binder koldioxid från atmosfären med hjälp av fotosyntes, dvs. assimilation (Figur). I fotosyntesen bildas socker och syre av koldioxid och vatten med hjälp av solenergi. Växterna använder sockret som energi för sin tillväxt och de frigör syret i atmosfären. Av det kol som sockret innehåller andas växterna en liten del tillbaka ut som koldioxid i atmosfären som andning i mörkret och som rötternas andning. Med skörden försvinner en del av det bundna kolet från åkern. Om skörden används som djurfoder återvänder en del av kolet till åkern med gödseln.

Växtavfallet och rotsystemen som blir kvar på åkern dör och nedbrytarna (småorganismer, bakterier och svampar) börjar bryta ned växtavfallet som sin energi. Även gödsel och eventuella andra organiska jordförbättringsmedel (fiberslam, komposter osv.) blir föremål för samma nedbrytningsprocess. Aerobiska bakterier andas i sin tur ut en del av kolet i atmosfären i form av koldioxid, dvs. jordandning. Denna kolcykel kallas kolets korta kretslopp och det ackumulerar inte jordens långvariga kollager och ökar inte jordens mullhalt.



Figur 1 Kolets kretslopp på åkern.

När mikrober som bryter ned organiskt material dör är kolet i deras biomassa mycket hållbart mot nedbrytning och det uppstår s.k. inert kol som ökar åkrarnas kollager och mullhalt. Det kallas humifiering. 20–80 procent av kolet i växtavfall och annat organiskt material humifieras, beroende på vilket slags material det organiska materialet är. Allmänt taget humifieras cirka 20 procent av kolet i växtdelarna ovan jord, 40 procent av kolet i rötter och rotsekret, 35 procent av kolet i boskaps gödsel och 80 procent av kolet i biokol [1]. Även de nedbrytande mikroberna påverkar det organiska materialets kvalitet och mängd. Svampar är mer motståndskraftiga mot nedbrytning än bakterier. Även inne i de klumpar som lerpartiklar bildar är det organiska materialet skyddat mot nedbrytning.

Samtidigt som markdjuren betar dött växtmaterial och mikrober i marken förbättrar de markstrukturen genom att blanda markens sammansättning när de rör sig. Mikroberna i marken och deras funktion har stor betydelse även för den biologiska mångfalden under marken och det är viktigt att upprätthålla den. Förutom att mikroberna i marken deltar i nedbrytningen av organiskt material kan de vara antingen nyttiga, skadliga eller neutrala för växten beroende på art. De kan också fungera som näringskälla för markdjur och därmed också öka antalet djur i jordmånen. [1].

Terminologi

Kol är det viktigaste byggmaterialet för växter och organismer. Dess kemiska tecken är C. Organiskt kol avser kol som ingår i organiskt material och oorganiskt kol finns i oorganiska kolföreningar såsom koldioxid, karbonater och vätekarbonater.

Kolbindning sker när växterna assimilerar och binder kol från atmosfären. Med kolbindningen strävar man efter att öka mängden organiska ämnen i växtligheten och jordmånen.

Kollagret beskriver det uppsamlade kolet. Jordmånen är det största kollagret i landekosystemet. Kol frigörs också från kollagren.

En kolsänka uppstår när kollagret ökar mer än det minskar.

Mullhalten avser halten av organiskt material i åkerjorden. Utifrån den klassificeras mineraljordar som mullfattiga (under 3 % organiskt material), mullhaltiga (3–6 %), mullrika (6–12 %) och mycket mullrika (12–20 %). Den organiska kolhalten i marken multipliceras med 1,7 om man vill ändra den till mullhalt (%).

Organiskt material är dödt material som kommer från växter, mikrober och djur och som förekommer som föreningar som brutits ned i olika grad i marken. Samma som organiskt material.

3 Inlärningsuppgifter

3.1 Grunderna i kolinlagring

Se och lyssna på videon från webinariet för projektet TIME (Framtidens klimatkloka jordbruksproduktion i Södra Österbotten): [Webbinalet Ilmastoviisas maatalous \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...) [2]

Videon består av tre olika inlägg:

- Allmänt om Time-projektet, Raisa Leppänen, projektchef, SeAMK 0:00-6:49,
- Grunderna i kolinlagring Kristiina Lång Luke forskningsprofessor, Luke 6:50–54:00.
- Odlarens inlägg Matti Marttila, Jalasjärvi 54:00-1.16

Om du vill kan du testa och fördjupa det du sett på videon genom att svara på frågorna nedan. Rätt svar finns i kapitel 4.

1. När blev koldioxidutsläppen från marken ett tema i diskussionerna?
2. Vad är kolinlagring?
3. För vilken tidsperiod har vi i Finland långtidsresultat om hur kolet i marken har minskat?
4. Hur mycket har kollagren i genomsnitt minskat i Finland under den tiden?
5. Varför försvinner kol från marken i Finland?
6. Vilka metoder har vi för att öka åkerns kollager?
7. Vilken växt har odlingen tydligt förbättrat Finlands kollager enligt Naturresursinstitutets långtidsuppföljning?
8. Hur mycket kol binds i medeltal/år i marken med hjälp av bottengrödor?
9. Vilken inverkan har ökningen av biokol på åkermarken?
10. Kan halm bärgas på ett säkert sätt från åkern utan att minska åkerns kollager?
11. Vilka är konsekvenserna av direktsådd för markens kollager?
12. Vad är problemet med kolbindning i mineraljordar?
13. Varför är det en utmaning att öka markens klumpstruktur i Finland?
14. Vilka fördelar har rötad gödsel jämfört med obehandlad gödsel?
15. Kan rötning av gödsel skada kolet i marken jämfört med användningen av rå gödsel?
16. Vad beror kolutsläppen från torvåkrarna på?
17. Med vilka åtgärder kan vi minska kolutsläppen från torvåkrar?
18. Varför rekommenderas inte vilken bottengröda som helst på torvåkrarna?
19. Hur kan vi få kolflödet från åkrarna i Finland att öka?

3.2 Markdjur i jordbruksmark

Lyssna till [Jari Haims \(JY\) föreläsning "Maaperäeläimet viljelijän tukena"](#) [3] och svara utifrån den på frågorna nedan. Du hittar svaren i kapitel 4. Videon tar 25 minuter.

1. Varifrån får samhället av nedbrytande organismer största delen av sin energi?
2. Vilken är markdjurens funktionella betydelse?
3. Hur uppstår markens växtskikt?
4. Vilka markdjur finns det i jordbruksmarken?
5. Varför är markens vatten viktigt för markdjuren?
6. Vilken betydelse har dagmaskarna för marken?
7. Vad är skadligt för organismerna i marken?
8. Vad är bra för markens organismer?

3.3 Mikrobiologi i jordbruksmarker

Läs avsnitten "Temperatur", "Fukthalt" och "Mikrobiologi" i [BSAGs kolguide](#) [1] på sidorna 28–30 och svara på frågorna nedan. Svaren finns i kapitel 4.

Frågor

1. Av vilka organismer består mikrofloran?
2. Varför behövs mikrobverksamheten i marken?
3. Hur påverkar jordens temperatur mikrobernas funktion och varför?
4. Varför är den optimala fuktigheten i marken (inte för torr eller för våt) viktig för mikrobernas funktion?
5. Hur hänger mikroberna ihop med kolet i marken?

4 Svar på frågorna:

Grunderna i kolinlagring

1. År 2015 av fransmännen
2. Alla åtgärder som ökar lagringen av kol i marken
3. 1974–2018, till en början över 2 000 mätpunkter, nu drygt 700
4. 200 kg/ha/år
5. Finland har unga åkrar, färre fleråriga växter odlas, mindre gödsel eftersom det finns färre djur, spannmålsens strån har förädlats till att bli kortare varvid mindre växtavfall blir kvar i marken, klimatförändringen
6. Genom att tillföra kol till åkern t.ex. genom att öka de växtrester som blir kvar på åkern eller skydda kolet på åkern genom att förbättra åkerns klumpstruktur eller fördröja nedbrytningen av kolet. Alla åtgärder, t.ex. gödsling och växtskydd, som ökar skördeavkastningen. Utvidgning av växtsortimentet, t.ex. fånggrödor.
7. Vallodling
8. 175 kg/ha
9. 284 kg/ha kol
10. Vartannat år
11. Till en början stiger kollagren i ytskiktet med 15 cm, men på längre sikt, när växtavfallet inte vänds ner i marken, syns effekterna inte längre
12. Potentialen att öka kollagren är begränsad
13. Markens kretslopp av frysning och smältning splittrar klumpstrukturen
14. Kol från rötresterna är mer permanent än från rå gödsel
15. Nej
16. Växtmaterialet bryts inte ned om den höga vattennivån förhindrar det. Dikningen av torvåkrar sänker vattenståndet i ytskiktet, vilket gör nedbrytningen snabbare. Bearbetning, gödsling och kalkning påskyndar nedbrytningen av kol. Utsläppen fortsätter så länge torven bryts ned.
17. Undvikande av åkerröjning, upphörande av odling på åkrar som ger dålig skörd, metoder som minskar nedbrytningen av torv: höjning av grundvattnet, ökning av växttäcket och minskning av bearbetningen
18. Kvävebindande bottengröda kan påskynda nedbrytningen av kol på torvåkrar
19. Svarta åkrar blir gröna, jordförbättring, bottengrödor, växtföljderna i skick, inriktning av åtgärder på dåligt producerade och fattiga åkrar, minskning av röjningen av torvåkrar

Markdjur i jordbruksmark

1. Från döda växtbaserade ämnen, växter och djur. Det är ett separat parallellt näringsnät jämfört med det vi ser på jorden.
2. De nedbrytande djuren delar upp förnan, bearbetar marken och ser till att mikrobernas livsmiljö är god. Likaså håller de mikroberna i marken aktiva genom att beta (= äta) dem.
3. Från verksamheten av markens mikrober och jordmånsdjur.
4. Hjuldjur, rundmaskar, trögkrypare, småringmaskar, daggmaskar, fästingar, hoppstjärter, insekter och deras larver samt andra leddjur. Alla dessa kan man inte upptäcka med människoögat.
5. Många lever i vattnet i markens porer.
6. De bearbetar marken och håller markstrukturen god.
7. Kraftig markberedning, konstgödsling, bekämpningsmedel, markpackning
8. Så lite markbearbetning som möjligt, användning av organiska gödselmedel i stället för konstgödsel, mångsidig växtlighet, minimianvändning av kemikalier

Mikrobiologi i jordbruksmarker

1. Bakterier, svampar och arkeoner. Alla dessa grupper finns som fritt levande nedbrytare i marken samt i växtens rotsystem.
2. Mikrober upprätthåller näringsämnenas naturliga kretslopp i marken genom att bryta ner organiskt material och samtidigt frigöra näringsämnen för växternas bruk. Till exempel glomeromycota som lever med växten i symbios hjälper växten att ta upp fosfor särskilt när fosfor är knapp och den är i dåligt löslig form. Dessutom har man observerat att mikrobernas mångfald har en positiv inverkan på jordmånens klumpstruktur.
3. Temperaturen reglerar mikrobernas nedbrytningsaktivitet. Enzymer som är kopplade till nedbrytning av organiska ämnen och som utsöndras av mikrober har temperaturoptimer, dvs. temperaturområden, där de fungerar effektivast. Temperaturökningen kan gynna vissa organismer och effektivisera de funktioner de upprätthåller, men höga temperaturer kan också leda till andra faktorer som begränsar aktiviteten, såsom torka.
4. Mikrober behöver en fuktig miljö för att fungera och växa optimalt. I mycket torra förhållanden är mikrobernas tillväxt och aktivitet minsta möjliga, varvid det inte heller sker någon nedbrytningsverksamhet. Under alltför våta förhållanden avtar mikrobernas nedbrytningsverksamhet. De oxiderande enzymer som mikroberna utsöndrar (bl.a. oxidaser, oxygenaser och peroxidaser) är effektiva enzymer som bryter ned vegetabiliskt organiskt

material och som behöver syrerika förhållanden för att fungera. Dessa enzymer fungerar inte under syrefria förhållanden i alltför våta marker. I syrefria förhållanden kan också jordens metanutsläpp (CH_4) öka till följd av mikrobernas nedbrytningsaktivitet.

5. De mikrobiella processerna i marken ansvarar för nedbrytningen av organiska ämnen, till exempel växtrester, i marken. Mikrober upprätthåller näringsämnenas naturliga kretslopp i marken genom att bryta ner organiskt material och samtidigt frigöra näringsämnen för växternas bruk. En del mikrober lever i tät växelverkan med växter och andra mikrober fungerar som självständiga nedbrytare av organiska ämnen.

Materialet har producerats inom ramen för KOMIO-projektet, där man sammanställer studiematerial 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://www.youtube.com/watch?v=t0Wsggkig3g>

[3] <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=2GQxeoGsZOg>