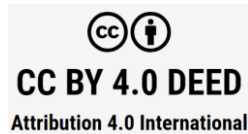


Hiiliviljelyn portaat

Hiiliporras 2

Arja Nykänen, Anna Tall, SeAMK
Henna Hyttinen, Piia Kekkonen, Savonia
Outi-Maaria Sietiö, HAMK
Aija Hytönen, JAMK
Vuosi 2024



Sisällys

1	Hiiliviljelyn menetelmät -oppimateriaali	2
2	Hiiliviljelymenetelmät ja niiden vaikutusperiaatteet.....	3
3	Oppimateriaaleja ja oppimistehtäviä eri hiiliviljelyn menetelmistä	5
3.1	Hiiliviljelyn menetelmät tilalla.....	5
3.2	Kerääjäkasvit	5
3.3	Lannoitusratkaisut.....	7
3.4	Nurmiviljelyn ratkaisut	8
4	Oppimateriaaleja ja oppimistehtäviä maan kasvukunnon ja vesitalouden parantamisesta hiilensidonnan edistämiseksi	10
4.1	Maaperän rooli ilmastonmuutokseen sopeutumisessa	10
4.2	Peltomaan bakteeri- ja sienisymbioosit.....	10
4.3	Pellon pinnan muotoilu.....	11
4.4	Salaojien kunnossapito	12
4.5	Jankkurointi	12
5	Vastaukset kysymyksiin.....	13
	Lähteet	20

Kuviot

	Kuvio 1 Hiiliviljelymenetelmien vaikutusmekanismit ja voimakkuus [1].....	4
--	---	---

1 Hiiliviljelyn menetelmät -oppimateriaali

Tämä oppimateriaali on Hiiliviljelyn portaat -kokonaisuuden **toinen porras**. Perekdyttyäsi materiaaliin, tiedät, kuinka hiiliviljelyn toimenpiteitä käytännössä voi toteuttaa, mitä hyötyä niistä on ja mitä käytännön haasteita voi tulla eteen. Lisäksi ymmärrät, mitkä pellolla tehtävät toimenpiteet parantavat sen kasvukuntoa, jolloin kasvit kasvavat paremmin ja siten myös sitovat enemmän hiiltä. Osaat soveltaa oppimaasi myös käytännössä.

Hiiliviljelyn portaalla yksi olet tutustunut hiilen sidonnan ja hiiliviljelyn perusteisiin ja portaalla kolme löydät keinoja hiiliviljelyn suunnitteluun ja toteutukseen osana tilan toimintaa sekä siihen, kuinka voit mitata toimien vaikutuksia.

Materiaali sopii ensisijaisesti maatalouden ammattilaisille, jotka haluavat oppia, kuinka eri hiiliviljelyn menetelmiä toteutetaan ja kuinka maan kasvukuntoa kannattaa parantaa kasvien kasvun edistämiseksi. Materiaaliin tutustuminen ja oppimiskysymyksiin vastaaminen vie aikaa noin 20 tuntia.

Materiaalia ja oppimistehtäviä saa käyttää lisenssiehtojen (CC.BY 4.0) puitteissa. Materiaali koostuu webinaaritallenteista, pellonpiennartilaisuuksien videoista, podcasteista, tietokorteista sekä kirjallisesta julkaisusta sekä niihin liitetyistä oppimiskysymyksistä.

2 Hiiliviljelymenetelmät ja niiden vaikutusperiaatteet

Hiilidioksidia sitoutuu ilmakehästä kasvustoihin kasvien yhteyttämisen kautta ja kasvustoista hiili sitoutuu maaperään. Kun hiilidioksidia sitoutuu enemmän kuin sitä vapautuu, puhutaan hiilinielusta. Mutta esimerkiksi peltomaa toimii päästölähteenä, jos siitä vapautuu enemmän hiilidioksidia kuin siihen sitoutuu. Päästöjen vähentämisen lisäksi hiilinieluilla on keskeinen rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä. Hiilensidontaa saadaan lisättyä erilaisilla käytännöillä, joita nimitetään hiiliviljelyksi. Hiiliviljelyn menetelmiä ovat esimerkiksi kasvipeitteisyyden lisääminen alus- ja kerääjäkasvien sekä syyskylvöisten ja monivuotisten viljelykasvien avulla, monipuolinen viljelykierto ja kasvivalikoima sekä seoskasvustojen viljely, syvä- ja runsasjuuriset kasvit, typensitojakasvit, muokkauksen vähentäminen sekä maanparannusaineiden lisääminen (mm. lanta, komposti, biohiili). Kun hiiltä lisätään kasvustoihin ja maaperään, parantaa se myös pellon kasvukuntoa ja terveyttä. Suurempien satojen lisäksi parantunut maan kasvukunto auttaa ilmastonmuutoksen seurauksena muuttuviin olosuhteisiin sopeutumisessa ja siedossa.

Hiiliviljelyn menetelmien vaikutusmekanismit voidaan jakaa pääsääntöisesti kolmeen eri luokkaan: hiilen lisääminen maaperään (hiilisyöte), maassa olevan hiilen suojaaminen ja maassa olevan hiilen vapautumisen estäminen kasviaineksen hajotusta estämällä. (Kuva 1). Tehokkaimpia hiilisyötettä lisääviä hiiliviljelyn toimenpiteitä ovat oikein suunniteltu lannoitus (lisää kasvin kasvua ja yhteyttämistä), syvä- ja runsasjuuristen kasvien sekä kerääjäkasvien viljely (lisää juuristobiomassaa ja yhteyttävää kasvibiomassaa) syväkuohkeutus ja pellon kasvukunnosta huolehtiminen (lisää kasvien kasvua ja juuristobiomassaa) sekä nopea laidunnus ja nurmen pidempi niittokorkeus (nopeuttaa kasvien uudelleenkasvuun lähtöä ja sitä kautta yhteyttäminen lisääntyy ja juuristo kasvaa).

Maassa olevan hiilen suojaamisen näkökulmasta tehokkaimmat hiiliviljelyn keinot ovat orgaanisten maanparannusaineiden käyttö, kerääjäkasvien viljely sekä suorakylvö, sillä ne ruokkivat maaperämikrobeja ja parantavat maamurujen kestävyyttä. Orgaanisen aineen hajotuksen hidastamisen näkökulmasta parhaita menetelmiä ovat kerääjäkasvien viljely sekä kevytmuokkaus ja suorakylvö (maa pysyy viileämpänä, mikä hidastaa hajotusta). Hapen pääsy maahan vilkastuttaa aerobisten hajottajamikrobien toimintaa, joten kevytmuokkaus ja suorakylvö vähentävät hajotustoimintaa myös sitä kautta. Erityisesti turvepelloilla säätösalaajitus estää turpeen hajoamista, kun veden pinta pidetään korkealla.

	Toimenpide	Hiilisyöte					Suojaaminen			Hajotuksen hidastus			
		Yhteytys- tehon lisäys	Yhteytys- ajan lisäys	Juuriston määrä	Juuriston syvyys	Juuri- eritteet	Ulko- puolinen hiilisyöte	Mikrobi- yhteisön muutos	Muru- kestä- vyys	Viilennys	Kosteus	Happi	Pohja- vesi
Lannoitus ja kasvin- suojaelu	Typpi- ja fosforilannoitus	+++		+		—		—					
	Sivu- ja hivenlannoitus	++		+	+	+							
	Eloperäinen lannoitus	++					+	+	+				
	Orgaaniset maanpar. aineet						+++	+++	++				
	IPM kasvinsuojelu	+						++					
Kasvit	Lajikkeet	++	++	+++	+++	+++							
	Kerääjäkasvit	+	+++	++	++	++		+++	+++	+++	++		
	Nurmiseokset	++	++	++	++	++		++	++				
	Seosviljely	+	+	++	++	++		+	+	+			
	Peltometsäviljely												
Maan- rakenne	Tehostettu kuivatus	++	++	++	++	+		++	+	—	—	—	—
	Säätösalaajitus								—	+	+	++	+++
	Matalamuokkaus oljet pintaan							++	++	++		+	
	Suorakylvö							++	+++	++	++	+	
	Syväkuohkeutus			+++	+++							—	
Laidunnus ja nurmet	Nopea laidunnus pitkä lepo	+++	+++	+++	+++	+++	+	++	++	++	++		
	Nurmen niittokorkeus	++	++	++	++	++				+	+		

Kuvio 1 Hiiliviljelymenetelmien vaikutusmekanismit ja voimakkuus [1].

3 Oppimateriaaleja ja oppimistehtäviä eri hiiliviljelyn menetelmistä

Tässä osiossa perehdyt tarkemmin viiteen hiiliviljelyn menetelmään. Menetelmiä on testattu kahden hankkeen pilottitiloilla Etelä-Pohjanmaalla ja viljelijät ovat olleet kiinnostuneita jatkamaan toimenpiteitä hankkeiden päätyttyäkin.

3.1 Hiiliviljelyn menetelmät tilalla

Kuuntele podcast, jossa viljelijä Jaakko Kangas kertoo omista kokemuksistaan hiiliviljelystä. Videon pituus on 28 min. Vastaa tämän jälkeen kysymykseen: Millä toimilla viljelijä pyrkii lisäämään hiilensidontaa ja millä keinoilla estämään hiilen vapautumista? Vastaukset löydät materiaalin lopusta luvussa 5. Podcast: [Hiiliviljely käytännössä](#) [2]

3.2 Kerääjäkasvit

Katso ja kuuntele webinaaritalenne [Kerääjäkasvit ilmastoviisaassa viljelystä](#) [3], jossa Luken tutkija Hannu Känkänen, Naturcomin toimitusjohtaja Timo Mäkinen sekä viljelijä Vesa Mäkinen kertovat kerääjäkasveista ja niiden mahdollisuuksista. Lisäksi voit kuunnella podcastin [Hiilitieto jakso 3: Kerääjäkasvit ja vihreä kasvipeitteisyys](#) [4], jossa ProAgrian kasvintuotannon asiantuntija Perttu Perälä kertoo kokemuksiaan kerääjäkasveista. Webinaarin ja podcastin antia voit testata ja syventää vastaamalla alla oleviin kysymyksiin. Oikeat vastaukset löytyvät materiaalin lopusta luvussa 5. Videon pituus on 2:38 h ja podcastin 42 min.

Lisämateriaalina voit tutustua [Kerääjäkasvit -tietokorttiin](#) [5], jossa kerrotaan tuloksia TIME-hankkeen (Tulevaisuuden ilmastoviisas maataloustuotanto Etelä-Pohjanmaalla) pilottitiloilla tehdyistä kerääjäkasvikokeiluista hiilen sidonnan lisäämiseksi.

Hannu Känkänen, Kerääjäkasvit ilmastoapureina ja pellon ystävinä

1. Kerääjäkasvien vaikutus ilmastoon?
2. Paljonko kasvitähteissä oletetaan olevan hiiltä?
3. Kuinka paljon maanpäällisestä kasvimassasta humustuu?
4. Kuinka paljon juurista ja juurieritteistä humustuu?

5. Kuinka suuri kerääjäkasvien kuiva-ainesato (juuret+biomassa) keskimäärin tarvitaan pitämään viljanviljelyn multavuus samana?
6. Mihin perustuu ympäristökorvausjärjestelmässä kerääjäkasvien erityisen hyvä vaikuttavuus hiilivaraston lisäyksessä?
7. Mihin perustuu apiloiden välillinen ilmastovaikutus?
8. Mihin perustuu heinien välillinen ilmastovaikutus?
9. Miten varmistetaan mahdollisimman hyvä biomassan tuotto?
10. Miten lisätä kerääjäkasvin ilmastohyötyjä (5)?

Timo Mäkinen, Ilmastoviisas siemenvalikoima kerääjäkasveilla

1. Luettele ainakin 10 typensitojakasvia?
2. Mitkä apilat sopivat parhaiten laidunseoksiin?
3. Mikä vaikeuttaa sinimailasen menestymistä Suomessa?
4. Mitkä ovat Suomessa yleisimmin käytetyt monivuotiset nurmikasvit?
5. Miksi sikuri sopii hyvin lampaille?
6. Mitkä ovat tyypillisimmät saneerauskasvit?

Vesa Mäkinen, Viljelijäpuheenvuoro kerääjäkasvien käytöstä

1. Kerääjäkasvien viljelyn tavoitteet?
2. Minkä asian viljelijä on kokenut haasteellisena kerääjäkasvien käytölle ja miksi?
3. Mitä tarkoittaa kasvien kolmikanta?

Podcast

1. Mitä ovat kerääjäkasvit?
2. Mitkä ovat kerääjäkasvien hyödyt?
3. Mitä kerääjäkasvien käyttö maksaa?
4. Hiilensidontakeinot?
5. Syyskynnön ja kerääjäkasvin käytön eroavuus?
6. Syyskynnön vaihtoehdot?
7. Kerääjäkasvin lopettaminen, yksivuotisetkin pystyvät talvehtimaan? onko muutamasta yksilöstä haittaa?
8. Viljan kanssa kerääjäkasvi
9. Satokasvin kanssa samaan aikaan kylvetyn kerääjäkasvuston rikkatorjunta?
10. Mitkä ovat kasvipeitteisyyden maksimointikeinot?

3.3 Lannoitusratkaisut

Tässä osiossa tutustut tarkemmin mädätetyn lietelannan lannoituskäyttöön sekä viherlannoituksen mahdollisuuksiin lannoituksessa ja maanparannuksessa. Myös muita lannoituksen tehostamiskeinoja on kokeiltu tietokortissa.

Mädätetty lietelanta lannoitteena

Katso ja kuuntele videot, joissa kerrotaan Jalasjärveläisen tilan kokemuksista mädätetyn lietelannan käyttökokemuksista lannoitteena. Lisämateriaalina voit tutustua [Lannoitusratkaisut hiilensidonnassa](#) -tietokorttiin [6], jossa kerrotaan tuloksia TIME-hankkeen (Tulevaisuuden ilmastoviisas maataloustuotanto Etelä-Pohjanmaalla) pilottitiloilla tehdyistä lannoituskokeiluista hiilen sidonnan lisäämiseksi.

[Videolla 1](#) [7] maatalousyrittäjä Matti Marttila Jalasjärveltä kertoo miten biokaasulaitoksen tuotteita hyödynnetään tilan pelloilla. Katso video ja vastaa kysymykseen 1. Videon kesto on 3 min.

[Videolla 2](#) [8] vietetään pellonpiennarpäivää Marttilan tilan pelloilla tehdyn lannoituskokeen vierellä. Luken tutkija Tapio Salo kertoo lannoituksesta ja miten ravinteet saadaan tehokkaimmin kasvien käyttöön ja tämän jälkeen tutustutaan itse kokeeseen. Katso video ja vastaa kysymyksiin 2-15. Videon kesto 43 min.

Kysymykset: (Vastaukset löytyvät materiaalin lopusta luvusta 5.)

1. Mitkä ovat mädätteen hyödyt lietelantaan verrattuna?
2. Mikä oli kasvukauden 2023 suurin haaste lannoituskokeiden kannalta?
3. Mitä lisätoimenpiteitä tilalla yritettiin tehdä kasvistressin ehkäisemiseksi?
4. Mistä tilan mädäte koostuu?
5. Mitä tilalla on tehty syysviljojen kylvöä ajatellen ja miksi niitä tilalla myös viljellään?
6. Miksi hivenravinteet annetaan kasville tänä päivänä pääosin lehtien kautta?
7. Mikä on tavoiteltava maan fosforitila, että fosforilannoitukselle saadaan satovaste?
8. Miksi liete on hyvä mullata mahdollisimman pian lietteenajon jälkeen?
9. Kuinka paljon kokeessa käytetyt lannoitteet sisältävät typpeä a) urea b) sianliete (taulukkoarvo) c) naudanliete (taulukkoarvo) c) YaraMila Y3?
10. Millä kahdella koejäsenellä saatiin parhaat ohra- ja valkuaissadot
11. Paljonko ko. koejäsenet saivat typpeä/ha?

12. Millä kahdella koejäsenellä sitoutui eniten pitkäkestoista hiiltä maahan?
13. Mitä hyötyjä mädätelannoituksella tilalla on huomattu lietelannoitukseen verrattuna?
14. Mitä toimenpiteitä tilalla on tehty kuivuuden ehkäisemiseksi?
15. Mitä haasteita peltoskannaukseen ja satellittikuviin liittyy?

Viherlannoitus

Katso ja kuuntele [video pellonpiennartilaisuudesta](#) [9], jossa tutustutaan erilaisiin viherlannoituskasveihin, niiden hiilensidontakykyyn ja vaikutuksiin peltomaahan. Oppimisen syventämiseksi voit vastata kysymyksiin, joiden vastaukset löytyvät materiaalin lopusta luvusta 5. Videon pituus on 32 min.

Lisämateriaalina voit tutustua [Syväjuuriset nurmikasvit ja viherlannoitusnurmet](#) -tietokorttiin [10], jossa kerrotaan tuloksia TIME-hankkeen (Tulevaisuuden ilmastoviisas maataloustuotanto Etelä-Pohjanmaalla) pilottitiloilla tehdyistä viherlannoituskokeiluista hiilen sidonnan lisäämiseksi:

Kysymykset:

1. Mitä kasveja tilan viherlannoitusseoksessa on?
2. Paljonko kasvien biomassasta (maanpäällinen osa+juuret) on hiiltä?
3. Kuinka paljon biomassaa on sitonut hiiltä ilmakehästä?
4. Mikä on viherlannoitusseoksien tavoiteltava palkokasvipitoisuus?
5. Tulevatko ravinteet juurten luo vai pitääkö juurten kasvaa ravinteiden luo?
6. Mistä tunnistaa hyvin toimivan typensitojanystyrän?
7. Mitä ruskehtavat saostuvat maan syvemmissä kerroksissa voivat olla?
8. Mitä penetrometrilaitteella voidaan mitata?

3.4 Nurmiviljelyn ratkaisut

Tutustu [Nurmen niittokorkeus](#) -tietokorttiin [11], jossa kerrotaan tuloksia TIME-hankkeen (Tulevaisuuden ilmastoviisas maataloustuotanto Etelä-Pohjanmaalla) pilottitiloilla tehdyistä säilörehunurmen niittokorkeuden nostamiskokeiluista hiilen sidonnan lisäämiseksi. Pohdi, kuinka helppo niittokorkeutta on säädellä säilörehua tehdessä ja mistä suuret vaihtelut tuloksissa voisivat johtua?

Katso kaksi laiduntamiseen liittyvää pellonpiennarvideota ja vastaa kysymyksiin, joiden vastaukset löytyvät materiaalin lopusta luvusta 5. Videoiden pituus on yhteensä noin 10 min.

Video 1. [Laitumet lypsykarjatilalla, osa 1](#) [12]. Viljelijä Hannu-Oja-Lipasti kertoo omista kokemuksistaan ja laitumen hoidosta 75-päisellä lypsykarjatilalla

Video 2. [Laitumet lypsykarjatilalla, osa 2](#). [13] Viljelijä kertoo videolla laidunkierrosta ja eläinten laumakäyttäytymisestä ja sen hyödyistä eläimille ja maitotuotokselle

Kysymykset:

1. Mitä nurmikasveja Oja-Lipastin monivuotisilla nurmilla kasvaa?
2. Mitä nurmikasveja viljelijän yksivuotisilla nurmilla kasvaa?
3. Mitä uusia kasveja tilalla on otettu viljelyyn laidunnurmille?
4. Montako syöttökertaa monivuotisille laitumille tulee kasvukaudessa ja miten se vaikuttaa lannoitukseen?
5. Montako päivää tilalla syötetään yhtä laidunlohkoa?
6. Miten laiduntaminen tukee eläinten laumakäyttäytymistä ja mitä hyötyä siitä on?
7. Mikä on alkukesän laidunnuksen vaikutus maitotuotokseen?

4 Oppimateriaaleja ja oppimistehtäviä maan kasvukunnon ja vesitalouden parantamisesta hiilensidonnan edistämiseksi

Peltomaan hyvä kasvukunto on tärkeässä roolissa, kun halutaan kasvien kasvavan mahdollisimman hyvin. Tämä on paitsi taloudellisesti merkittävää viljelijälle, myös hiilen sidonnan kannalta. Mitä paremmin kasvit kasvavat, sitä enemmän ne sitovat hiiltä pois ilmakehästä. Maan hyvä kasvukunto on tärkeää myös ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Siitä opit lisää luvussa 4.1. Maaperän mikrobiston toimintaan ja ennen kaikkea bakteeri- ja sienisymbiooseihin ja niiden hyödyntämiseen maan kasvukunnon hoidossa, tutustut luvussa 4.2. Luvuissa 4.3-4.5 tutustutaan peltomaan vesitalouden ja rakenteen hallintaan ja parantamiseen pellon pinnan muotoilun, salaoituksen toimivuuden ja jankkuroinnin avulla. Nämä toimenpiteet auttavat kasvien vesitalouden ja juurten kasvumahdollisuuksien parantamisessa.

4.1 Maaperän rooli ilmastonmuutokseen sopeutumisessa

Tutustu teokseen '[Maaperä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa](#)' [14]). Tarkastele ja tutustu erityisesti teoksen sivuihin 19 – 31. Tämän jälkeen vastaa seuraaviin kysymyksiin:

1. Millainen on hyvä maaperä? Tarkastele asiaa useammasta näkökulmasta.
2. Kuinka hyvä maaperä auttaa ilmastonmuutokseen sopeutumisessa?
3. Mitkä maaperän kasvukuntotekijät näet tärkeimpinä kasvien kasvun kannalta ja toisaalta ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta?

4.2 Peltomaan bakteeri- ja sienisymbioosit

Maaperän mikrobeilla ja niiden toiminnalla on suuri merkitys maan hiilivaraston suuruuteen ja orgaanisen aineksen laatuun. Tietokortissa 1 ([Maaperän mikrobisto ja hiilensidonta](#) [15]) käsitellään maaperän mikrobien roolia maaperän hiilenkierrossa. Tietokortissa 2 ([Sienten ja bakteerien merkitys peltomaassa](#) [16]) käsitellään maan mikrobien eri toiminnallisia rooleja. Tietokortissa 3 ([Keräsienten](#)

[merkitys viljelykasville](#) [17]) käsitellään maatalousmaassa kasvin kanssa symbioosissa eläviä sieniä, niiden roolia ja tutkimusta. Videolla '[Hiilitase, typpitase ja energiatase -työpaja](#) 14.1.2014', alustus Arja Nykänen (ILMASE-hanke, kesto 22 min. [18]) kerrotaan kasvien biologisesta typensidonnasta ja ymbioosista typensidotjabakteerien kanssa. Tämän jälkeen voit vastata alla oleviin kysymyksiin, joiden vastaukset löytyvät luvusta 5.

Kysymykset tietokortteihin:

1. Miten maaperän mikrobit hyötyvät kasveista?
2. Miten kasvien toiminta muuttuu, kun ilmakehän hiilidioksidipitoisuus nousee ja kasvukaudet pidentyvät ilmastonmuutoksen vaikutuksesta?
3. Miten maaperän mikrobit voivat reagoida, kun kasvien maahan syöttämän hiilen määrä nousee, ja miten se vaikuttaa maaperän hiilivarastoihin? (2 eri teoriaa)
4. Mihin prosesseihin maatalous maassa elävät bakteerit ja sienet voivat osallistua?
5. Miten sienet vaikuttavat maan multavuuteen?
6. Miten maan happamuudella voi vaikuttaa maaperän sienten ja bakteerien määrään?
7. Mikä rooli keräsienillä on kasvin ravinteiden ja veden otossa?
8. Muodostaako viljelykasvi automaattisesti symbioosin sienen kanssa maatalousmaassa?

Kysymykset videoon:

1. Miten ilmakehän typpeä saadaan viljelykäyttöön?
2. Minkä tyyppistä typpeä kasvit käyttävät hyödykseen? Mitä rajoitteita siinä on?
3. Mitä hyötyä typensidontaan liittyvien kasvien viljelystä on maan hiilitaseelle?
4. Mitkä mikrobit osallistuvat biologiseen typensidontaan palkokasvin kanssa?
5. Missä biologinen typensidonta tapahtuu?
6. Mitä kasvi antaa bakteerille ja saa bakteerilta symbioosissa?
7. Miten typen sidonnan määrää voi maksimoida?
8. Miksi seoskasvustot ovat tärkeitä biologisen typensidonnan kannalta?

4.3 Pellon pinnan muotoilu

Katso ja kuuntele [video](#) [15], jossa viljelijä Rami Lilja Liljafarmsilta kertoo, kuinka pellon pinnan muotoilulla voidaan varautua märkyyteen. Videon kesto on noin 38 minuuttia eikä siinä ole tekstitystä

Vastaa sen jälkeen seuraaviin kysymyksiin. Vastaukset löydät tämän materiaalin lopusta.

1. Millä voidaan mitata pellon korkeutta?
2. Millä värillä kuvataan eroosiota?
3. Mitä hyötyä pellon tasaamisella on puhujan mukaan, mainitse kolme esimerkkiä?
4. Miten pellon muotoilu vaikuttaa salaojiin?

4.4 Salaojien kunnossapito

Tarkastele ja tutustu Salaojayhdistyksen asiantuntija [Minna Mäkelän esitykseen](#) [16] siitä mitä salaojien kunnossapidossa kannattaa huomioida, jotta pellolla vältetään vettymisen aiheuttamilta haitoilta. Videon kesto on noin 40 minuuttia. Videossa ei ole tekstitystä.

Vastaa tämän jälkeen seuraaviin kysymyksiin. Vastaukset löydät tämän materiaalin lopusta.

1. Kuinka monta prosenttia (%) Suomen pelloista voidaan viljellä ilman kuivatusta?
2. Mikä on salaojituksen tarkoitus?
3. Millaisessa maaperässä vesi kulkeutuu paremmin salaojiin? Valitse oikea vastaus
 - a. Läpäisevä maa
 - b. Tiivis maa
4. Mikä kannattaa puhujan mukaan tarkistaa ensin, kun pellon salaojia tarkastetaan?
5. Kun pellolle tehdään yleinen katsaus, mitä kannattaa erityisesti tarkkailla?
6. Mitä yleisimpiä kuivatukseen liittyviä ongelmia voi olla? Mainitse kolme esimerkkiä
7. Miten toimiva kuivatus ylläpitää maan rakennetta?

4.5 Jankkurointi

Tutustu Hiiltä peltoon -hankkeen tuottamaan [Jankkuroinnin vaikutus nurmipellon hiilensidontaan](#) -tietokorttiin [17]. Vastaa sen jälkeen seuraaviin oppimiskysymyksiin. Oikeat vastaukset löytyvät materiaalin lopusta Luvusta 5.

1. Miten jankkurointi parantaa hiilen sitoutumista?
2. Mitä kannattaa ottaa huomioon jankkurointia suunniteltaessa?
3. Millaiseen kasvustoon jankkurointi kannattaa tehdä?

5 Vastaukset kysymyksiin

3.1 Hiiliviljelyn menetelmät

Hiilensidonnan tehostaminen: yhteyttämisen tehostaminen; pelto vihreänä mahdollisimman pitkään. syysvilja-alan lisääminen. kerääjäkasvien käyttö. yhteyttämisen intensiteetin parantaminen; oikeiden asioiden tekeminen oikeaan aikaan, tasapainoinen lannoitus. Tilalla toteutetut toimet: raiheinä viljojen kerääjäkasvina/vilja ilman raiheinää. Valkoapila rypsin aluskasvina. Syysviljojen alle kerääjäkasvien kylvö tulevaisuudessa.

Hiilen vapautumisen estäminen: muokkauksen minimointi, tarpeenmukainen muokkaus, mururakenteen säästäminen, muokkaus lämmittää maata, hajotus lisääntyy, joten hiiltä vapautuu enemmän, maamikrobit hajottaa hiiltä, mutta tuottavat myös pitkäaikaista hiiltä.

3.2 Kerääjäkasvit

Kerääjäkasvit ilmastoapureina ja pellon ystävinä

- 1.
2. 45 %
3. 20 %
4. 40 %
5. 2tn/ha + 2 tn/ha
6. Pinta-alat ovat suuria
7. Fossiilisen energian säästöön
8. Tyypeä kulkeutuu vähemmän vesiin, jopa 50 %
9. kylvön onnistuminen
10. pitkä kasvuaika, vahvasti kasvavat lajit, kasvien erilaisuuden hyödyntäminen (seokset), suurehko siemenmäärä, huolellinen viljely

Ilmastoviisas siemenvalikoima kerääjäkasveilla

1. Puna-, alsike-, valko-, maa-apila, rehu- ja ruisvirna sekä sini- ja rehumailanen ja vuohenherne
2. Alsike- ja valkoapila
3. Talvehtiminen sekä sinimailanen vaatii paljon lämpöä, kasvupaikan vesitalous oltava kunnossa
4. Timotei, ruokonata, nurminata, koiranheinä
5. Sikuri laidunkäytössä ehkäisee parasiittejä
6. Muokkausretikka. öljyretikka, valkosinappi

Viljelijäpuheenvuoro kerääjäkasvien käytöstä

1. Saadaan aikaan mahdollisimman paljon yhteyttämistä, syvä- ja kuohkeuttava juuristo, suuri juuristomassa ja aktiivinen pieneliötoiminta, joka auttaa maan rakennetta, jolloin saadaan suurempi sato
2. Kerääjäkasvuston kasvun päättäminen, niin ettei muut periaatteet esim. maan rakenteen parantamiseksi kärsisi
3. Kolmikanta kasveilla: heinäkasvi-typensitojakasvi-ristikukkainen kasvi

Podcast

1. Satokasvin korjuun jälkeen kylvettävät kasvit
2. Yhteyttämisen tehostaminen, ajan pidentyminen, ravinteiden pidäytyminen, typensidontaa
3. riippuu kasvusta, siemenkustannus vaihtelee, esim. valkoapila 21-40 e/ha, heinämäisillä sama kustannus. 100 e tuki, orgaaninen typensidonta 20-30 kg/ha eli useita hyötyjä
4. maahan ja meriin sitominen
5. Syyskyntö on yksinkertaisin turvallinen vaihtoehto. Kerääjäkasveista ei ehkä vielä riittävästi tietoa.
6. Syyskynnön jälkeen syyviljan kylvö, keväällä kevytmuokkaus
7. harkintaa, hanhenjalka leikkuri katkaisee juuret, kevytmuokkaus kahteen kertaan, viljelykierto
8. tattarin kylvö keskipakoislevittimellä (viskalla) pintaan heinäkuun alussa viljakasvustoon (kuolee heti ensimmäisiin pakkasiin), öljyretikan kylvö samoin, kevätiljan puinnin (15.8. mennessä hyvä saada kylvöön) jälkeen öljyretikan kylvö, nurmimailanen ohran kylvön yhteydessä, pysyy viljakasvuston alla (tuhoutuuko talven aikana varmuudella)
9. esim. apilan huomioonottaminen, heinämäisillä ota huomioon hukkakaura (Puma extra), hukkakaurailisille lohkoille ei heinämäisiä kerääjäkasveja, KYSY neuvoja tai kauppa
10. Syysviljojen mukaanotto viljelykiertoon, kerääjäkasvit, viherlannoitusnurmet, kumina tuottaa kolmivuotisen kasvipeitteisyyden

3.3 Lannoitusratkaisut

Mädätetty lietelanta

1. Sitä on helpompi käsitellä ja levittää. Se on tasalaatuisempaa ja hajuttomampaa kuin liete. Tyypestä on suurempi osa liukoisessa eli epäorgaanisessa muodossa ja näin ollen nopeammin kasvien käytettävissä.
2. kuivuus
3. lisäravinne Neko
4. sianliete 1/3, nautaliete 2/3

5. pellontasaus, parhaimpien lohkojen valinta syysviljoille, työhuippujen tasaus, paremmat sadot
6. markkinoilla ei ole maavaikutteisia hiveniä saatavilla kuin orgaaniset lannoitteet ja karjanlanta
7. välttävä
8. ammoniakkin haihtumisen estämiseksi
9. sianliete+urea sekä mädäte+NS Boost+urea
10. 83 kg/ha ja 188kg/ha
11. katso vastaus 9
12. mädätteestä irtoaa nopeammin typpeä
13. säätosalojitus
14. saatavan tiedon hyödyntäminen

Viherlannoitus

1. sinimailanen, puna-apila, valkoapila, timotei, englannin raiheinä, nurminata, ruokonata
2. 40 %
3. kerroin 3,7
4. 50 %
5. juurten pitää kasvaa ravinteiden luo`
6. Se on väriltään vaaleanpunainen, punertava. Valkoinen ei vielä toimi, ruskea on jo lopettanut toimintansa.
7. rautasaostumia
8. maan tiivistymistä

Nurmiviljelyn ratkaisut

1. Valkoapila, timotei, niittynurmikka ja nurminata?
2. Italian raiheinää
3. Rehivirnaa ja ohrakauraseosta
4. 5 syöttökertaa ja nurmikasvien ravinnetarpeesta tulee huolehtia lisälannoituksella syöttökertojen jälkeen
5. 3 päivää
6. Ne saavat syödä, nukkua, liikkua yhtä aikaa. Eläinten lihakset vahvistuvat, poikimiset helpottuvat, yleinen terveys paranee ja sorkkaterveys paranee.
7. Maitotuotos paranee, koska rehu on sulavaa ja valkuaispitoista

4.2 Peltomaan sieni- ja bakteerisymbioosit

Tietokorttikysymykset

1. Yhteyttäessään kasvit sitovat hiiltä sokereiksi, joista osa päätyy maan mikrobien käyttöön kasvien juuristojen kautta. Lisäksi kasvin kuolleessa lahottajamikrobit alkavat pilkkoa kuollutta kasviainesta energiakseen.
2. Kasvien maahan syöttämien sokereiden sekä kuolleiden kasvinosien määrien on arveltu kasvavan
3. Ns. priming-teorian (teoria 1) mukaan maaperän mikrobien kasvu ja orgaanisen aineen hajotustoiminta lisääntyisivät, jolloin myös maaperästä ilmakehään vapautuvan hiilidioksidin määrä tulisi lisääntymään ja maaperän hiilivarastot pienenisivät ajan saatossa. Mikrobien hiilipumpputeorian (teoria 2) mukaan mikrobit muuttavat hiiltä vaikeammin hajoavaan muotoon ja mikrobibiomassan jäänteiden myötä maaperään varastoituneen hiilen määrä saattaa jopa kasvaa, kun hiilisyöte maaperään lisääntyy.
4. Osa maassa elävistä bakteereista osallistuu maaperän hiilen ja typen kiertoihin, ja voivat myös edesauttaa kasvien ja sienten ravinteiden ottoa. Sienet voivat joko pilkkoa kuollutta kasviainesta (lahottajasienet) muille maaperän mikrobeille, kasveille ja muille organismeille sopiviksi ravinteiksi tai muodostaa kasvin kanssa symbioottisen suhteen ja parantaa mm. kasvin ravinteiden ottoa vastineeksi kasviltaan saamista hiiliyhdisteistä.
5. Sienten ja erityisesti sienijuurisienten arvellaan lisäävän maan multavuutta pilkkomalla kasvien jäänteitä ja samalla muuntamalla niitä vaikeammin hajotettavaan muotoon.
6. Yleensä sienet ja bakteerit kasvavat toimivat parhaiten erilaisissa pH:issa. Bakteerien kasvulle ja toiminnalle optimaalisin pH on hieman neutraalin alapuolella, kun taas sienet suosivat happamampaa ympäristöä.
7. Tyypillisesti kasvit kykenevät ottamaan juuriensa kautta vain pienen osan tarvitsemistaan ravinteista. Tehostaakseen ravinteiden ja veden ottoaan kasvit muodostavat symbiooseja niiden juuristoissa elävien sienten kanssa. Keräsienet parantavat kasvin ravinteiden ja veden ottoa sekä voivat lisätä kasvin vastuskykyä.
8. Tyypillisimmin viljeltävät kasvit muodostavat symbioottisen suhteen keräsienten kanssa, mutta maatalousmaassa viljelykasveilla ei ole painetta muodostaa sienijuurisymbioosia tehostaakseen ravinteiden ottoaan, koska peltoja lannoitetaan runsaasti ja keräsienten merkitys kasvin ravinteiden otolle on todennäköisesti pieni. Viljakasvit muodostavatkin keräsienijuurta mutta eivät ole siitä täysin riippuvaisia. Toisaalta esim. sipuli- ja hernekasvit muodostavat lähes poikkeuksetta keräsienijuuren. Vain pieni osa kasveista (esim. rypsi) ei muodosta keräsienijuurta ollenkaan.

Videokysymykset

1. Lannoitteiden avulla tai palkokasvien avulla biologisen typen sidonnan kautta
2. Nitraattityppeä. Se on arka huuhtoutumiselle eli jos vesi vertaa kovasti maassa, nitraattityppi huuhtoutuu pois. Nitraattityppi voi haihtua ilmaan denitrifikaation kautta, jos sitä on maassa paljon ja maaperä on hapettomissa olosuhteissa (esim. maa on kovin tiivistynyt ja/tai märkä).
3. Biologinen typensidonta ei lisää ilmakehän typpioksiduulin määrää, lisää hiilen sitoutumista maaperään ja ei lisää maasta vapautuvan hiilidioksidin määrää.
4. *Rhizobium*-bakteerit, jotka elävät palkokasvin juuristossa kasvin kanssa symbioosissa.
5. Palkokasvin juuristossa juurinystyröissä, jotka ovat bakteerien aiheuttaman infektion tulos.
6. Kasvi antaa sokereita ja saa vastineeksi typpeä aminosokereiden muodossa.
7. a) Varmistetaan palkokasvin hyvä kasvu, typensidonnan teho on suurimmillaan kukinnan alkaessa.
b) Varmistetaan oikea *Rhizobium*-bakteerikanta esim. ympäyksen avulla.
c) Varmistetaan sopiva maan pH, kosteus, rakenne ja ravinnepitoisuus. Maan happamuus vaikuttaa kasvin kasvuun. Liika kuivuus haittaa kasvin kasvua ja nystyröintiä, kun taas liika kosteus ja maan tiivistyminen haittaavat kaasujen vaihtoa. Symbioosin muodostuminen vaatii hivenravinteita.
8. Liika typpi maassa haittaa biologista typensidontaa. Jos seoskasvustossa on typpeä sitovia ja sitomattomia kasveja, typpeä sitomattomat kasvit ottavat maasta typpeä, mikä puolestaan tehostaa biologista typensidontaa.

4.3 Pellon pinnan muotoilu

1. Korkeuskartoituksella
2. Punaisella
3. Tasainen kosteusolosuhde, peltotöiden ajoitus, sadon lisääntyminen, tasalaatuinen kasvusto ja sato, maan rakenteen paraneminen, parempi työsaavutus, ravinteiden tehokkaampi käyttö
4. Pellon muotoilulla saadaan vesi kulkemaan tasaisesti salaojiin

4.3 Salaojien kunnossapito

1. 15 %
2. Johtaa ylimääräinen vesi pois mahdollisimman nopeasti
3. a- läpäisevä maa
4. Laskuaukko (tai laskuoja)
5. Kuivatusta, kasvillisuuta, maan rakennetta ja pohjaveden pinnan korkeutta

6. riittämätön peruskuivatus, rautapitoinen pohjavesi, juuri- tai lietetukkeuma putkessa, pintavesiongelma, liian harva ojaväli, liian pieni ojasyvyys ja huono maan rakenne
7. estää maan tiivistymisen, edistää roudan ja kuivumisen aiheuttamien halkeamien syntymistä, mahdollistaa juurten kasvun, mahdollistaa makrohuokosia synnyttävien lierojen esiintymisen

4.4 Jankkurointi

1. Se parantaa maan ilmavuutta ja kuohkeuttaa maata. Jankkurointi lisää hiilen sitoutumista kestävämpään muotoon maassa ja edesauttaa hiilen päätymistä myös syvempiin maakerroksiin. Se parantaa pellon vesivarastoa ja vähentää eroosion aiheuttamaa huuhtoutumista.
2. Liian märissä olosuhteissa jankkurointia suoritettaessa voi maaperään tulla rakennetta parantavan lohkeilun sijaan tiivistymää. Jankkurointi voi lisätä rikkakasvien kasvua ja torjuntatarvetta, mikäli nurmi vahingoittuu jankkuroinnissa. Rikkakasvien aiheuttama kilpailu voi heikentää sadon laatua ja määrää sekä pienentää kasvillisuuden hiilensidontaa. Jankkurointi on toteutettava kuivaan aikaan ja niiton jälkeen tulisi odottaa muutama viikko ennen jankkurointia. Jankkuroinnin lisäksi on syytä huomioida ja korjata muutkin pellon kasvukuntoa haittaavat tekijät.
3. Jankkurointi kannattaa tehdä monivuotiseen, syväjuuriseen kasvustoon. Näin juuristo pääsee paremmin kasvamaan ja stabiloi uuden löyhennetyn rakenteen.

Materiaali on tuotettu KOMIO-hankkeessa, jossa koostetaan opintomateriaaleja ammattikorkeakoulujen luonnonvara-alan TKI-toiminnan, erityisesti Hiilestä kiinni -kokonaisuudesta rahoitettujen hankkeiden tuloksista. Hanke rahoitetaan Maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni- maankäyttösektorin ilmastotoimenpidekokonaisuudesta ja sitä toteuttavat yhteistyössä Seinäjoen ammattikorkeakoulu SeAMK (projektin vetäjä), Hämeen ammattikorkeakoulu HAMK, Jyväskylän ammattikorkeakoulu Jamk, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Xamk, Karelia-ammattikorkeakoulu, Lapin ammattikorkeakoulu Lapin AMK, Yrkeshögskolan Novia, Oulun ammattikorkeakoulu Oamk ja Savonia-ammattikorkeakoulu.

Lähteet

- [1] Heinonsalo, J. (toim). 2020. Hiiliopas, katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. [BSAG-hiiliopas-1.-painos-2020.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
- [6] <https://drive.google.com/file/d/1hNXhdxBKdJskGapwSrjaNfyM44wSE6Bp/view>
- [7] 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
- [11] <https://drive.google.com/file/d/1SZBfqa-x2Uv1YSI08qDG4CwDrk2sSPfX/view>
- [12] . <https://www.youtube.com/watch?v=WKAL5WWy9xs>
- [13] <https://www.youtube.com/watch?v=HtsIG7tc3AA>
- [14] Nykänen, I. ja Ritvanen, F. 2023. Maaperä ilmastonmuutokseen sitoutumisessa. Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja 18/2023. 37 s.
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

[20] 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>