

Santeri Saari, Kristian Viertola

Juolavehnän torjunta ilman glyfosaattia

Opinnäytetyö
Kevät 2019
SeAMK Ruoka
Agrologi (AMK)

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrobiologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalouden yritystalous

Tekijät: Santeri Saari ja Kristian Viertola

Työn nimi: Juolavehnän torjunta ilman glyfosaattia

Ohjaaja: Jussi Esala

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 59

Liitteiden lukumäärä: 0

Opinnäytetyössä tutkittiin juolavehnän torjuntaa eri torjuntakeinoja vertailemalla sekä niiden tehokkuutta ja taloudellisuutta toisiinsa nähden. Opinnäytetyössä pohdittiin myös EU:n mahdollisesti antamaa glyfosaattikieltoa. Lisäksi työssä oli kyselytutkimus, jolla selvitettiin, miten konkreettisesti torjutaan juolavehettä, kokemuksia ja mielipiteitä juolavehnän torjunnasta, sekä miten hyvin EU-keskustelua glyfosaattista oli seurattu.

Kyselytutkimuksessa käytettiin kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusta, ja kyselyn kohderyhmä oli maatalousyrittäjät. Kyselyyn saatiin 61 vastausta kuukauden aukioloaikana neljästä eri sosiaalisen median maatalousaiheisesta ryhmästä. Tulokset osoittivat vastaajista enemmistön suosivan glyfosaattia, ja totesivat sen olevan tehokkain torjuntakeino juolavehettä vastaan monien eri mekaanisten torjuntakeinon ohella.

Torjuntakeinon tehokkuus selvitettiin kirjallisuus- ja verkkolähteiden avulla. Kemikaaliset ja kemikaalittomat torjuntakeinot eriteltiin eri ryhmiinsä. Kemikaalisissa torjuntakeinoissa valikoimaton torjunta-aine, eli glyfosaatti, oli ylivoimaisesti paras juolavehnän torjunnassa. Kemikaalittomissa torjuntakeinoissa, eli eri mekaanisista toimenpiteistä, ei yksiselitteisesti ollut parasta vaihtoehtoa, sillä kemikaalittomalla kasvinsuojelulla selvitettiin parhaan tuloksen tulevan viljelykierron ja mekaanisten toimintatapojen yhdistämisellä. Torjuntakeinon taloudellinen tutkimus laskettiin teoreettisella esimerkkimaatilalla, jolla oli kolme eri kasvinsuojelutapaa ja kaksi eri viljelytapaa. Taloudellinen tutkimus osoitti glyfosaatin olevan kannattavin ajallisesti sekä taloudellisesti. Suuria eroja ei kuitenkaan saatu.

Euroopan unionin glyfosaattiin kohdistuvia päätöksiä ja syitä selvitettiin myös opinnäytetyössä. Glyfosaattiin kohdistuvien päätösten seuraamuksia pohdittiin omien selvityksien kautta. Kyselytutkimuksella selvitettiin maatalousyrittäjien olevan hyvin perillä EU-keskustelusta, ja siitä miten varautua glyfosaatin mahdolliseen kieltoon.

Avainsanat: Juolavehettä, Glyfosaatti, Kasvinsuojelu, Herbisidit, Maanmuokkaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Agricultural Business and Economy

Authors: Santeri Saari and Kristian Viertola

Title of thesis: Couch grass prevention without glyphosate

Supervisor: Jussi Esala

Year: 2019 Number of pages: 59 Number of appendices: 0

The aim of the thesis was to study the ways to prevent couch grass by comparing different preventing methods with each other. The efficiency and cost-efficiency of the methods were surveyed. The thesis also discusses the possibility of the glyphosate ban by the EU. In addition, a survey was carried out to find out how farmers are preventing couch grass, what their opinions and experiences of different prevention methods are and how well they have followed the EU debate on glyphosate.

In the survey quantitative research method was used and targeted to farmers. A total of 61 people responded to the survey during a one-month period in four different social media agriculture focused groups. The results showed that most of the respondents favoured glyphosate and suggested that it was the most efficient way to prevent couch grass alongside many mechanical prevention methods.

The effectiveness of the plant protection methods was researched with literature and online sources. The chemical and non-chemical methods were divided into groups. In the chemical plant protection methods, the non-selective herbicide, glyphosate, was by far superior to prevent couch grass. Among the non-chemical methods of plant protection, i.e. different mechanical measures, it was not possible to choose one best method, because it was determined that the best results are acquired by combining crop rotation and mechanical methods. The economics of the plant protection methods was calculated on a theoretical example farm with three different plant protection measures and two different cultivation methods. The financial study showed that glyphosate was profitable regarding to time and economic efficiency. However, there were no major differences.

The decisions of the EU concerning glyphosate were also clarified in the thesis. The discussion of the consequences of the decisions is based on the authors' own reports. The survey revealed that agricultural entrepreneurs are aware of the EU debate and have the knowledge to adjust to the possible ban of glyphosate.

Keywords: Couch grass, Glyphosate, Plant protection, Herbicide, Tillage

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
1 JOHDANTO.....	7
1.1 Opinnäytetyön tausta.....	7
1.2 Opinnäytetyön tavoitteet.....	7
2 JUOLAVEHNÄ RIKKAKASVINA.....	8
2.1 Leviäminen ja lisääntyminen.....	9
2.1.1 Juurakko.....	10
2.1.2 Siemenet.....	11
2.2 Kasvuolosuhteiden vaikutus kasvukykyyn.....	12
2.3 Kuivuuden vaikutus kasvukykyyn.....	13
3 JUOLAVEHNÄN HAITALLISUUS RIKKAKASVINA.....	15
3.1 Haitallisuus viljakasveilla.....	15
3.2 Haitallisuus öljy- ja palkokasveilla (rypsi, herne).....	16
3.3 Haitallisuus juureksilla (peruna).....	17
3.4 Haitallisuus nurmella.....	17
4 GLYFOSAATTI JA EUROOPAN UNIONI.....	19
4.1 Kansalaisaloite.....	19
4.2 Komission vastaus kansalaisaloitteeseen.....	20
4.3 Vastauksen johtopäätökset.....	22
4.4 Muuta huomioitavaa glyfosaatin käytössä EU:n takia.....	23
4.5 Kappaleen yhteenveto.....	23
5 JUOLAVEHNÄN KEMIKAALITON TORJUNTA.....	24
5.1 Rikkakasvien ennakoiva torjunta ja suora torjunta.....	24
5.1.1 Rikkakasvien ennakoivan torjunnan keinot.....	25
5.1.2 Rikkakasvien suoran torjunnan keinot.....	26
5.2 Biologinen torjunta.....	32

6	JUOLAVEHNÄN KEMIALLINEN TORJUNTA	33
6.1	Valikoivat kasvinsuojeluaineet	33
6.2	Valikoivien kasvinsuojeluaineiden yleisimmät tehoaineet	34
6.3	Valikoimaton kasvinsuojelu	35
7	TORJUNTAKEINOJEN VERTAILUA JA MITEN TEHOKKAITA ERI TORJUNTAKEINOT OVAT JUOLAVEHNÄÄ VASTAAN.....	37
8	ONKO GLYFOSAATTI TALOUDELLISESTI KANNATTAVIN VAIHTOEHTO JUOLAVEHNÄN TORJUNNASSA?	39
8.1	Menetelmät ja toteutus	39
8.2	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	41
9	TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO KYSELYSSÄ	44
9.1	Tutkimusmenetelmän valinta	44
9.2	Kohderyhmän valinta	45
9.3	Tutkimuksen toteutus ja aineiston käyttö	45
9.4	Tutkimuskysymykset	45
9.5	Vastauksien analysointi.....	46
10	TUTKIMUKSEN TULOKSET	47
10.1	Koulutustaso ja viljelykokemus	47
10.2	Juolavehnän esiintyminen ja torjunta	48
10.3	Viljelykierron käyttäminen, hyödyntäminen, kokemukset ja mahdollisuudet	52
10.4	Glyfosaatin käyttö, mielipiteet, kokemukset, EU sekä muut torjunta- aineet	52
11	JOHTOPÄÄTÖKSET	54
	LÄHTEET	57

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kvick-Finnin juolannostin.	28
Kuvio 1. Vastaajien koulutus pohja.	47
Kuvio 2. Viljelykokemus.	47
Kuvio 3. Koulutus pohja ja viljelykokemus. ristiintaulukoituna.	48
Kuvio 4. Maalajit pääluokittain.	49
Kuvio 5. Juolavehnän esiintyminen.	49
Kuvio 6. Juolavehnän esiintyminen maalajeittain.	50
Kuvio 7. Vastaajien käyttämät kasvinsuojelumenetelmät.	51
Kuvio 8. EU-keskustelun seuraaminen.	53
Taulukko 1. Esimerkkimaatalousyrityksien lähtötiedot.	40
Taulukko 2. Tila 1 viljelytapa 1, konekustannukset.	41
Taulukko 3. Tila 1, viljelytavat 1 ja 2. Juolavehnän torjunnassa huomioidut kustannukset yhteensä.	42
Taulukko 4. Tila 2, viljelytavat 1 ja 2. Juolavehnän torjunnassa huomioidut kustannukset yhteensä.	42
Taulukko 5. Tila 3, viljelytavat 1 ja 2. Juolavehnän torjunnassa huomioidut kustannukset yhteensä.	43

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Juolavehnä on aikojen saatossa levinnyt laajalle alueelle Suomessa ja vaikeuttaa viljelijöiden töitä merkittävästi. Vielä 1950-luvulla juolavehnä onnistuttiin pitämään kurissa viljelyteknisin toimin, mutta viljelyn muuttuessa viljapainotteisemmaksi, sai juolavehnä enemmän tilaa sekä mahdollisuuksia kehittymiseen. 1970-luvulta lähtien on kuitenkin kehitelty torjunta-aineita juolavehnää ja muita rikkakasveja vastaan, ja 1976-luvulla tullut glyfosaatti valtasi nopeasti torjunta-ainemarkkinat. (Jalli & Salonen 2003, 4.)

Torjunta-aineista huolimatta juolavehnä on kehittänyt resistenssiään tehoaineita ja muita torjuntakeinoja vastaan, joten mahdollinen glyfosaatin kieltö EU:n toimesta saattaisi aiheuttaa viljelijöillä ylimääräisiä toimenpiteitä. Tässä herää kysymys, voiko juolavehnää lopulta torjua tehokkaasti ilman glyfosaattivalmisteita.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön ensimmäinen tavoite on selvittää juolavehnän eri torjuntakeinojen tehokkuuksia vertailemalla niitä keskenään, sekä selvittää onko juolavehnän torjuminen ilman glyfosaattia taloudellisesti kannattavaa. Toisena tavoitteena on löytää alueellisia eroja juolavehnän esiintymisen koetussa haitalisuudessa, kyselytutkimuksen avulla ja kolmantena tavoitteena saada tietoa, ovatko viljelijät varautuneet mahdolliseen glyfosaattikieltoon sekä heidän mielipiteitänsä kyseisestä aiheesta.

2 JUOLAVEHNÄ RIKKAKASVINA

Juolavehnä (*Elymus repens* tai *agropyron repens*) on Suomen yleisin, 30-100 cm korkea, monivuotinen kestorikkakasvi. Väriltään se on vihreä tai sinertävän harmaanvihreä, ja sen lehdet ovat litteitä 5-12 mm leveitä. Juolavehnä kuuluu heimoltaan heinäkasveihin ja suvultaan villivehniien sukuun. Kasvutavaltaan juolavehnä on yleensä ristipölytteinen, eli se sopeutuu nopeasti uusiin olosuhteisiin ja on rikkakasvina täten voimakas. (Lötjönen ym. 2002, 13.) Peltojen rikkakasvimassasta juolavehnä tuottaa nykyään noin puolet tavanomaisessa viljelyssä ja neljäsosan luomuviljelyssä (Lötjönen ym. 2002, 33).

Juolavehnän historiasta ei ole paljoa tietoa, mutta Pohjoismaihin sen on arveltu ilmestyvän 1600-luvun alkupuolella. Suomessa juolavehnää esiintyi aluksi rannikoilla ja sieltä se on levittäytynyt ja muuntautunut ihmisen myötävaikutuksesta laajemmalle sisämaahan. Aikojen saatossa juolavehnä on voimistunut ja sopeutunut haitalliseksi kilpailukasviksi viljelymaille, kun vielä 1950-luvulla se joutui itse kilpailemaan kasvutilasta muiden kasvien ohella. (Jalli & Salonen 2003, 4.) Juolavehnää esiintyy entistä enemmän pelloilla, varsinkin pohjoisissa oloissa, koska siellä se menestyy parhaiten. Viileät ja kosteat oltavat ovat sille suotuisia kilpailukyvyn ylläpitämisessä. (Jalli & Salonen 2003, 2.) Jalli & Salonen (2003, 2) myös kertovat juolavehnästä, että sen kasvullinen osa eli juurakko, ei menesty ilman kylmää lepojaksoa. Tämän vuoksi sitä ei esiinny paljoakaan maapallon lämpimillä vyöhykkeillä.

Suomessa juolavehnää esiintyy eniten Itä- ja Kaakkois-Suomessa alueilla, joilla viljellään pääsääntöisesti nurmea (Lötjönen ym. 2002, 13). Juolavehnä on lisääntynyt merkittävästi viljelykiertojen yksipuolistamisen, avokesannoista luopumisen, typpilannoituksen nostamisen ja kevätmuokkauksien aikaistamisen vuoksi (ProAgria, [viitattu 16.01.2019], 3). Lisääntymiseen ja leviämiseen saattaa myös vaikuttaa taloudellinen säästäminen muokkaustöissä tai syysviljojen viljelyn lisääntyminen (Jalli & Salonen 2003, 4). Juolavehnän täydellinen hävittäminen pellolta on kemiallisestikin erittäin vaikeaa ja taloudellisesti kallista. Juolavehnän kitkeminen vaatisi 99 prosentin vuosittaisen tehon sen hävittämisessä ja tehon laskiessa 74 prosenttiin, py-

syysi juolavehnän määrä entisellään, Jalli & Salonen (2003, 14) vielä lisäävät. Juolavehnamäärän ollessa pelloilla vähäistä, se pystytään pitämään helposti kurissa viljelyteknisin toimin, paitsi jos syksyn sänkimuokkaus sijoittuu märkään ajankohtaan, on vaarana juolavehnän uudelleen leviäminen (Jalli & Salonen 2003, 34).

Juolavehnä monivuotisena kestorikkakasvina on muokkausta kestävä, mutta sen kasvua ja levittäytymistä saadaan eri maanmuokkaustoimenpiteillä kuitenkin hillittyä. Oikein suoritettuna ja ajoittamalla toimenpiteet kuivalle ajanjaksolle, pysyy juolavehnä kurissa. (Jalli 2016, 6.) Muokkaustoimenpiteet edellyttävät tehokasta toimintaa viljelykierron eri vaiheissa, ja parhaan tuloksen saavuttaa pilkkomalla juurakon mahdollisimman pieniin palasiin (Saarinen 2016, 2).

2.1 Leviäminen ja lisääntyminen

Juolavehnä leviää ja lisääntyy siemeniensä sekä juurakkonsa avulla. Juurakko on kasvukykyisempi pelloilla kuin siemenet, mutta juurakko on näistä merkittävämpi. Juolavehnän kasvurytmi on erilainen kuin muilla kasveilla, koska se kasvaa aluksi hitaasti, ja jatkaa kasvuaan pitkälle sadonkorjuun jälkeen. Kasvin leviäminen ja lisääntyminen ovat voimakkaimpia sateisella säällä. Pohjoismaiden olosuhteisiin sovelletun mallin mukaisesti juolavehnän määrä 2,5 –kertaistuu vuodessa. (Jalli & Salonen 2003, 5–7.) Juolavehnä leviää pientareilta pelloille yleensä juurakoidensa avulla, jotka takertuvat työkoneisiin (ProAgria, [23.01.2019], 8).

Parhaiten juolavehnä kasvaa ja lisääntyy keveillä sekä läpäisevillä kivennäismailla, koska silloin sen juurakko pääsee kasvamaan syvemmälle, ja tällöin leviämään helposti laajalle maaperään. Raskaat ja tiiviit savimaatkaan eivät ole este juolavehnälle, jos ne ovat vesitaloudeltaan hyvässä kunnossa. Juolavehnä viihtyy hyvin myös multa- ja turvemailla, säistä riippumatta. (Lötjönen ym. 2002, 29.)

2.1.1 Juurakko

Kasvuopillisesti juurakon palat eivät ole juurta, vaan vartta. Juurakossa on silmu-kohtia, joista myöhemmin kehittyvät ohuet juuret ja versot. Silmuja on useita yhdessä juurakossa. (Källander 1993, 267.) Juolavehnän kasvullinen lisääntyminen tapahtuu juurakoiden avulla. Juurakko on sitkeä, 4-30 cm pitkä, kasvin kasvullinen osa, josta pääosa ulottuu jopa 10-15 cm syvyyteen maaperään. Yli 4 cm juurakot kasvattavat maanpäällisiä versoja, joista kasvi alkaa laajentua vähitellen. Juurakon osat tummenevat väriltään, mitä vanhempia ne ovat. Pahimmillaan juurakko saattaa ulottua jopa 150 cm päähän emokasvistaan. Juurakko on täten juolavehnän tärkein levittäytymistapa ja se jatkaa kehitystä lähemmäs maan pintakerrosta, kunhan sitä ei häiritä esimerkiksi maanmuokkauksilla. (Jalli & Salonen 2003, 5, 8.)

Juurakon kasvaessa vaakatasoon, se muodostaa useimmiten sotkuisen verkoston maahan 5-20 cm syvyyteen. Tämän tapahtuessa haittaa se merkittävästi viljelytoita esimerkiksi takertumalla työkoneisiin. (Lötjönen ym. 2002, 13.) Juurakko alkaa kehittyä kasvukauden alussa kesäkuusta aina marraskuuhun asti ja vain kolmasosa sen massasta on kasvukykyistä, sillä osa juurakoista kuolee vuosittain ja jää mikro-bien hajotettavaksi. Versot ja juurakko ovat tietyllä tapaa yhteydessä toisiinsa. Esimerkiksi jos talven aikana toinen on tuhoutunut tai peittynyt maalla, edesauttaa toinen sitä täten uudelleen kasvamaan. Kuitenkaan juurakon pituus, ikä tai kasvusyvyys ei vaikuta paljoakaan versojen kehittymiseen. Versot alkavat kasvaa juurakoista heti keväällä ja jatkavat kasvuaan pitkin kesää juurakon kasvaessa pituutta, mutta kasvu on suurinta elokuussa. (Jalli & Salonen 2003, 7.)

Juurakoiden ollessa ehjiä ja katkomattomia, muodostuu niihin vain vähän versoja. Juurakkoa häiritäessä tai paloiteltaessa, kiihtyy versojen kasvu ja niitä muodostuu enemmän. Edellytyksenä tähän on, että juurakko ei ole syvällä maan alla, sillä juurakon pätkän vararavinto riittää kasvattamaan verson maan pintaa suurin piirtein pituutta vastaavalta syvyydeltä. (Källander 1993, 277.)

Pitkät juurakon palat kasvattavat enemmän ja varmemmin maanpäällisiä osia, kuin lyhyet noin 4 cm pituiset. Lyhyet juurakkopalat kuitenkin muodostavat enemmän versoja runsaslukuisuutensa vuoksi, varsinkin matalaan haudattuina, mutta yli 10

cm syvyydessä versonmuodostuskyky heikkenee huomattavasti. Pitkät juurakkopalat pystyvät muodostamaan versoja jopa 30 cm syvyyteen, vaikka kasvukyky on niiläkin heikompaa, jos syvyys on yli 15 senttimetriä. (Lötjönen ym. 2002, 25.) Juolavehnän juurakkoa vahingoittamalla alkaa sen silmut kehittyä ja kasvaa kohti lepotilaa. Silmuista 95 % säilyy lepotilassa, jos juurakkoa ei häiritä. (Lötjönen ym. 2002, 25.)

2.1.2 Siemenet

Juolavehnän siemenet takaavat kasville perinnöllisen sopeutumisen pitkällä aikavälillä ja ne alkavat itää useimmiten keväällä. Siemenet ovat pituudeltaan 6-9 mm ja tuhannensiemenenpaino on noin 3,9 g. Siemeniä tähkässä on noin 50 kappaletta. (Lötjönen ym. 2002, 17.)

Siemenien vaikutus lyhyellä aikavälillä on suurempi laadullisessa, kuin määrällisessä lisääntymisessä, varsinkin pelloilla, joilla juolavehnää esiintyy paljon. Siemenien vaikutus pitkällä aikavälillä taas edistää uusiin olosuhteisiin sopeutuneiden kasvustojen kasvua ja muodostumista. (Lötjönen ym. 2002, 17.) Siemenet orastuvat parhaiten 1-2 cm syvyydessä ja kehittyvät yksivuotisten kasvien tapaan kolmilehtivaiheeseen asti, jonka jälkeen alkaa juurakon kasvu. (Jalli & Salonen 2003, 6.) Siemenet ovat kestäviä ja nopeita itämään, koska ne ovat itämiskykyisiä jo maitotuleentumisvaiheessa. Siemen kestää jopa naudan ruoansulatuksen ja säilörehuun sekoittumisen. (Lantmännen Agro, [viitattu 26.01.2019]).

Juolavehnän siemenet, kuten muidenkin rikkakasvien siemenet, käyttävät hyödykseen itämislepoa eli aikaa, joka siemeneltä kuluu, kunnes se pystyy itämään. Itämislevossa suurin osa siemenistä säilyy maan siemenpankissa odottaen otollisia itämisolosuhteita. Eri kasvien itämislevon pituuksista ei ole tarkkaa tietoa. (Källander 1993, 262.) Itämislepo eli dormanssi saattaa kuitenkin kestää useita vuosia, ja sen avulla rikkakasvien siemenet pysyvät elossa maanmuokkauksista huolimatta. Itämislepo päättyy joko siemenen itämiseen tai tuhoutumiseen riippuen siitä, millaiset lämpötila-, valo-, kosteus-, happi- ja hiilidioksidiolosuhteet maassa vallitsevat. (Lötjönen ym. 1999, 12.)

Siemenpankki koostuu eri ikäisistä elinkykyisistä siemenistä maan pinnalla ja muokauskerroksissa. Se on dynaaminen varasto, josta poistuu vuosittain siemeniä itämisen tai tuhoutumisen vuoksi. Uudet kypsyneet siemenet varisevat vuosittain siemenpankkiin pitäen sen isokokoisena ja tiheänä. Siemenpankkeja saattaa olla useita samalla peltolohkolla, joten niiden täydellinen hävittäminen on todella haastavaa. (Lötjönen ym. 1999, 13–14.)

Juolavehnän siemenlevitystä on vaikea torjua jopa glyfosaatilla, koska käsittely ei vaikuta siemenien itävyyteen, ja maanmuokkauksistakin huolimatta pelloilla saattaa keväällä esiintyä juolavehnän siementaimia. Maanmuokkausmenetelmillä saadaan siemenet haudattua, mutta juolavehnän siemen pystyy helposti itämään vielä 5 cm syvyydestäkin. Siemenien ollessa yli 7 senttimetrin syvyydessä, hidastuu niiden taimeutumisen, mutta ei kuitenkaan lopu. (Lötjönen ym. 2002, 17.) Siemenet leviävät kylösiemenien joukossa, mutta myös juoksevan veden avulla. Siemenet voivat säilyä maan alla vuosia ja täten varmistavat kasvin jatkuvan kasvamisen, vaikka juurakko saataisiinkin tuhottua. (Lötjönen ym. 2002, 17.)

2.2 Kasvuolosuhteiden vaikutus kasvukykyyn

Juolavehnä suosii leutoa lämpötilaa, jossa sen juurakko ja versot kasvavat parhaiten. Tällainen optimilämpötila kasvin maanpäällisille osille on päivällä 25-30 °C ja yöllä 15 °C. Jos lämpötila on pysyvästi yli 35-40 °C, pysähtyy juolavehnän kasvu kokonaan. Tämä on kuitenkin mahdotonta Suomen sääoloissa. Talvella pakkasen tappaa juurakot, jos ne ovat maan pinnalla, mutta ajan saatossa rikkakasvit ovat kehittäneet talvenkestokykyään ja syvällä maan suojassa ne pysyvät kasvukykyisinä. Juolavehnän juurakot pystyvät kestämään jopa 20 asteen pakkasen lähellä maan pintaa. (Jalli & Salonen 2003, 9.) Juurakon optimipäivälämpötila on vähän pienempi, kuin maanpäällisien osien. Suotuinen lämpötila sille on 20-(25) °C. Päivän ollessa lyhyt ja lämpötilan ollessa korkealla, vaikuttaa se voimakkaimmin juurakkoon. (Lötjönen ym. 2002, 28.)

Lötjönen ym. (2002, 80–81) kirjoittavat Dexterin (1937) kokeesta, jossa juurien ja juurakoiden pakkasenkesto parantuvat syksyn edetessä lokakuulta joulukuulle. Lötjönen ym. (2002, 81) myös kertovat Schimmingin ja Messersmithin selvittäneen, että talvehtivat kasvit pyrkivät välttämään, tai kehittämään keinoja sietämään pakkasta. He myös kertoivat, että juolavehnällä sitkeyttä lisää sekin, että juurakoiden saadessa pakkasesta lieviä paleltumia, pystyy se silti kehittämään niistä uusia versoja. Juolavehnan torjuntaan Lötjönen ym. (2002, 83) ovat kirjoittaneet, että lopettavalle nurmelle tai viljan sängelle keinotekoinen jääpoltteen luominen voi joinakin vuosina onnistua. Hän kertoo tapauksesta, jossa muutama viljelijä jyräsi sohjolunta tiiviiksi kanneksi peltoon alkutalvesta, johon muodostui pakkasten tultua jääkansi. Tämä esti kasvien hapensaannin ja edisti pakkasen puremaa. Keinotekoisen jääpolttemenetelmän hyödyt saavutetaan loppusyksyllä ja alkutalvella, koska silloin kestorikka-kasvien juuret ovat alttiimpia kylmyydelle.

2.3 Kuivuuden vaikutus kasvukykyyn

Juolavehnan kuivuudenkestokyky on huono varsinkin juurakoiden osalta, jos juurakon normaali kosteuspitoisuus (60 – 80 %) laskee reilusti alle 20 % tason, se kuolee. Juurakon vanhat tummuneet osat kestävät paremmin kuivuutta, kuin uudet kehittyvässä vaiheessa olevat juurakon lyhyet osat. Juurakon kasvuunlähtökyky heikkenee suhteessa aikaan, jona lämpötila on 20 °C ja suhteellinen kosteus alle 50 %. Tämän kaltaisia luonnonoloja kuitenkin harvoin esiintyy, vaikkakin peltoa kuivattavat pitkät hellejaksot sekä tuuli, ei siltikään voida sanoa varmaksi että, vanhimmat juurakon osat kuolevat kuivuuteen syvällä pellossa. Kuivina vuosina siis juolavehnan kasvu saattaa vähentyä, mutta silti satotappioita tulee viljojen heikon kilpailukykyyn vuoksi. (Jalli & Salonen 2003, 10.)

Juolavehna, kuten muutkin kasvit, tarvitsee valoa itämiseen. Pitkän korrenkasvunsa vuoksi juolavehna saa tarpeeksi valoa viljelykasvien seasta. Valon saannin ollessa vähäistä, lisääntyy juolavehnan maanpäällisten versojen kasvu suhteessa juurakon kasvuun. Juolavehna pyrkii turvaamaan itselleen mahdollisimman hyvät kasvuolot

valosta riippumatta. Esimerkiksi varjoisessa paikassa juolavehnä ohentaa maavarsia ja silmuväliä sekä pidentää silmujen välimatkaa, jolloin kasvuolot ovat sille suotuiset ja se pystyy jatkamaan kasvuansa. (Lötjönen ym. 2002, 29.)

3 JUOLAVEHNÄN HAITALLISUUS RIKKAKASVINA

Kuten muutkin rikkakasvit, juolavehnäkin aiheuttaa pahimmillaan suuria satotappioita varjostamalla ja kilpailemalla vedestä, ravinteista, valosta ja kasvutilasta muiden kasvien kanssa. Juolavehnä myös pienentää puitavan sadon hehtolitrapainoa. (Jalli & Salonen 2003, 11.) Rikkakasvit myös saattavat lisätä tautien ja tuholaisien määrää viljelykasvustoissa. Rikkakasvuinen korjattu sato saattaa myös muodostua myrkylliseksi rehuksi kotieläimille. (Rajala 2004, 255.)

Juolavehnän vaikutus näkyy myös taloudellisesti kaikilla viljelykasveilla. Esimerkiksi viljan lajittelu- ja kuivaustarpeen lisääntymisenä ja toistuvina maanmuokkaustarpeina, jolloin polttoainekustannukset kasvavat. (Lötjönen ym. 2002, 30.) Juolavehnää vastaan tarvitaan siis kilpailukykyinen viljelykasvi, jotta haitat saadaan mahdollisimman vähäisiksi. Kilpailukyky eri viljelykasveilla juolavehnää vastaan pienenee järjestyksessä ruis → syysvehnä → kaura → ohra → rypsi → herne. (Jalli & Salonen 2003, 11.) Nurmikasveilla taas juolavehnän haitallisin vaikutus on sen maittavuuden laskeminen. (Lantmännen Agro, [viitattu 02.02.2019].)

3.1 Haitallisuus viljakasveilla

Viljelykasveilla juolavehnäkasvusto pitää kasvuston kosteampana ja lisää puitavan sadon kosteutta ja roskapitoisuutta. Kosteat viljakasvit saattavat myös olla alttiina tyvitaudille sekä fusarium -sienivirukselle. Viljan kääpiökasvuviroosin esiintyessä paikallisesti useina peräkkäisinä vuosina, ovat virustautiset laikut yleensä lähellä juolavehnäisiä pientareita tai juolavehnälaikkuja. (Jalli & Salonen 2003, 12.)

Juolavehnän nostaessa kasvuston kosteutta, lakoontuu se helpommin ja tuleentuminen on tällöin epätasaista. Tämä vaikeuttaa huomattavasti sadonkorjuuta esimerkiksi aiheuttamalla ylimääräisiä käsittelytoimenpiteitä työkoneiden tukkeutuessa. Lakoontuminen on haitallisin juolavehnän aiheuttama haitta viljoilla. (Jalli & Salonen 2003, 12, 34.)

Kevätviljojen sadon aleneminen sekä suhteellinen sato ovat suoraan yhteydessä juolavehnätiheyteen pelloilla. (Lötjönen ym. 2002, 34.) Viljakasveista paras kilpailija juolavehnan rinnalle on ruis, koska sen kasvuston ollessa tiheä, ei juolavehnä kykene kasvamaan sen rinnalla niin voimakkaasti kuin muiden kasvien. (Pro Agria, [viitattu 10.02.2019], 10.)

3.2 Haitallisuus öljy- ja palkokasveilla (rypsi, herne)

Öljy- ja palkokasvit eivät pärjää juolavehnästä vastaan niin hyvin, kuin viljakasvit, koska ne eivät kykene varjostamaan sitä tarpeeksi pienen kokonsa vuoksi, riippuen toki lajike- ja kasvivalinnasta. Varsinkin härkäpapua ja hernettä vastaan juolavehnä on todella voimakas ja vaarallinen kilpailukasvi. (Jalli & Salonen 2003, 12.) Kanadalaisessa tutkimuksessa pellavansiemensato pieneni jopa 67 % juolavehnan ja muiden heinämaisien rikkakasvien vuoksi. (Jalli & Salonen 2003, 13.)

Toisin kuin viljakasveilla, esimerkiksi rypsisato suurenee suhteellisesti enemmän juolavehnan torjunnan jälkeen. Tämä perustuu rypsin voimakkaaseen kasvukykyyn juolavehnalta vapautuvan pinta-alan takia. (Jalli & Salonen 2003, 12.) Juolavehnä lisää öljy- ja palkokasveillakin sadon roskapitoisuutta, kuten viljoilla, mutta ei vaikuta kosteuteen niin paljon. Haitallisin tekijä on sadon öljypitoisuuden lasku, sillä se on merkittävä sadon hinnoitteluperuste, Jalli & Salonen (2003, 12) korostavat. Juolavehnä alentaa öljy- ja palkokasvien sadon määrää ja laatua. Kasvusto lakoutuu ja tuleentuminen on epätasaista, mikä taas vaikeuttaa puintia ja aiheuttaa ylimääräisiä toimenpiteitä, kuten viljakasveilla. (Lundström ym. 2001, 22.) Rikkakasvien siemenet ovat todettu pahimmaksi laatuun vaikuttavaksi ongelmaksi öljykasveilla (Ansa-lehto ym. 2001, 5).

Juolavehnä saattaa olla vaikuttava tekijä kasvitautien, esimerkiksi möhöjuuren esiintymiselle, koska ristikkukaiset rikka- ja viljelykasvit toimivat sen isäntäkasvina. Möhöjuuri on öljykasveilla vaarallisin taudinaiheuttaja, joka johtaa pahimmassa tapauksessa koko sadon menetykseen. Möhöjuuren ilmaantuessa lohkolle, on sen torjuminen viljelyteknisin ja kemiallisin toimin lähes mahdotonta. (Ansa-lehto ym. 2001, 4) Öljykasvien viljelyssä on syytä valita rikkakasvivapaa lohko ja suunnitella

viljelykierto huolella. Haitallisuuden minimointi pystytään saavuttamaan viljelytekniikalla ja suunnittelemalla torjunta tehostetusti jo esikasvin viljelystä lähtien. (Lundström ym. 2001, 22.)

3.3 Haitallisuus juureksilla (peruna)

Juurekset, kuten peruna, tarvitsevat paljon tilaa kasvuun, jonka vuoksi juolavehnä on haitallinen tekijä kasvuun niiden rinnalla (Rahkonen ym. 2000, 11). Rikkakasvit vaikuttavat perunoiden mukulakokoon ja sadon laatuun sekä määrään alentavasti. Perunalohkon ollessa pahoin juolavehnenäinen, sen tehokas torjunta saattaa kaksinkertaistaa sadon ja helpottaa sadonkorjuuta eli nostamista, kun rikkakasvien juurakoita ja rihmastoja ei ole takertuneena perunoihin. Juureskasvin lajin tai lajikkeen ollessa matalavartinen ja aikaisin tuleentuva, on juolavehnen helpo kasvaa kasvustosta lävitse ja täten varjostaa sitä. (Rahkonen ym. 2000, 11.)

Käytännössä on myös huomattu, että juolavehnen juurakko saattaa kasvaa perunan mukuloista lävitse. Ruotsalaisessa kokeessa kemiallinen torjunta lisäsi satoa 21-28 %, ja mekaaninen torjunta 29 %. Mekaanisen torjunnan huono puoli on viljeltävän kasvuston vahingoittuminen. Perunalla mekaaninen torjunta on yleensä riviväleihin pohjautuvaa, eli juolavehnenä on vaikea kitkeä tai harata vahingoittamatta itse perunaa. (Jalli & Salonen 2003, 13.)

3.4 Haitallisuus nurmella

Nurmi on hyvä kilpailija juolavehnen rinnalla aikaisen kasvuunlähtökyvyn, suuren kasvitiheyden ja tehokkaan veden sekä ravinteiden käytön vuoksi. Nurmi myös niitetään usein, mikä hillitsee juolavehnen versojen ja juurakoiden kasvuun lähtöä. Niittokerrat eivät kuitenkaan yleensä toistu riittävän useasti, että sillä saataisiin torjuttua tehokkaasti juolavehnenä, mutta nurmien kilpailu tehostaa niittojen torjuntavai-
kutusta. (Lötjönen ym. 2002, 68.)

Juolavehnä kuitenkin monivuotisena juurakollisena rikkakasvina haastaa nurmen joka vuosi uudelleen ja maittavuuden laskemisen lisäksi se aiheuttaa saman kaltaisia haittoja, kuin viljelykasveille on mainittu. Esimerkiksi juolavehnä lisää kosteutta, roskapitoisuutta ja vähentää maittavuutta. Varsinkin uudessa ensimmäisen vuoden nurmessa juolavehnä saattaa yllättää, jos nurmi on perustettu ilman suojaviljaa, koska tällöin nurmen kasvuunlähtökyky on vielä hidasta. Nurmien vanhetessa niiden kilpailukyky heikkenee vähitellen, mikä saattaa myös edesauttaa juolavehnan ilmaantumista uudelleen. (Lötjönen ym. 2002, 68.)

4 GLYFOSAATTI JA EUROOPAN UNIONI

Glyfosaatti on 1976-vuodesta lähtien ollut suosittu tehoaine maatalousyrittäjien käytössä halvan hintansa ja tehokkuutensa vuoksi. Tehonsa takia siihen on kiinnitetty entistä enemmän huomiota ympäristön kannalta, ja asetettu erilaisia rajoitteita sen käyttöön liittyen EU:n toimesta. Täysin korvaavaa ainetta glyfosaatin ammattikäyttöön ei ole vielä keksitty, joten sen täydellinen kieltäminen on toistaiseksi vain harkinnan alla. (Tukes 2018.)

Ihmisten mielipiteet glyfosaatin käytöstä ovat nykyään vankat. Enemmistö maatalousyrittäjistä on sitä mieltä, että kieltäminen ei ole tarpeen, vaan sitä voitaisiin korkeintaan rajoittaa. Luonnon ja ympäristön puolesta toimivat ihmiset ja taas haluaisivat kieltää glyfosaatin kokonaan. Glyfosaatin vaikutuksista tietämättömät tukeutuvat lähinnä ennakkoluuloihin ja perusteettomiin väitteisiin, jotka ovat pohjana joihinkin yksittäisiin tutkimuksiin. Ensimmäisen kerran glyfosaatti hyväksyttiin EU:ssa vuonna 2002 ja ennen tätä se oli jäsenvaltioiden omien säännöksiensä alaisuudessa.

4.1 Kansalaisaloite

25.01.2017 ECI:in rekisteriin tallennettiin aloite Ban Glyphosate and Protect People and the Environment from Toxic Pesticides. Aloitteella haettiin glyfosaatin täyskieltoa ja EU:n laajuisia toimia ihmisten sekä luonnon suojelemiseksi haitallisilta kasvinsuojeluaineilta. Aloitteen järjestäjät tapasivat Euroopan Komission kanssa 23.10.2017. Tämän jälkeen järjestäjät pitivät julkisen kuulemisen Euroopan Parlamentissa 20.11.2017. Komissio antoi vastauksensa ECI:hin 12.12.2017.

Aloitteessa on kolme kohtaa, joita ehdotettiin Euroopan Komissiolle.

1. Glyfosaattipohjaiset herbisidit kielletään, joiden on todettu aiheuttavan syöpäriskiä ihmisille.

2. Kasvinsuojeluaineiden tieteelliset arvioinnit, joita käytetään EU-säädöksissä, taataan olevan vapaa kasvinsuojeluaineteollisuuden vaikuttamista tutkimuksista, ja tutkimuksissa on käytettävä päteviä, julkisia auktoriteetteja.
3. Kasvinsuojeluaineiden vähentäminen pakolliseksi EU:n sisällä. Tavoitteena kasvinsuojeluvapaa tulevaisuus. (European Commission 2017.)

4.2 Komission vastaus kansalaisaloitteeseen

Vastauksen ensimmäisessä kohdassa on käyty läpi glyfosaatin karsinogeenisyys- ja hormonitoiminnan häiriintyminen ihmisillä sekä glyfosaatin vaikutus ekosysteemiin. WHO:n alainen IARC julkaisi 2015-vuonna glyfosaattia koskevaan raportin, jossa todettiin, että glyfosaatti pitäisi luokitella IARC-luokitus 2A:han, eli ihmiselle todennäköisesti syöpää aiheuttavaksi aineeksi. (European commission 2017.)

Saksa valmisteli arviointiraportin, jonka johtopäätös oli, että glyfosaatti ei aiheuta vakavia turvallisuusriskejä. Saksan kanssa samaan lopputulokseen päätyi myös EFSA, joka totesi, että tehoaineella ei ole hormonitoimintaa häiritsevää vaikutusta. Syitä IARC:n eri lopputulokseen katsottiin johtuvan siitä, että IARC tarkasteli glyfosaattia tehoaineena sekä glyfosaattipohjaisia tuotteita. EU:n arvioinnissa taas glyfosaattipohjaisten tuotteiden tarkastaminen on jäsenvaltioiden vastuulla. Eri lopputulokseen johtavia syitä oli myös IARC:n käyttämät tutkimukset, jotka olivat pelkättään julkisia. EU:n arvioinnissa käytetään lisäksi tutkimuksia, jotka eivät ole julkaisuja, eivätkä olleet IARC:n käytössä. (European commission 2017.)

Ympäristöön liittyvässä vastauksessa on arvioitu glyfosaattipitoisuudet maassa, vedessä ja ilmassa, joista on tehty täydelliset riskiarvioinnit aineen käyttökohteiden ulkopuolisiin kohteisiin. Riskiarvioinnissa ei saatu näyttöä, johon voisi perustua väite, että glyfosaatin käyttö aiheuttaisi luonnon heikentymistä, kun sitä käytetään oikeaoppisesti. (European commission 2017.)

Ensimmäisen kohdan lopussa todetaan, että kaiken saatavilla olevan tutkimustiedon tarkastelun jälkeen, ei ole perusteita kyseenalaistaa tieteellisiä arvioita ja lopputuloksia glyfosaatista. Jos uutta tieteellistä näyttöä glyfosaatista tulee julki, jonka

perusteella tehoaine ei täyty enää PPPR:n asettamia ehtoja, pitäisi tehoaine saada haluttaessa uudelleen tarkastelun alle. Lisäksi lopputuloksessa todetaan, että edellä mainituista syistä komissiolla ei ole perusteita esittää lainsäätäjille esitystä glyfosaa-tin kieltämiseksi. Kuitenkin jäsenvaltioilla on velvollisuus arvioida kaikki glyfosaatti-pohjaiset aineet, ja ne voivat itse asettaa kieltoja tai rajoitteita niille. (European com-mission 2017.)

Komission vastauksen toisessa kohdassa huomautetaan, että tutkimukset ja tieto mitä teollisuuden pitää toimittaa suojeleaineiden arvioimista varten, on määri-telty lainsäädännössä. Arvioinnissa käytettyjen tutkimuksien ja tietojen pitää nou-dattaa kansainvälisiä menetelmätapoja, esimerkiksi OECD:n suunnittelemlia. Nämä pitää suorittaa GLP:n mukaisesti. Tutkimuksia tekevät yritykset tarkastetaan sään-nöllisesti tai epäilystä kansallisten viranomaisten puolesta. Aineen hyväksymistä varten hakijoiden pitää sisällyttää avoin tieteellinen vertaisarviointi asiakirjoihin, jolla varmistetaan, että arvioinnit ovat ristiriidattomia ja täsmällisiä. EFSA:n, jäsenvaltioi-den ja aineen myyntiluvanhakijoiden jättämät tiedot ja tutkimukset ovat jo suurim-maksi osaksi tehty julkiseksi. Glyfosaatin osalta yli 6000 sivua tietoa on tehty jul-kiseksi. Luottamuksellisten tietojen sekä avointen tietojen vuorovaikutuksen sään-töjä ja sen vaikutusta riskiarvioinnin hyväksyttävyydessä julkisesti, on korostettu Fit-ness Check of Regulationissa, joka on osa General Food Law Regulationia. Komis-sio sanoo tekevänsä toimia läpikuultavuuden lisäämiseksi samalla kunnioittaen lii-kesalaisuuksien salassapitoa. (European commission 2017.)

Komissio huomauttaa että, nykyinen järjestelmä on samantapainen, kuin muilla sek-toreilla. Periaate on, että julkista rahaa ei pitäisi käyttää tutkimuksien tilaamiseen, mitkä auttaisivat teollisuutta saada tuote markkinoille, koska tutkimuksien hinnat ovat suuria ja niitä tarvitaan monia. Lisäksi on myös huomioitava, että tutkimuksia tarjoavat yritykset ovat pakollisia tarkkoihin tarkastuksiin. Tarkastettavien laitoksien on pitäydyttävä GLP:n periaatteissa, ja jos tulee julki, että kyseiset laitokset mani-puloivat tutkimustuloksia missä tahansa asiassa, ne menettävät GLP-sertifikaat-tinsa. Täten on väärin väittää, että kasvinsuojeluaineteollisuuden tilaamat tutkimuk-set ovat myötämielisempiä teollisuudelle. (European commission 2017.)

Vaatimukseen, että alustava arviointi jaettaisiin monien jäsenvaltioiden välillä, on vastattu seuraavasti. Hakijat voivat valita mille jäsenvaltioille jättävät hakemuksensa. Hakijan valitsema jäsenvaltio tarkastaa hakemuksen, ellei joku toinen jäsenvaltio halua sitä tarkastaa. Tämä on vasta ensimmäinen osa moniosaista prosessia. Täten komissio pitää nykyistä systeemiä kokonaisuudessaan sopivana. (European commission 2017.)

Komission vastaus ECI:n kolmanteen kohtaan torjunta-aine vapaaseen tulevaisuuteen. EU:n linjaa ei ole suunniteltu poistamaan kaikkien torjunta-aineiden käyttöä, vaan EU:n linjana on varmistaa, että torjunta-aineita käytetään ympäristöä säästävasti. Ympäristöä säästävä torjunta-aineiden käyttö laskee kokonaisriippuvuutta aineiden käytössä, ja on samassa pyrkimyksessä ECI:n kolmannen kohdan kanssa. Komissio haluaa varmistaa, että jäsenvaltiot noudattavat niiden velvollisuuksia ja vähentävät EU:n riippuvuutta kasvinsuojeluaineisiin seuraamalla IPM:n kahdeksaa periaatetta. (European commission 2017.)

Yksi syy siihen minkä takia ECI pyytää enempi ponnisteluja torjunta-aine vapaaseen tulevaisuuteen on, että viljelijät käyttävät kasvinsuojeluaineita säännöllisesti, eikä viimeisenä vaihtoehtona. Tärkeää on huomauttaa, että samantapaisia rajoitteita kasvinsuojeluaineiden käytön kanssa on selvitetty SUD:ssä. Direktiivissä vaaditaan, että ei-kemiallisia vaihtoehtoja pitää suosia ennen kemikaaleja, jos ne tarjoavat tyydyttävän suojan. Direktiivi vaatii myös, että kasvinsuojeluaineita käyttäessä, niiden pitää olla lajikohtaisia sekä sisältää vähiten sivuvaikutuksia ihmisille, muille lajeille tai ympäristölle. Komissio ja jäsenvaltiot keskittyvät nykyään laskemaan riskejä aineiden käytöstä, eikä vain yksinkertaisesti vähentää tehoaineiden määrää. (European commission 2017.)

4.3 Vastauksen johtopäätökset

Ensimmäinen kohta, jossa halutaan kieltää glyfosaattipohjaiset tuotteet, komission harkinnan jälkeen ei ole tieteellistä eikä laillista näyttöä kiellon oikeuttamiselle, eikä tämän takia aio ehdottaa lainsäädännöllisiä ehdotuksia. Tämän takia komission päätös jatkaa glyfosaatin käyttöä on oikeutettu. **Toisessa kohdassa** komissio

on samaa mieltä, että tieteellisten arvioiden ja päätöksien teon läpinäkyvyys on tärkeää säädöksiä tehtäessä. Se myös auttaa tutkimuksien laadukkuutta, joka itsessään auttaa EFSA:a riskiarvioinnissa. **Kolmannessa kohdassa** komissio aikoo vahvistaa jatkuvaa ja mitattavaa kasvinsuojeluaineriskien vähentämistä. Komissio odottaa jäsenvaltioiden parantavan NAP:jään, jotta saataisiin enempi selvempiä ja mitattavimpia lukuja kasvinsuojeluaineiden aiheuttavista riskeistä. Komissio aikoo uudelleenarvioida tämän tilanteen, ja selvittää asian Parlamentille ja Neuvostolle vuonna 2019 tehdyssä raportissa. (European commission 2017.)

4.4 Muuta huomioitavaa glyfosaatin käytössä EU:n takia

Julkisien paikkojen läheisyydessä glyfosaattivalmisteiden käyttö pitää minimoida, esimerkkinä puistot ja leikkikentät. Glyfosaatin käyttöä viljan pakkotuleennuttamiseen ei EU:n puolesta kielletty, mutta sitä pitäisi vahvasti valvoa. Lisäksi vielä glyfosaattivalmisteet, jotka sisältävät POEA (polyetoksiloitua talialkyyliamiinia) apuainetta on kielletty. (TUKES 2018.)

4.5 Kappaleen yhteenveto

- 1976 glyfosaatti tuli myyntiin Suomessa ensimmäisen kerran.
- 2002 glyfosaatti hyväksyttiin EU:ssa, sitä ennemmin jäsenmaat saivat itse säädellä sitä.
- 2015 IARC julkaisi raportin, jonka perusteella glyfosaatti pitäisi luokitella todennäköisesti syöpää aiheuttavaksi aineeksi.
- 2017-vuoden alussa ECI: n rekisteriin tallennettiin aloite Ban Glyphosate and Protect People and the Environment from Toxic Pesticides.
- Konkreettisesti viljelijätasolla glyfosaatin käyttöön vaikuttava asia on viiden vuoden myyntilupa ja mahdollinen glyfosaatin uudelleenarviointi uusien tutkimuksien johdosta.

5 JUOLAVEHNÄN KEMIKAALITON TORJUNTA

Juolavehnän kemikaaliton torjunta on summa monia eri toimenpiteitä. Kemikaalittomien torjuntakeinojen onnistumiseen vaikuttaa eniten säätekijät ja suorittajan ammattitaito. Kemikaalittomassa torjunnassa keinoina ovat ennakoiva-, suora- ja rikkakasvien kasvua ehkäisevä torjunta. Näiden alalajeihin kuuluvat esimerkiksi mekaaniset torjuntakeinot, mitkä ovat yleisiä luomussa, mutta myös tavanomaisessakin viljelyssä. (Lötjönen ym. 2002, 56.)

Mekaanisessa torjumisessa tärkeintä on häiritä rikkakasvustoa, kun se on kasvanut keskimäärin 12-15 cm korkeaksi, ja ne ovat kolme-neljä lehtisenä. Tällöin kasvi on saavuttanut kompensatiopisteensä ja se alkaa kasvattaa juurakkoaan seuraavaksi, ja tässä vaiheessa sen juuren ravintopitoisuus on alhaisimmillaan. (Jalli & Salonen 2003, 13.) Juolavehnää ja muita juuririkkakasveja torjutaan mekaanisesti sänkimuokkauksella sekä kynnön ja muokkauksen eri yhdistelmillä. Viljelykierto sekä väsyty- ja kuivaustaktiikka ovat lisäksi tehokkaita torjuntakeinoja. (Scheipel 1995, 54.)

5.1 Rikkakasvien ennakoiva torjunta ja suora torjunta

Rikkakasvien ennakoivalla torjunnalla tarkoitetaan, että estetään uusien rikkalajien pääsy pellolle sekä pellon nykyisten rikkojen kasvun ja leviämisen vähentämistä. Rikkakasvien suora torjunta hyötyy tästä, koska sillä saadaan rikkakasvien määrä pidettyä kohtuullisena. Pellon eliöyhteisö ei myöskään vahingoitu liikaa ennakoivien torjuntakeinojen ansiosta. (Hannukkala ym. 1999, 95.)

Rikkakasvuston torjumiseksi tarvitaan ennakoivaa ja suoraa torjuntaa, koska eri rikkakasvilajit sopeutuvat ajan myötä viljelyjärjestelmiin ja säätelykeinoihin. Ennakoiva ja suora torjunta yhdessä estävät yksittäisten lajien runsastumista. Suoralla toiminnalla tarkoitetaan keinoja, jotka säätelevät rikkojen kasvua tai määrää. Suora toiminta ei ole välttämätöntä, jos rikkojen määrä ei ole runsasta. Kuitenkin rikkakasvusto on hyvin sopeutuvainen, joten suorasta toiminnasta ei voi kokonaan luopua. (Hannukkala ym. 1999, 108.)

5.1.1 Rikkakasvien ennakoivan torjunnan keinot

Rikkakasvien ennakoivan torjunnan keinoja ovat viljelykierto, ojitus, viljelyhygienia ja siemenen laatu (Hannukkala ym. 1999, 95–107).

Viljelykierrolla haetaan pitkän aikavälin vaikutusta, koska silloin se vaikuttaa eniten rikkakasvilajistoon. Monipuolinen viljelykierto estää yksittäisen rikkakasvilajin vahvistumista. Hyvässä viljelykierrossa on jokaiselle vuodelle erilaisia viljelykasveja, jotka kestävät eri maanmuokkaustoimintoja ja muita torjuntakeinoja. (Hannukkala ym. 1999, 95.) Viljelykasvuston ollessa vaihtuva ja monipuolinen, eivät olosuhteet ole suotuisia millekään rikkakasville. Lisäksi viljelykierrossa olisi hyvä olla yksi- ja monivuotisia viljelykasveja. (Lötjönen ym. 2002, 56.)

Kasvilaji- ja lajikkeet olisi myös syytä olla vahvat ja kilpailukyvyltään sopivat juolavehnan rinnalle. Tällaisia ominaisuuksia täytyisi olla esimerkiksi aikainen korrenkasvu ja pitkä korsi, koska ne peittävät aikaisin juolavehnan ja varjostavat sitä. (Lötjönen ym. 2002, 58.)

Ojitus oikein ja huolellisesti tehtynä parantaa viljelykasvien kilpailukykyä edistämällä niiden kasvua. Useat rikkakasvit ja erityisesti juolavehna suosivat kosteita kasvupaikkoja. Täten esimerkiksi salaojitus saattaa hillitä sen kasvua, koska pelto ei silloin ole kovin usein niin kostea, että se suosisi juolavehnan hyötykasvin rinnalla. Avo-ojitetun pellon salaojittaminen ehkäisee juolavehnan lisääntymistä, koska peltolohkosta poistuu huomattava määrä piennarta, joissa rikkakasvit sijaitsevat. (Lötjönen ym. 2002, 57.)

Viljelyhygienia jakautuu kahteen osaan, jotka ovat työkoneiden puhtaanapito ja niitetyt pientareet. Rikkakasvit yleisesti leviävät työkoneissa, siemenissä ja lannassa. (Hannukkala ym. 1999, 97–98.)

Työkoneet olisi hyvä puhdistaa siirryttäessä lohkolta toiselle, koska juolavehnan juurakkoa tai siemeniä saattaa olla jäänyt maankokkareisiin (Lötjönen ym. 2002, 56). Taloudellisesti on halvempaa puhdistaa työkoneet siirryttäessä lohkolta toiselle, kuin sitten myöhemmin torjua levinnyttä rikkakasvia kaikilta lohkoilta (Hannukkala

ym. 1999, 97). Hannukkala ym. (1999, 97) vielä lisäävät, että saksalaisessa tutkimuksessa maanmuokkauslaitteet muokatessaan kuljettivat rikkakasvien siemeniä vähintään 23 metriä. Tutkimuksessa traktori kuljetti siemeniä ja juurakoita kauimmaiseksi ja kultivaattorit suurimman määrän.

Hyvin hoidetut pientareet kuuluvat myös viljelyhygieniaan, koska niistä saattaa rikkakasvien siemenet levitä pelloille esimerkiksi tuulen avulla. Varsinkin juolavehnä leviää todella helposti pientareilta pelloille, jos niitä ei ole niitetty. Englantilaisessa tutkimuksessa todettiin siemenien lentävän tuulen mukana jopa 20 metrin päähän pientareelta pellolle. (Hannukkala ym. 1999, 97–98.)

Pientareet tulisi niittää vähintään 1-2 kertaa kesässä viimeistään rikkakasvien kukkimisvaiheessa. Samalla pystytään ehkäisemään ojien pusikoituminen. Rikkakasvit saattavat kuitenkin siirtyä pientareilta pelloille myös kasvullisesti. Kasvullista leviämistä hidastaa useampi niittokerta aikaisessa nuppuvaiheessa. Yleisesti 2-3 kertaa riittää hidastamaan esimerkiksi juolavehnan kasvullista leviämistä. (Lötjönen ym. 2002, 58.)

Siemenen laadulla haetaan, että siemen on sertifioitu, jolloin pystytään saamaan hyvä sato. Sertifioitu siemen on hyvin itävää, joten kasvi pärjää kilpailussa rikkakasveja vastaan, kunhan se aloittaa nopean kasvun. (Evira 2018.) Viljelykasvin siemenen tulisi siis olla hyvin itävä, isokokoinen ja elinvoimainen, että se pystyy kasvattamaan nopeasti peittävän ja vahvan oraan (Rajala 2004, 259). Siemenet tulisi myös lajitella ja puhdistaa huolella, koska kylvösiemenien seassa saattaa esiintyä rikkakasvien siemeniä. Varsinkin juolavehnä leviää helposti nurmensiemenien mukana. (Källander 1993, 267–268.)

5.1.2 Rikkakasvien suoran torjunnan keinot

Suoran torjunnan keinoja ovat yleisesti kaikki muokkaustoimet. Oikein suoritetuilla muokkauksilla voidaan vaikuttaa merkittävästi rikkakasvien esiintymiseen. (Rajala 2004, 260.)

Rikkakasvien suoran torjunnan hallintamenetelmiä ovat kesannointi, rikkaäestys, liekitys, haraus, niitto, kitkeminen, kyntö tai kyntämättä viljely, sänkimuokkauksen ja kynnön yhdistäminen sekä korjaaminen kokoviljasäilörehuna. (Hannukkala ym. 1999, 108–121.)

Maanmuokkaus vaikuttaa ennakoivassa torjunnassa eniten rikkakasveihin. Muokkaamalla saadaan välitön vaikutus kasvavien rikkakasvien taimiin ja niiden juurakoihin. (Hannukkala ym. 1999, 99.)

Maanmuokkauksen merkitys juolavehnälle on saada lopetettua sen yhteyttäminen ja estää juurakoiden silmujen kasvuun lähtö. Maanmuokkauksen tarkoituksena on katkoa ja häiritä juolavehnan kasvullisia osia maan alla, koska Suomen kasvukauden oloissa sillä ei ole niin paljoa merkitystä maan pinnalla tapahtuviin seikkoihin, kuten esimerkiksi kuivumiseen. (Jalli & Salonen 2003, 14.)

Maanmuokkaus saattaa kuitenkin idättää rikkakasvien siemeniä ja kerran pilkottu juurakko alkaa kasvattaa enemmän versoja. Tämän vuoksi muokkaustoimenpiteet tulisi suorittaa useaan kertaan. Jatkuva muokkaus kiihdyttää pellon pieneliötoimintaa, minkä seurauksena monet rikkakasvien siemenet kuolevat. Maanmuokkauksella siis saadaan lisäävä tai vähentävä vaikutus rikkakasveihin ja niiden juurakoihin, riippuen toimenpiteiden suorituskerroista ja suorittajan ammattitaidosta. (Hannukkala ym. 1999, 99.)

Nyky menetelmien lisäksi Kvick-Finn on kehitellyt **juolannostin** -nimisen kultivaattorin, mikä on suunniteltu juolavehnan keväiseen torjuntaan. Laitteen toiminta perustuu hanhenjalkateriin, jotka erottelevat juurakot maankokkareista, ja jättävät ne maan pintaan kuivumaan, kuten kuvasta 1 huomaa. (Alma & Saarinen 2016, 13.)



Kuva 1. Kwick-Finnin juolannostin työssä (Luomulehti 3/2016).

Kesannointi on oikein hoidettuna hyvin tehokas keino matalajuurisiin kestorikkakasveihin. Kesannointi perustuu siihen, että juuririkkakasvit saadaan tuottamaan lisää versoja, johon rikkakasvi käyttää vararavintojaan (kompensaatiopiste). Tämän yhteydessä kasvi muokataan takaisin maahan, ennen kuin se saa täytettyä vararavintojaan. Kesannoimisessa maa siis sekoittuu, mikä lisää pieneliötoimintaa, mutta maan rakenne kuitenkin kärsii tästä toimenpiteestä. (Hannukkala ym. 1999, 108.)

Juolavehnää torjuessa kesannoimalla on viisainta suorittaa **avokesannointi**, joka alkaa jo edellisvuoden syksyn sänkimuokkauksella ja sitä seuraavalla kynnyllä. Kynnen ajankohta pitäisi olla juuri juolavehnän ollessa 3-4 lehtivaiheessa eli kompensatiopisteessä. Kyntöä edeltävällä sänkimuokkauksella juurakko pyritään pilkkomaan mahdollisimman pieniksi palasiksi, jolloin kasvi joutuu käyttämään paljon vararavintoa, jota sillä ei siinä vaiheessa ole uusien silmujen kasvattamiseksi. (Jalli & Salonen 2003, 14.) Avokesannoinnin onnistuminen vaatii äestyskertoja kesän aikana vähintään viidestä kahdeksaan. (Hannukkala ym. 1999, 109.)

Pikakesannointi on myös hyvä torjuntamenetelmä juolavehnää vastaan alkukesällä. Pikakesannointi on lyhyt, juhannuksen liepeillä lopetettava, ja samanlainen kuin pelkkä kesannointi, paitsi se aloitetaan juolavehnän ollessa 1-2 -lehtivaiheella. Edellytyksenä tähän on, että edellisenä syksynä on suoritettu sänkimuokkaus ja pikakesannoinnin jälkeen kylvetään nurmi. Pikakesanto on täyskesannointia parempi vaihtoehto pellon rakenteen ja ravinteiden säästämisen kannalta. (Hannukkala ym. 1999, 110–111.)

Rikkaäestys suoritetaan yleensä viljelykasvin ollessa 2-3 -lehtivaiheella ja se soveltuu vilja- ja perunamaille, mutta myös palkoviljoille. Sään on oltava kuiva toimenpiteitä suorittaessa ja paras teho saadaan, kun rikkakasvi on 0-2 -lehtivaiheella eli sirkkataimivaiheella. Optimiajonopeus olisi hyvä olla 6-8 km/h. (Rajala 2004, 261–262.) Rikkaäestys suoritetaan kylvörievien suuntaisesti, mutta myös ristiin ajo on mahdollista, mikä on tehokkaampaa kuin suora-ajo. Tämän kuitenkin on todettu vioittavan viljelykasvia. (Schepel 1995, 55.) Äestys kannattaa suorittaa vain, jos juolavehnää esiintyy runsaasti, mutta toisaalta jos sitä ei tehdä, niin juolavehnän siemenmäärä lisääntyy merkittävästi. (Rajala 2004, 262.)

Äkeet sopivat isoille pinta-aloille ja lähes kaikille maaperille. Varsinkin raskasta lautasäestä ei haittaa sänki tai oljet toimenpiteitä suorittaessa. Äkeillä on kuitenkin tehtävä monta ajokertaa parhaan tuloksen eli juurakoiden pilkkoutumisen aikaansaamiseksi. (Jalli & Salonen 2003, 16.)

Lapiorullaäes on myös tehokas sänkimuokkaustyökone, koska se katkoo enemmän juolavehnää, kuin kultivaattori tai s-piikkiäes varsinkin kynnetyillä keveillä mailla (Hannukkala ym. 1999, 105).

Sään ollessa pitkään poutainen, on viljelijöiden suotavaa käyttää edukseen kuivustaktiikkaa. Tässä taktiikassa suoritetaan maanmuokkaus äestämällä kahden päivän välein, jolloin juolavehnän juurakot ja juuret saadaan maan pinnalle kuivumaan. Onnistuneen toiminnan edellytyksenä toimenpide on syytä suorittaa juuria pintaan nostavilla äkeellä tai kultivaattorilla ja ettei niiden perässä ole jyrää tai jälkiäestä. Tämä toimenpide vaikuttaa paljon juolavehnän kasvukykyyn kuivalla säällä. (Lötjönen ym. 2002, 75.)

Harauksella, eli yleisesti käytettynä riviväliharauksella, peitetään mullalla siemenriikat ja tämä leikkaa myös niiden juuria (Hannukkala ym. 1999, 116). Haraus on tehokas torjuntamenetelmä, mutta kesän ollessa kostea, on harauksen teho pieni verrattuna muihin torjuntamenetelmiin (Schepel 1995, 57). Juolavehnän torjunta harauksella on syytä aloittaa jo ennen kasvien kompensatiopistettä ja toistaa se 2-3 kertaa kasvukauden aikana. Tämä perustuu kestorikkakasvien tehokkaaseen uudelleenjuurtumiseen. (Lötjönen ym. 2002, 78.)

Niitto tekee saman juolavehnälle, kuin maan muokkaaminen, eli se väsyttää sitä. Niiton jälkeen juolavehnä joutuu käyttämään vararavintoja juurakostansa. Edellytyksenä tähän on, että niitto toistuu tarpeeksi usein. Lopullisesti nääntyneet rikkakasvit kuolevat kyntöön tai kilpailuun viljelykasvuston kanssa. (Hannukkala ym. 1999, 118–119.) Niittojen suoritusväli ei saisi olla enempää, kuin 2-4 viikkoa, jos juolavehnän juurakkoa on aikeissa heikentää. Niittojen tiheydellä ei kuitenkaan käytännössä ole vaikutusta tehokkaasti juolavehnän torjunnassa. (Jalli & Salonen 2003, 14.)

Kitkeminen estää rikkakasvien siementen pääsyn maahan, ja se voi olla merkittävä tekijä pitemmällä aikavälillä. Kitkemisessä rikkakasvit revitään maasta juurineen ja kerätään talteen pellolta, etteivät niiden siemenet pääse leviämään.

Optimaalinen kitkemisajankohta on ennen kuin rikkakasvien siemenet ovat valmiita varisemaan maahan. Kitkeminen on kuitenkin järkevintä suorittaa vain, jos rikkakasveja esiintyy pienellä alueella ja tiheästi, koska muuten se on työläs ja pitkäkestoinen menetelmä. (Hannukkala ym. 1999, 120.)

Kyntö on tehokas torjuntamenetelmä juolavehnää vastaan, koska se hidastaa sen kehitystä ja hautaa suurimman osan sen siemenistä syvälle maahan, josta ne eivät pysty nousemaan elinvoimaisina takaisin maan pinnalle. Kyntö vaikuttaa myös maan pintakerroksissa oleviin juurakon paloihin varsinkin raskailla maalajeilla. Maalajin ollessa kevyt, pystyvät juolavehnän juurakot kuitenkin kasvamaan nopeasti kyntöviilujen väleistä takaisin maan pintaan.

Kyntäminen saattaa nostaa pintaan vanhoja juurakon paloja ja elinkelpoisia juolavehnän siemeniä. Kyntö siis pelkästään ei riitä hillitsemään juolavehnää, vaan se

tarvitsee rinnalleen muitakin viljelytekniisiä toimenpiteitä. (Lötjönen ym. 2002, 60–61.)

Kyntöauran eri säädökset kannattaa säätää siten, että viilut sulkeutuisivat mahdollisimman tiiviisti, ettei juolavehnä pääse kasvamaan niiden väleistä takaisin maan pinnalle (Lötjönen ym. 2002, 61). Gummessonin & Svenssonin (1973) Tutkimuksissa esiauroilla varustettu kyntöaura vähensi juolavehnamäärää 30 % ja kaksikerrosauroilla varustettu jopa 80 %. Molemmat aurat ovat tutkijoiden mukaan syytä sisällyttää toimenpiteisiin. (Lötjönen ym. 2002, 61.)

Kyntämättä viljely on myös yksi vaihtoehto, joka saattaa ehkäistä juolavehnan leviämistä. Kyntämättä viljely tuo rikkakasvien siemenet lähemmäs maan pintaa, josta ne ovat helposti ja nopeasti hävitettävissä. Toisaalta kun juurakkoa tai juurta ei häiritä, mikä on edellytys monien rikkakasvien tehokkaaseen ja nopeaan kasvuun lähtöön. Maalajin ollessa kevyt, juolavehnä kuitenkin hyötyy kyntämättä viljelystä enemmän, kuin maalajin ollessa savi- tai hiesumaata. (Lötjönen ym. 2002, 62.)

Sänkimuokkauksen ja kynnön yhdistäminen saattaa olla vaihtoehtoinen torjuntakeino, koska siinä ei käytetä vain yhtä muokkausmenetelmää, vaan se on kahden tehokkaan maanmuokkaustoimenpiteen summa.

Suomen oloissa lämpimät ja kuivat kaudet syksyllä ovat harvinaisia, joten juolavehnan torjumisen ei voi perustua juurakoiden kuivuttamiseen maanpinnalla. (Lötjönen ym. 2002, 63.) Lötjönen ym. (2002, 63) kertovat myös, että tehokkaampi tapa juolavehnan torjumiseen on maata muokkaamalla heikentää juolavehnan juurakkoa, jonka jälkeen kyntää heikentynyt juurakko syvälle maahan. Tämä perustunee Fogelforssin ja Boströmin (1998) kokeeseen. Kokeessa vertailtiin sänkimuokkauksen ja kynnön vaikutusta rikkakasveihin. Koe kesti kahdeksan vuotta, ja se tehtiin Etelä- ja Keski-Ruotsissa.

Suomen oloissa tehdystä kokeesta Lötjönen ym. (2002, 65) kirjoittivat Salosen (1992) tekemästä kokeesta, jossa ennen kyntöä tehty sänkimuokkaus torjui peräti 80 % juolavehnästä, kun tätä toimenpidettä jatkettiin kahtena peräkkäisenä kuivana syksynä. Salosen kokeesta ilmenee myös, että sänkimuokkaukseen sopii parhaiten lapiorullaäes, tai pintaan säädetty kultivaattori.

Kokoviljasäilörehun aikainen korjaaminen vähentää pitkäkasvuisten tai myöhään taimettuvien rikkojen määrää huomattavasti. Tämä perustuu rikkakasvien siemien varisemisen estämiseen puintivaiheessa. Korjuu tulisi siis tehdä noin kaksi viikkoa ennen varsinaista sadonkorjuuta, jolloin rikkakasvien siemenet eivät varise niin helposti maahan. (Hannukkala ym. 1999, 121.)

5.2 Biologinen torjunta

Rikkakasveilla biologisessa torjunnassa hyödynnetään kasvien luontaisia vihollisia, jotka ovat enimmäkseen hyönteisiä, sieniä, viruksia ja bakteereja. Torjuntakeinot luokitellaan kolmeen päätyyppiin, jotka ovat klassinen torjunta, bioherbisidimenne-
telmä ja täydellinen kasvuston torjunta. (Lötjönen ym, 2002. 83.)

Nimenomaan juolavehnän torjunnalle ei kuitenkaan ole käsitteleviä julkaisuja, eikä tälle ole kehitelty biologista torjuntaohjelmaa. Ohjelmien puuttumisen syynä voi olla se, että juolavehnän kasvitaudit ovat yhteisiä viljoille. (Lötjönen ym. 2002, 86.) Lötjönen on kuitenkin selvittänyt, että juolavehnällä on omiakin kasvitautia, esimerkiksi rukiin korsinoen *Tubercinia agropyri*. Lötjönen mainitsee myös, että juolavehna on erittäin arka härmälle, ja heikkoutta ei ole hyödynnetty tarpeeksi.

6 JUOLAVEHNÄN KEMIALLINEN TORJUNTA

Laajalti levinnyttä juolavehnää on nykyään helpointa torjua kemiallisesti. Juolavehnän levittäytymisen syynä on myös leveälehtisten rikkakasvien yleistynyt kemiallinen torjunta ja kasvinjalostajien markkinoille tuomat uudet lyhytkortisemmat kasvilajikkeet, joiden kilpailu- ja varjostuskyky juolavehnää vastaan on huono. (Lötjönen ym. 2002, 41–42.)

Ensimmäiset kemiallisen torjunnan vaihtoehdot juolavehnälle tulivat 1970-luvulla, joita olivat TCA, maleinihydratsidi ja amitroli. Aikojen saatossa on kehitelty ekologisempia kasvinsuojeluaineita ja ne ovat jaoteltavissa kahteen luokkaan. Ne ovat valikoivat ja valikoimattomat kasvinsuojeluaineet. (Lötjönen ym. 2002, 41–42.)

6.1 Valikoivat kasvinsuojeluaineet

Valikoivat kasvinsuojeluaineet tulivat Suomen markkinoille 1980-luvun alussa (Lötjönen ym. 2002, 42). Niiden toimintatapa perustuu eri happojen toiminnan vaikutuksiin useimmiten kasvin lehdissä, ja sitä myötä kasvi kuolee (Jalli & Salonen 2003, 24). Onnistuneella valikoivalla kemiallisella torjunnalla voidaan saavuttaa monivuotinen tulos (Jalli & Salonen 2003, 4).

Valikoivaa kemiallista torjuntaa käytettäessä on juolavehnän kehitysaste oltava 4-6-lehtivaiheessa, juuri ennen kuin juurakoiden silmuista on puhkeamassa uusia juurakon alkuja, ja kasvuston on oltava 20-30 cm korkea. Ilman on oltava lämmin, jotta saadaan paras teho, koska viileä sää hidastaa tehoaineiden imeytymistä. Maan on oltava kostea ja ilman suhteellisen kosteuden vähintään 70 %. Käsittelyajankohta olisi hyvä sijoittua aamulle, jolloin aamukaste on kuivunut. (Jalli & Salonen 2003, 27.)

Torjunta-aineita tulisi käyttää ohjeessa mainittu määrä, sillä käyttömäärän laskiessa saatu hyöty katoaa ja juolavehnää alkaa pian ilmestyä uudelleen sekä sen resistenssi torjunta-aineita kohtaan on kasvanut. Käyttömäärän laskeminen on suotavaa vain erittäin edullisissa olosuhteissa. (Lötjönen ym. 2002, 55.)

6.2 Valikoivien kasvinsuojeluaineiden yleisimmät tehoaineet

Aryylifenoksi-*propionihapot* ovat happoja tai estereitä, mitkä kasvin yhteyttämis- tuotteiden kerääntymispaikkoihin päästyään, estävät auksiinien ja koentsyymi A:n toiminnan. Tämän seurauksena kasvi ei pysty muodostamaan solukalvon lipidejä, jolloin sen lehdet alkavat ruskettua ja vähitellen kuolla. Juolavehnä kuitenkin sitkey- tensä vuoksi kilpailee tämän käsittelyn jälkeen viljelykasvin kanssa vielä 10-22 päi- vää maan vesivaroista. (Jalli & Salonen 2003, 24.)

Aryylifenoksi-*propionihappojen* tehoaineita ovat fluatsifoppi-P-butyyli, kvitsalofoppi- P-etyyli, propakvitsafoppi ja haloksifoppi-etyyli (Jalli & Salonen 2003, 25–26). Esi- merkkeinä näiden tehoaineiden kauppavalmisteita ovat Fusilade Max ja Pilot Ultra. Kauppavalmisteita kestäviä hyötykasveja ovat kevät- ja syysrypsi ja -rapsi, peruna, apila, herne, kuitu- ja öljypellava sekä monet juurekset ja vihannekset.

Sykloheksenomit ovat vaikutukseltaan aryyllifenoksi-*propionihappojen* tapaisia, eli niissäkin vaikutus perustuu koentsyymi A:n toiminnan estämiseen ja rasvahappojen muodostumisen loppumiseen. Syksiheksenonien, setoskidiimin ja kletodiimin tehot juolavehnään ovat kuitenkin heikompia, kuin esimerkiksi aryyllifenoksi-*propionihap- pojien*. (Jalli & Salonen 2003, 26.)

Sykloheksenomien tehoaineta ovat setoksidiimi, sykloksidiimi ja kletodiimi (Jalli & Salonen 2003, 26). Esimerkkeinä näiden tehoaineiden kauppavalmisteista ovat Stratos Ultra ja Select plus. Kauppavalmisteita kestäviä hyötykasveja ovat juurik- kaat, juurekset, peruna, rypsi, rapsi ja herne.

Sulfonyyliureat ovat haaroittuneiden aminohappojen synteesien pysäyttäjiä. Ne estävät asetolaktaasientsyymiin (ALS) muodostumisen, jonka johdosta isoleusiinin, leusiinin ja valiinin synteesi loppuu. (Lötjönen ym. 2002, 54.)

Sulfonyyliureoiden tehoaineita ovat sulfosulfuroni, rimsulfuroni ja pirimisulfuron- methyl (Jalli & Salonen 2003, 27). Esimerkkinä näiden tehoaineiden kauppavalmis- teista on Monitor. Kauppavalmistetta kestäviä hyötykasveja ovat vehnä ja peruna.

6.3 Valikoimaton kasvinsuojelu

Paras vaikutus juolavehnälle saadaan glyfosaattivalmisteista, eli totaaliherbisideistä. Glyfosaatti on tullut Suomen markkinoille jo 1976-luvulla ja se yleistyi todella nopeasti juolavehnän torjunta-ainemarkkinoilla. 1990-luvulla se olikin jo arvotaan merkittävin tehoaine rikkakasvien torjunnassa Suomessa. (Jalli & Salonen 2003, 4.)

Glyfosaatin vaikutustapa perustuu siihen, että se estää enolipuryvyili-3-fosfaatin synteesissä tarvittavan entsyymien toiminnan, jolloin kasvin hengitys ja fotosynteesi hidastuvat vähitellen, koska kolmen aromaattisten aminohappojen, fenyylialaniinin, tryptofaanin ja tyrosiinin muodostuminen on estynyt. Glyfosaatti kulkeutuu juolavehnään juurakon kärjistä kasvavien versojen välityksellä. Mitä väkevämpää glyfosaattivalmiste on, sitä parempi teho siinä on. (Jalli & Salonen 2003, 18.)

Tehokkain hetki käyttää glyfosaattia juolavehnän torjuntaan on kompensatiopisteen saavuttamisen jälkeen 3-4-lehtiasteella, kun juolavehnän ravinteiden suunta kääntyy versoista juurakkoon. (Jalli & Salonen 2003, 18.)

Paras teho glyfosaatilla saavutetaan samalla kun käsitellään kesantoa. Kuukauden kuluttua glyfosaattikäsittelystä tehtävä syvä kyntö edistää torjuntavaikutusta enemmän, kuin matala kyntö. Myöhemmin suoritettu kyntö myös tehostaa glyfosaatin vaikutusta enemmän kuin aikaistettu, varsinkin syksyllä juolavehnän kehityksen ollessa 4-6 -lehtivaiheella. Vaikutus tehostuu vioittamalla juolavehnän lehtiä ennen ruiskutusta esimerkiksi jyräämällä, jolloin glyfosaatti imeytyy helpommin ja käyttömäärää voidaan pienentää. (Jalli & Salonen 2003, 19–20.)

Optimiolot juolavehnää torjuttaessa glyfosaatilla eroavat hieman valikoivien torjunta-aineiden oloista. Esimerkiksi ilman suhteellinen kosteus on oltava jopa 85 - 95 %, jotta glyfosaatti imeytyisi paremmin, eikä haihdu ilmaan. Vuorokauden ajalla ei ole väliä, kunhan se sijoittuu tyynelle säälle, eikä sadetta ole tulossa 3 - 6 tuntiin, kantoaineesta riippuen. (Lötjönen ym. 2002, 50.)

Sään on myös oltava lämmin, koska viileässä glyfosaatin imeytyminen hidastuu. Kuitenkin käsittely lievän pakkasen jälkeen on todettu tehostavan glyfosaatin vaikutusta, jos ruiskutukseen ei ole lisättyä ammoniumsulfaattia. (Jalli & Salonen 2003, 19–20.)

Veden määrä glyfosaattiseoksessa on oltava vähäinen ja sen laatu pehmeää alumiini- ja kalsiumsuolavapaata. Rauta, alumiinisuolat ja kalsium heikentävät glyfosaatin vaikutusta, koska metalli-ionit yhdistyvät glyfosaattiin luoden kompleksin, jolla ei ole glyfosaatin tehoa. (Jalli & Salonen 2003, 19–20.)

Glyfosaatti itsessään ei vaikuta juolavehnään ilman pinta-aktiivisia lisäaineita. Lisäeli kiinnikeaineita käytettäessä pienenee torjunta-aineen käyttömäärä jopa 25 %, ja sateenkestävyys parantuu ja huuhtoutumisvaara laskee. Kiinnitteet myös estävät, ettei vesi vaikuta glyfosaatin tehokkuuteen ja se imeytyy nopeasti. (Jalli & Salonen 2003, 22.) Kiinnikkeen kanssa ruiskutettuna glyfosaatin imeytyminen kestää noin neljä tuntia (Lötjönen ym. 2002, 49).

Glyfosaatin hajoaminen maassa tapahtuu pääosin maamikrobien avulla biologisesti. Jäämiä glyfosaattikäsittelystä voidaan löytää kolmen vuoden jälkeenkin kemiallisella analyysillä. Glyfosaatilla on merkittävä estovaikutus maaperässä elävien hyönteisiä tappavien loissienten itiötuotantoon sekä kasvuun. Jäämät saattavat joutua glyfosaatin nopeasta sitoutumisesta maahan, mikrobiologisesta tai kemiallisesta hajaantumista ja kasvin glyfosaatinottokyvyn puuttumisesta. Sitoutuminen maahan on vaihtelevaa maalajeittain. Glyfosaatin sitoutuminen vähenee maaperän happamuuden laskiessa tai lisättäessä siihen fosfaattia. Fosfaatinkin sitoutuminen kuitenkin on vaihtelevaa maalajeittain. (Jalli & Salonen 2003, 22.)

7 TORJUNTAKEINOJEN VERTAILUA JA MITEN TEHOKKAITA ERI TORJUNTAKEINOT OVAT JUOLAVEHNÄÄ VASTAAN

Juolavehnää vastaan kehitellyt torjuntakeinot tukevat toisiaan ja jokainen oikein suoritettu toimenpide hillitsee juolavehnän kasvua ainakin osittain. Tähän kappaleeseen olemme valinneet mielestämme tehokkaimmat torjuntakeinot ja vertailemme niitä ja pohdimme, kuinka tehokkaita ne ovat juolavehnää vastaan.

Vaikuttavin merkitys saattaa olla **ennakoivilla torjuntakeinoilla**, koska ne vaikuttavat myöhemmin suoritettaviin torjuntakeinoihin työtä säästävästi sekä auttavat hillitsemään juolavehnää jo alkuvaiheessa. Esimerkiksi viljelykierron huolimaton suunnittelu saattaa lisätä juolavehnän voimistumista, mikä taas aiheuttaa siten enemmän työtä myöhemmin, kuin se, että viljelykierto olisi suunniteltu hyvin, ettei se tue juolavehnän kehitystä millään tavalla. Viljelyhygienia on myös tärkeä ennakoiva torjuntakeino, ettei juolavehna pääse leviämään.

Suorat torjuntakeinot ovat yleisesti kaikki muokkaustoimenpiteet. Ne eroavat ennakoivista torjuntakeinoista, koska niissä päästään välittömästi vaikuttamaan rikkasveihin pelloilla.

Juolavehnän juurakon pilkkominen mahdollisimman pieniin palasiin on tavoiteltavaa suorassa torjunnassa, ja se onnistuu parhaiten mekaanisesti erilaisilla muokkausvälineillä, esimerkiksi kelajyrsimellä tai lautas- ja lapiorullaäkeellä. Myös juolannostin on mielestämme ainakin teoriassa tehokas kohdistettu torjuntaväline, ja sen käyttö saattaa yleistyä jatkossa. Muokkausvälineiden huono puoli on juolavehnän siemenien uhka levitä niiden mukana, jos koneita ei puhdisteta tarpeeksi hyvin siirryttäessä lohkolta toiselle.

Mekaaniset torjuntakeinot oikein suoritettuina ovat juolavehnää vastaan toimiva ratkaisu, tietenkin tietyissä olosuhteissa. Varsinkin kestorikkakasville eli juolavehnälle sen juurakoiden kompensatiopisteen hyödyntäminen on erittäin suotavaa. Torjuminen vain vaatii aktiivisuutta ja taitoa suorittaa toimenpiteet oikeaoppisesti sekä niin, ettei viljelykasvi vahingoitu. Jos mekaanisia torjuntakeinoja käytetään väärin,

esimerkiksi kyntö suoritetaan siten, ettei juolavehnän juurakot hautaudu tarpeeksi syväälle, ei sillä ole tehokasta vaikutusta ja toimenpide osoittautuu turhaksi.

Aineistoja tutkimalla, pohtimalla ja maatalousyrittäjien kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen tulimme siihen tulokseen, että paras mekaaninen torjuntakeino juolavehnää vastaan on kyntäminen oikein suoritettuna, eli riittävän syvältä ja viilut sulke-malla. Toisaalta kaikki sellaiset torjuntakeinot, jotka väsyttävät, pilkkovat ja häiritse-vät juolavehnän juurakkoa, ovat tehokkaita sen torjunnassa.

Kemiallisessa torjunnassa hyödyt ovat välittömät. Niiden käyttö on myös helpom-paa ja työtaakkaa säästävämpää kuin esimerkiksi mekaaniset torjuntakeinot. Kui-tenkin EU:n vaikutus kemiallisten tehoaineiden käytössä luultavasti kiristyy tulevai-suudessa, joten viljelijöiden on syytä miettiä muitakin torjuntakeinoja niiden ohelle.

Suurin osa torjuntakeinoista on tehokkaita juolavehnää vastaan, jos ne suoritetaan oikein ja suorittaja tietää mitä, ja miten ne tehdään. Esimerkiksi ennakoivat torjun-takeinot helpottavat työtaakkaa mekaanisien torjuntakeinojen käytössä myöhem-min. Myös kemiallisien torjuntakeinojen kohdalla ei tarvitse käyttää niin paljoa teho-aineita tai ollenkaan, jos ennakoivat torjuntakeinot on suoritettu oikein. Ennakoivalla torjunnalla on siis lopulta suuri merkitys juolavehnän esiintymiselle tai sen kasvun ja leviämisen ennaltaehkäisylle. Uskomme ennakoivan torjunnan olevan paras tor-juntakeino juolavehnää vastaan, jos kemiallista torjuntaa ei oteta huomioon.

Tästä voidaan siis päätellä, että mekaanisessa torjunnassa niiden suorittajan täytyy olla kokenut ja taitava hallitsemaan erilaiset muokkaustoimenpiteet ja olla tietoinen juolavehnän heikkouksista. Kuten kemiallisessakin torjunnassa suorittajan tulee olla tietoinen käyttömääristä ja ajankohdasta, että toimenpiteestä hyötty mahdollisim-man paljon ja se on tehokkainta juolavehnän torjumisessa.

8 ONKO GLYFOSAATTI TALOUDELLISESTI KANNATTAVIN VAIHTOEHTO JUOLAVEHNÄN TORJUNNASSA?

Opinnäytetyömme yksi tutkittava osa on selvittää, onko juolavehnää mahdollista torjua onnistuneesti muilla torjuntakeinoilla sekä onko se taloudellisesti kannattavaa. Tässä kappaleessa tutkimme laskemalla eri juolavehnän torjunnasta aiheutuvia kustannuksia, ja vertailemme, mikä on taloudellisesti kannattavinta sen torjuntaan.

8.1 Menetelmät ja toteutus

Juolavehnän eri torjuntamenetelmien taloudellinen vertailu perustuu 100 ha esimerkkimaatalousyritykseen. Tilan tuotantosuunta on kasvinviljely ja tilan lohkoilla esiintyy juolavehnää. Käytämme vertailussa kolmea eri kasvinsuojelutapaa, jotka ovat valikoivat kasvinsuojeluaineet + glyfosaatti, pelkästään valikoivat kasvinsuojeluaineet ja kolmantena kemikaaliton kasvinsuojelu. Tehoaineet ovat eriteltyinä valikoiviin ja valikoimattomiin, jossa valikoivia kasvinsuojeluaineita ovat Targa super 5SC ja Ariane S. Valikoimattomista eli glyfosaattipohjaisista kasvinsuojeluaineista valitsimme yhden mielestämme tehokkaimman, joka on Roundup Ace. Tilan viiden vuoden viljelykierrot esimerkkimaatalousyrityksessä on suunniteltu monipuolisiksi ja sopiviksi tavanomaiseen sekä luomuviljelyyn (taulukko 1).

Laskelmiin ei ole otettu mukaan kylvöstä sekä puinnista aiheutuvia kustannuksia, mutta kaikki muut peltotyövaiheiden kustannukset ja torjunta-ainemenekit. Laskentapohjana on Excel -ohjelma ja lisäksi käytämme TTS- manager -sovellusta, jonka avulla pystymme laskemaan työmenekkejä. Laskelmissa hinnat ja muut kustannukset ovat ilman arvolisäveroa (ALV 0%). Tulokset ovat laskettuna kaikkien kustannusten ja menekkien keskiarvolla viiden vuoden ajalta.

Taulukko 1. Esimerkkimaatalousyrityksien lähtötiedot.

Maatalousyrityksen tiedot (yleiset)				Tilat ja (viljelytavat)					
Tuki-alue	C1			Tila 1 Valikoivat + Glyfosaatti	Tila 2 Valikoivat			Tila 3 Luomu	
Pelto-ala	100	ha		(Viljelytapa 1)	(Viljelytapa 1)			(Viljelytapa 1)	
Maalaji	Hht			Kyntö (syksy)	Sänkiäestys 1 (syksy)	Kultivaattori		Kyntö (syksy)	
Työvoima	4			Äestys (kevät)	Kyntö (syksy)			Äestys	
Lohkoväli (säde)	100,00	m		Kylvö	Äestys			Kylvö	
	15000,00	m		Ruiskutus	Kylvö			Rikkaäestys	
Työkoneet (yleiset)				Puinti	Ruiskutus			Puinti	
Traktori	MF 7720	Rikkaäes	Carre sarclers 9m 5	Glyfosaatti (syksy)	Puinti			Sänkiäestys 1 (syksy)	Lautasäes
Ruisku	Amazone UF 1801							Sänkiäestys 2 (syksy)	Lautasäes
Kyntöaura	Kverneland 2500S i-Plough								
Äkeet	Kverneland Tiger			(Viljelytapa 2)	(Viljelytapa 2)			(Viljelytapa 2)	
Kultivaattori	Kverneland CLC Pro Classic			Kultivointi (syksy)	Kultivointi (kevät)			Äestys (kevät)	
Lautasäes	Amazone Catros+ 6002-2TS			Äestys (kevät)	Kylvö			Kylvö	
Työkoneiden tiedot				Kylvö	Ruiskutus			Rikkaäestys	
Traktori	185 hp			Ruiskutus	Puinti			Puinti	
Ruisku	24m	1950L		Puinti	Sänkiäestys 1 (syksy)	Lautasäes		Sänkiäestys 1 (syksy)	Lautasäes
Kyntöaura	30-60	4-6.		Glyfosaatti (syksy)	Sänkiäestys 2 (syksy)	Lautasäes		Sänkiäestys 2 (syksy)	Kultivaattori
Äkeet	8m								
Kultivaattori	5m								
Lautasäes	6m								
Lohkojen määrä ja koot				Viljelykierrot					
Määrät	Pinta-ala (ha)	Yht. ha	Lohkovälit (m)	Tila 1 Valikoivat + glyfosaatti	Tila 2 Valikoivat			Tila 3 Luomu	
1	12	12	100	Laji	Vuosi	Laji	Vuosi	Laji	Vuosi
3	8	24	350	Ohra	1 Ohra			1 Ohra	1
5	6	30	550	Herne	2 Herne			2 Ohra	2
3	3	9	1500	Kaura	3 Kaura			3 Herne	3
10	1,5	15	3500	Rypsi	4 Rypsi			4 Kaura + Apila	4
	1	0	8500	Vehnä	5 Vehnä			5 Apila 2	5

Kiinteät kustannukset koostuvat poisto-, korko-, säilytys- ja vakuutus-kustannuksista. Muuttuvat kustannukset eli palkka-, polttoaine-, voitelu- ja kunnossapitokustannukset ovat otettu myös huomioon. Polttoöljyn hinta on otettu TTS-kone-sovelluksesta. Polttoaineen kulutukset ovat keskimääräisiä eri peltotöihin liittyen, eikä niissä ole otettu huomioon sen kulutukseen vaikuttavia muita tekijöitä, esimerkiksi pellon kosteutta, työkoneiden säätöä tai kuljettajan ajotapaa. Traktorin ja työkoneiden hinnat ovat jälleenmyyntihintoja, jotka ovat myös TTS-koneen suosittelomia. Kunnossapitokustannukset on laskettu mukaan traktorissa ja työkoneissa vuosittain. Taulukossa 2 on eriteltyä ensimmäisen tilan ja sen ensimmäisen viljelytavan konekustannuksia.

Taulukko 2. Tila 1 viljelytapa 1, konekustannukset.

Tila 1 Viljelytapa 1 konekustannukset					
Kiinteät kustannukset	Korkokustannus e/v	Poistokustannus e/v	Säilytyskustannus e/v	Vakuutuskustannus e/v	Yht v
Traktori	3810	8257	530	453	13050,00
Muuttuvat kustannukset	Polttoainekustannus e/v	Voiteluainekustannus e/v	Kunnossapitokustannus e/v	Palkkakustannus e/v	Yht v
Traktori	1596	70	3153	3986	8805,00
Kiinteät + muuttuvat Yht.					21855,00
Kustannuserittely	Korkokustannus e/h	Poistokustannus e/h	Säilytyskustannus e/h	Kunnossapitokustannus e/h	Kustannukset yht.
Kasvinsuojeluruisku	13,45	44,82	10,63	26,89	95,79
Rikkaäes					
Lautasäes					
Kultivaattori					
Kyntöaura	8,13	32,53	2,83	16,26	59,75

8.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Esimerkkilaskelmat on tehty täysin teoreettiselta pohjalta ja laskelmiin on otettu mukaan vain juolavehneään vaikuttavat toimenpiteet. Tämän lisäksi tuloksia tarkastessa pitää ottaa huomioon, että esimerkiksi vaihtelut vuosittaisissa luonnonoloissa, satotasoisissa ja kasvinsuojeluaineiden tehoissa ei ole mukana laskelmissa mitenkään, samoin arviot siitä, onko kasvinsuojeluaineiden käyttö edes tarpeellinen joka-vuotisena toimenpiteenä malliesimerkeissä.

Taulukossa 3 esitämme ensimmäisen tilan molempien viljelytapojen vuosikustannukset. Taulukosta huomaa, että kynnön ja kultivoinnin vuosikustannukset ovat melkein samat, vaikka kultivoinnin työmenekki on huomattavasti alempi. Tästä voidaan pohtia kultivaattorin käytöstä saatuja hyötyjä kustannuksiin. Laskentatapamme osoittaa myös, että nopeasti suoritettavat työvaiheet antavat edullisemman tuloksen kuin runsaasti aikaa vaativat, mutta nopeiden työvaiheiden torjuntateho ei välttämättä ole riittävä. Edelleen kaavamainen laskelmamme pitää sisällään sekä kemiallista torjuntaa että mekaanista, vaikka torjuntateho olisi mahdollisesti saavutettavissa vähemmälläkin. Tätä voidaan myös ajatella toisinpäin. Jos tilalla muutenkin käytetään kasvinsuojeluaineita, onko kasvinsuojelua kannattavaa enää hoitaa mekaanisesti?

Taulukko 3. Tila 1, viljelytavat 1 ja 2. Juolavehnan torjunnassa huomioitujen kustannukset yhteensä.

Tila 1 Viljetapa 1 kustannukset yht.			
Työ	h/v	Kustannukset	Torjunta-ainekustannus
Kyntö	108,52	6483,83	
Ariane S 5L	14,66	1404,47	1099,20
Targa super 5SC 5l	9,55	914,60	1930,50
Roundup Ace 15L	23,76	2275,97	1891,04
Traktorin käyttö yht. vuodessa		21855,00	
Kust. Yht.			37854,62
Tila 1 Viljetapa 2 kustannukset yht.			
Työ	h/v	Kustannukset	Torjunta-ainekustannus
Kultivointi	39,49	6286,96	
Ariane S 5L	14,66	1404,47	1099,20
Targa super 5SC 5l	9,55	914,60	1930,50
Roundup Ace 15L	23,76	2275,97	1891,04
Traktorin käyttö yht. vuodessa		19452,00	
Kust. Yht.			35254,75

Taulukon 4 esimerkkimaatiloilla juolavehnan torjuntaan glyfosaatin sijaan mekaanisilla keinoilla. Tästä huomaa, että kustannukset nousevat huomattavasti kemialliseen juolavehnan torjuntaan verrattuna. Syynä on lisääntyvä koneiden käyttö ja siitä aiheutuvat kustannukset.

Taulukko 4. Tila 2, viljelytavat 1 ja 2. Juolavehnan torjunnassa huomioitujen kustannukset yhteensä.

Tila 2 Viljetapa 1 kustannukset yht.			
Työ	h/v	Kustannukset	Torjunta-ainekustannus
Kultivointi	39,48	6288,62	
Kyntö	108,04	6483,48	
Ariane S 5L	14,66	2839,00	1099,20
Targa super 5SC 5l	9,06	1755,06	1930,50
Traktorin käyttö yht. vuodessa		22389,00	
Kust. Yht.			42784,86
Tila 2 Viljetapa 2 kustannukset yht.			
Työ	h/v	Kustannukset	Torjunta-ainekustannus
Kultivointi	39,49	6288,94	
Lautasvuokraus	69,88	7422,65	
Ariane S 5L	14,66	2839,00	1099,20
Targa super 5SC 5l	9,06	1755,06	1930,50
Traktorin käyttö yht. vuodessa		21010,00	
Kust. Yht.			42345,35

Viimeisempänä esimerkkimaatalousyrityksessä kehitimme tilan, jossa ei käytetä lainkaan kasvinsuojeluaineita, vaan kasvinsuojelu hoidetaan mekaanisesti ja viljelykierrolla (Taulukko 5). Taulukoita 3 ja 5 tarkasteltaessa on nähtävissä, että kustannukset ovat lähestulkoon samat molemmissa menetelmissä.

Taulukko 5. Tila 3, viljelytavat 1 ja 2. Juolavehnan torjunnassa huomioitujen kustannukset yhteensä.

Tila 3 Viljetapa 1 kustannukset yht.			
Työ	h/v	Kustannukset	
Kyntö	87,14	6483,22	
Rikkaäestys	15,49	1206,52	
Lautasvuokraus	55,90	7422,93	
Traktorin käyttö yht. vuodessa		21929,00	
Kust. Yht.			37041,67
Tila 3 Viljetapa 2 kustannukset yht.			
Työ	h/v	Kustannukset	
Rikkaäestys	15,49	1206,20	
Kultivointi	31,92	6287,92	
Lautasvuokraus	27,95	7422,93	
Traktorin käyttö yht. vuodessa		18925,00	
Kust. Yht.			33842,06

9 TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO KYSELYSSÄ

9.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa pyritään yleistämään. Tutkimuksessa kysytään kohdejoukolta tutkimukseen liittyviä kysymyksiä ja sen jälkeen vastauksia eli aineistoa käsitellään tilastollisin menetelmin. (Kananen 2008, 10.)

Kvantitatiivinen tutkimus perustuu mittaamiseen, joka tavoittelee perusteltua, tutkittua sekä yleistettävää tietoa, sekä positivismiin, jossa korostuu tiedon perustellavuus, luotettavuus ja yksiselitteisyys. (Kananen 2008, 10.) Aineisto kerätään kysymyksillä ja niissä on pyritty huomioimaan, että vastaaja ymmärtää kysymykset oikein, vastaajalla on kysymysten edellyttämä tieto ja vastaaja haluaa antaa kysymykseen liittyvän tiedon (Kananen 2008, 25).

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa käytetään tiedonkeruumenetelminä esimerkiksi haavainnointia, haastatteluja ja tekstianalyysejä. Kvantitatiivisessäkin tutkimuksessa voidaan tiedonkeruumenetelminä käyttää haastatteluja, mutta kysymykset poikkeavat kvalitatiivisesta siten, että ne ovat valmiiksi strukturoituja ja avoimia, ja niillä halutaan selvittää esiintymistiheyksiä eri ominaisuuksilla tai yhteyksillä. Toisin kuin kvantitatiivinen, kvalitatiivinen tutkimus perustuu eksistentiaalis-fenomenologis-hermeneuttiseen tieteenfilosofiaan. (Kananen 2008, 11.)

Valitsimme tutkimusmenetelmäksi kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen, koska laatimamme kysymykset ovat tilastollisesti analysoitavissa mittauksilla. Tiedonkeruumenetelmä myös sopii paremmin määrälliseen, kuin laadulliseen tutkimukseen, koska kysymykset oli helpompi luoda kyselytyökalulla, kuin esimerkiksi haastatteluilla.

9.2 Kohderyhmän valinta

Kohderyhmäksi valitsimme tulevia agrologeja ja maatalousyrittäjiä, koska haluamme tutkia miten tuottajat, niin tulevat kuin nykyiset, ovat perillä glyfosaatista, juolavehnästä, glyfosaatin mahdollisesta kiellosta sekä glyfosaatin korvaamisesta jollain toisella torjuntakeinolla, mikä ei välttämättä ole kemiallinen. Kysymyksiin pystyy vastaamaan pääsääntöisesti täysin anonyyminä, mutta halutessaan, voi jättää loppuun omat yhteystiedot, jos vastaaja haluaa saada tulokset itselleen tarkasteltavaksi myöhemmin.

9.3 Tutkimuksen toteutus ja aineiston käyttö

Kysely tehtiin Webropol-kyselytutkimustyökalulla. Tutkimuskyselyssä käytimme hyödyksi Facebook-yhteisöpalvelussa olevia maatalousryhmiä, joihin laitoimme avoimen linkin kyselyyn. Facebook-ryhminä olivat ”RENKEJÄ JA PIIKOJA”, ”Maatalous”, ”IMO RY” ja ”Avoin kuvapäiväkirja maaseudun tuottajilta”. Ryhmissä jäseniä on neljästä sadasta kolmeen kymmeneentuhanteen. Kaikissa ryhmissä saattoi olla samoja jäseniä, joka mahdollisesti vaikutti vastaajien määrään. Pidimme kyselyn avoinna kuukauden ajan, jonka jälkeen linkki kyselyyn suljettiin. Tutkimusaineistoa hyödynsimme vertailemalla kerättyä aineistoa tutkittuun tietoon.

9.4 Tutkimuskysymykset

Kyselyssä on yhteensä 19 kohtaa. Tutkimuskysely alkaa perustietojen täyttämällä, jotka liittyvät vastaajan alueelliseen sijaintiin, koulutukseen ja viljelykokemukseen. Näiden jälkeen kyselyssä pyritään saamaan tutkimusmateriaalia toimintatavoista sekä mielipiteistä juolavehnään ja sen torjumiseen. Sitten esille tulee glyfosaatti, josta kysymme sen käyttötavoista, käyttömääristä, mielipiteistä tehoaineena sekä siitä käydyistä EU-keskusteluista. Kysymyksissä on paljon kohtia, joihin vastaajat pystyvät kirjoittamaan omia kommentteja ja mielipiteitä.

9.5 Vastauksien analysointi

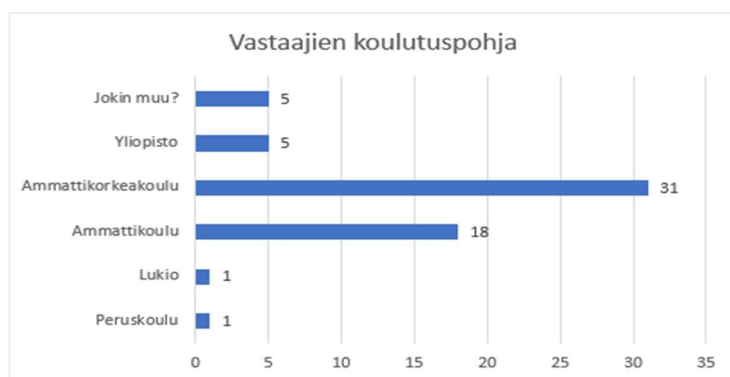
Kyselyn oltua kuukauden ajan auki, vastauksia tuli 61 kappaletta ja vastauksissa oli paljon hajontaa, mikä oli toivottua, jotta saadaan mahdollisimman monipuolista aineistoa avattavaksi. Lajittelimme kysymykset uuteen Word-pohjaan eriteltyinä vastaajittain ja kysymyksittäin.

Vastaajia oli eri puolelta Suomea, lukuun ottamatta Etelä-Savoa, Keski-Suomea ja Lappia. Kuudestakymmenestäyhdestä vastaajasta suurin osa oli Etelä-Pohjanmaalta (11), Pohjois-Pohjanmaalta (8), Pirkanmaalta (7) ja Satakunnasta (7). Vastauksia kyselyyn tavoittelimme 100 kappaletta, joten saatu määrä on jonkin verran toivottua alhaisempi.

10 TUTKIMUKSEN TULOKSET

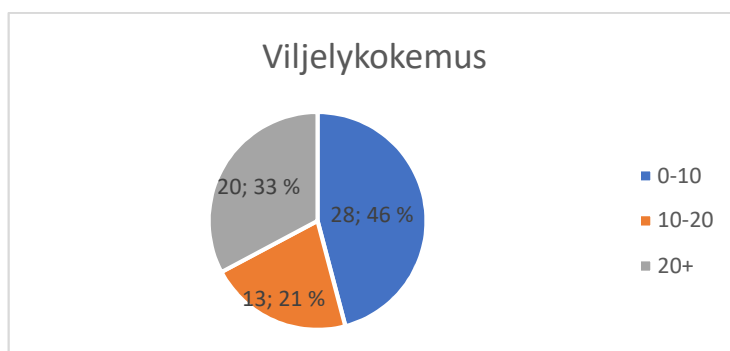
10.1 Koulutustaso ja viljelykokemus

Suurimmalla osalla vastaajista on ammattikorkeakoulutus suoritettuna, tai meneillään. (kuvio 1). Huomioitavaa on vielä, että ammattikoulupohja on vahvasti edustettuna. Jokin muu -kohta pitää sisällään erilaisia opistokoulutuksia.



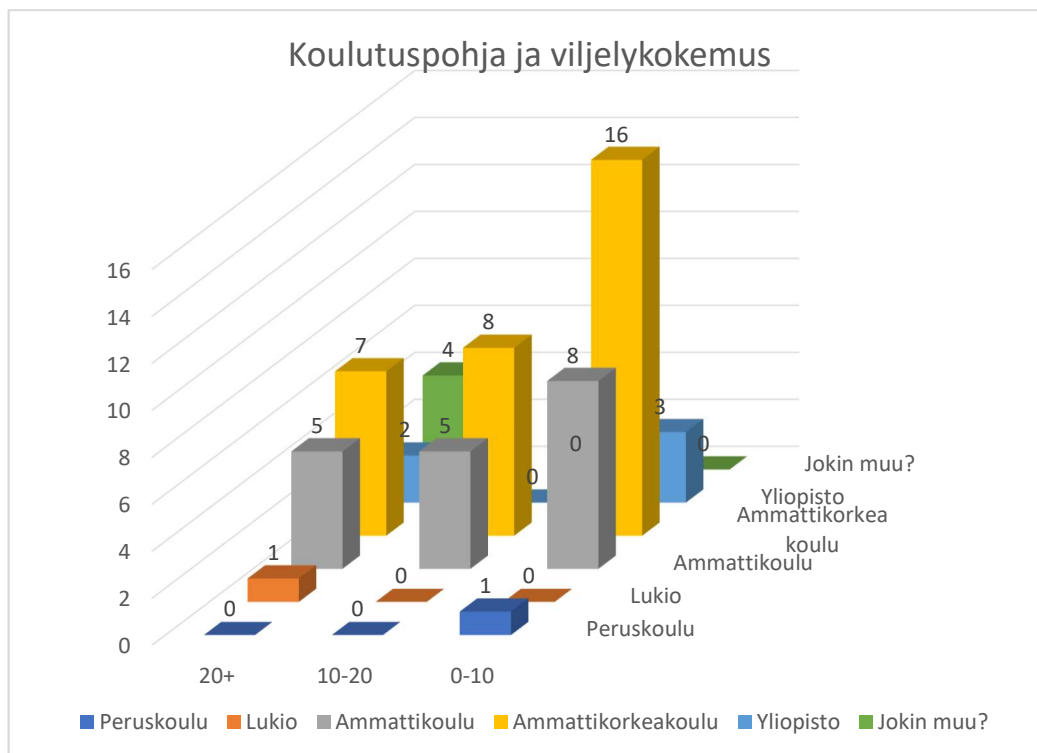
Kuvio 1. Vastaajien koulutus pohja.

Viljelykokemuksen jakauma on esitetty kuviossa 2. Vastaajista melkein puolet on alle kymmenen vuotta ammattiaan harjoittaneita ja kolmannes puolestaan yli 20 vuotta. Ainakin kahdella kolmasosaa voidaan katsoa olevan viljelykokemusta hyvin riittävästi kysymysten käsittelyyn.



Kuvio 2. Viljelykokemus.

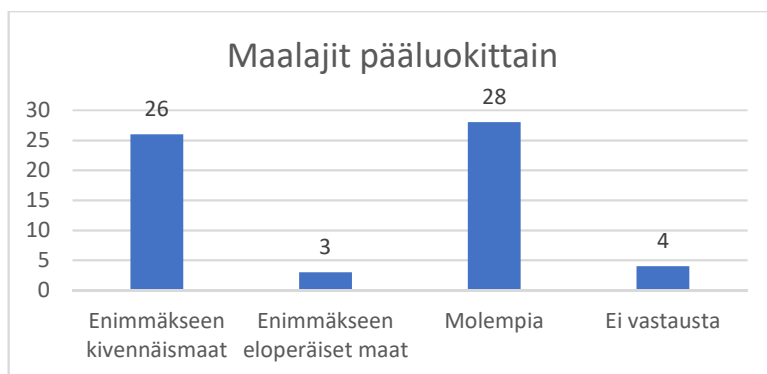
Viljelykokemuksen ja koulutustaustan yhteistarkastelu kuviossa 3. osoitti, että pääsääntöisesti pisimpään alalla olleet vastaajat olivat samalla keskimääräistä koulutempia.



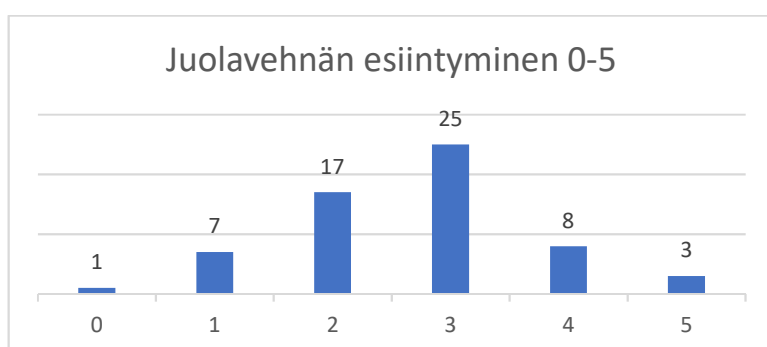
Kuvio 3. Koulutus pohja ja viljelykokemus. ristiintaulukoituna.

10.2 Juolavehnän esiintyminen ja torjunta

Vastaajien maatalousyrityksien lohkoilla olevat maalajit jaottelimme kolmeen päätyyppiin. Päätyypit ovat enimmäkseen kivennäismaita ja enimmäkseen eloperäisiä maita, sekä jos oli tasaisemmin kumpaakin maalajia, laitoimme ne molempia-kohtaan. Vastauksista näemme, että yrityksiä maalajit jakautuivat luokkiin molempia ja enimmäkseen kivennäismaita, kuten kuvio 4 osoittaa. Kysyimme kyselyssä myös juolavehnän esiintymistä (Kuvio 5) asteikolla 0, ei ollenkaan ja 5, esiintyy paljon. Vastaukset osoittavat, että juolavehna on kohtuullinen ongelma, mutta onnistujiakin löytyy, sillä muutama vastaaja totesi ongelman melko vähäiseksi (Arviot 1 ja 2).

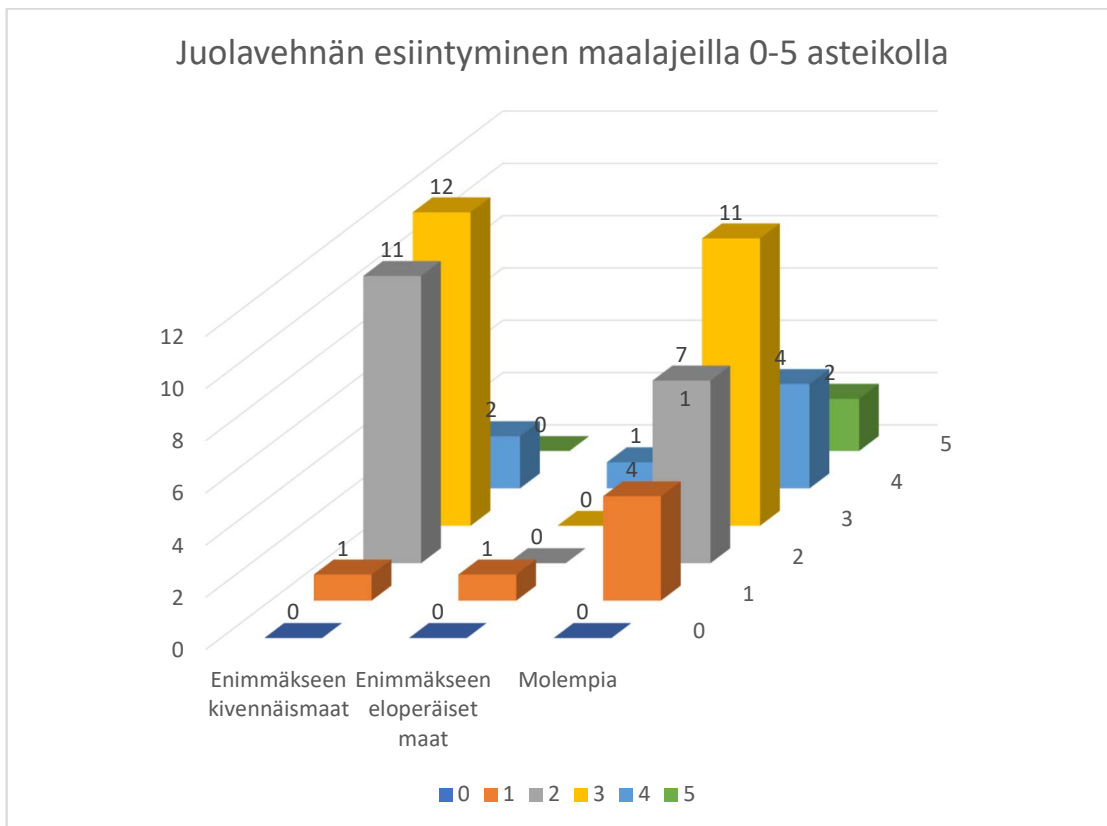


Kuvio 4. Maalajit pääluokittain.



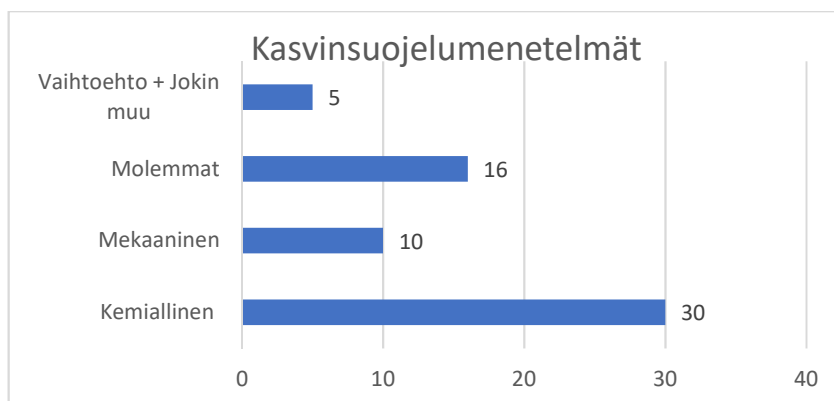
Kuvio 5. Juolavehnän esiintyminen.

Kuviossa 6. juolavehnän esiintyminen näyttää olevan maalajiluokittelumme mukaisessa jaottelussa aika samanarvoista enimmäkseen kivennäismaaluokassa. Pääsääntöisesti eloperäisiä maita viljelevistä kolmesta viljelijästä kaksi sijoitti juolavehnäongelman luokkaan 4 tai 5, mikä on pienestä aineistosta huolimatta huomiota herättävä.



Kuvio 6. Juolavehnän esiintyminen maalajeittain.

Halusimme lisäksi tietää, mitä kasvinsuojelumenetelmiä vastaajat suosivat juolavehnän torjunnassa sekä mitä kokemuksia ja näkemyksiä heillä oli eri muokkausmenetelmistä. Kasvinsuojelumenetelmät jakoutuivat juolavehnän torjunnassa enimmäkseen kemialliseen torjuntaan, kuten kuviosta 7. huomaa. Vaihtoehto + jokin muu kohtaan on kirjattuna myös viljelykiertoa ja nurmen hyödyntämistä juolavehnän torjunnassa.



Kuvio 7. Vastaajien käyttämät kasvinsuojelumenetelmät.

Kokemuksista ja näkemyksistä eri muokkausmenetelmissä juolavehnän torjunnassa vastaajat totesivat **sänkimuokkaus + kynnön** olevan käytetyin torjuntakeino ja joidenkin vastauksien mukaan jopa paras. Negatiivisia kokemuksia toimenpiteestä ilmoittaneet kertoivat sen olevan kallis ja pitkäkestoinen toimenpide hyötynsä nähden sekä siinä on suuri sääriski. **Sänkimuokkaus** pelkää joko mielipiteitä enemmän verrattuna sänkimuokkauksen ja kynnön yhdistämiseen. Positiivisissa näkemyksissä sänkimuokkauksen on todettu olevan juolavehnän torjunnassa hyvä torjuntamenetelmä esimerkiksi kasvilajia vaihtaessa, leviämisen estämisessä ja puinnin jälkeen se on hyväksi todettu toimenpide. Negatiivisissa kokemuksissa tämän todettiin olevan tehoton ja jopa levittävän juolavehnää. **Kesannoinnin** hyödyntämisessä vastaajien mielipiteet jakautuvat tasapuolisesti huonoihin ja hyviin kokemuksiin. Kesannoinnin kerrottiin kuluttavan maata ja pahentavan juolavehnätilannetta sekä on työläs ja kallis menetelmä. Hyväksi toimenpiteeksi kokee toteavat avokesannon auttavan oikein ajoitettuna, kun siihen lisätään useampi maanmuokkauskerta mukaan.

Rikkaäestyksestä ei saatu paljoa vastauksia, mutta saaduista näkee, ettei tämä ole suosittu torjuntakeino. Kokemuksena useimmilla on ollut, ettei rikkaäestyksellä ole vaikutusta juolavehnään ja se on jopa pahentanut sen esiintymistä. **Jyrsimen** käytöstäkään ei vastaajilta saatu montaa kommenttia. Enemmistö kertoi sen auttavan vähän juolavehnän torjunnassa, varsinkin kuivatuksen yhteydessä. **Jokin muu** kategoriaan vastaajien käyttämiä toimivia torjuntakeinoja ovat glyfosaatti, joko pelkää tai kynnön kanssa yhdistettynä.

10.3 Viljelykierron käyttäminen, hyödyntäminen, kokemukset ja mahdollisuudet

Vastaajista 84 % hyödyntää viljelykiertoa maatalousyrittämissään. Viljelykierrosta halusimme myös tietää millaista kiertoa he käyttävät, ja onko tällä ollut vaikutusta juolavehneeseen. Huomattava määrä vastasi viljelykierron koostuvan keskimäärin monivuotisesta nurmesta, josta on sitten jatkettu viljoilla, tai toisinpäin. Kokemuksia juolavehneen torjuntaan on kerrottu auttavan nurmen lopetus glyfosaatilla tai juolavehneen esiintymisen aikana.

Mahdollisuuksia viljelykierron hyödyntämisessä vastaajat näkevät rikkakasvien hillitsemisen ja tautipaineen vähentymisen. Satotason kasvu ja maan rakenne myös paranevat monipuolisen viljelykierron myötä. Lisäksi vastaajat kertovat esikasvien, syysviljojen, rypsin, rapsin ja muiden kasvilajien lisäämisen viljelykiertoon olevan potentiaalinen mahdollisuus juolavehneen torjunnassa. Ne vastaajat, joilla ei ollut mahdollisuutta hyödyntää viljelykiertoa tilalla, kertovat sen johtuvan nurmien suuresta pinta-alatarpeesta, tai ettei nurmipainotteinen viljely mahdollista hyvää kiertoa.

10.4 Glyfosaatin käyttö, mielipiteet, kokemukset, EU sekä muut torjunta-aineet

Glyfosaattia kertoi käyttävänsä 80 % vastaajista. Vastaajista enemmistö on sitä mieltä, ettei glyfosaattia pitäisi kieltää. Perustelut ovat tälle suurilta osin, ettei oikein käytettynä sen ole havaittu aiheuttavan vaaraa niin ihmisille kuin ympäristöllekään. Perusteluja saatiin myös glyfosaatin rajoittamiselle, jotka ovat lähinnä, että pakko-tuleennuttaminen pitäisi saada pois kokonaan. He, jotka haluavat kieltää glyfosaatin kokonaan, perustelivat kantansa mekaanisten keinojen tai viljelykierron riittävyydellä, ja pienempi osa kertoi olevansa glyfosaattia vastaan vain periaatteesta. EU-keskustelua glyfosaatin mahdollisesta kiellosta on seurannut suurin osa kuten kuviossa 8. näkee. Voi siis päätellä, että perustelut eivät ole pelkästään omien kokemusten pohjalta.



Kuvio 8. EU-keskustelun seuraaminen.

Glyfosaatin käytön kokemukset juolavehnän torjumisessa jaottelimme positiivisiin, negatiivisiin ja muihin kokemuksiin. Valtaosa vastaajista kertoo glyfosaatin olevan erittäin tehokas ja hyvä torjunta-aine oikein käytettynä oikeissa olosuhteissa. Joidenkin mielestä sen käyttö on ehdotonta, jos halutaan torjua juolavehnä onnistuneesti. Mielenpiteet kevät- ja syysruiskutuksesta vaihtelivat tasaisesti hyvien ja huonojen kokemusten välillä.

Glyfosaattia käyttävistä vastaajista yli puolet (56 %) ilmoittivat keskimääräiseksi lohkon ruiskutusväliksi vuosina joka 2 - 5 vuosi. Vastaajista 10 % ruiskuttaa tarpeen mukaan tai harvemmin ja vain 5 % joka vuosi. Tästä voidaan siis päätellä, että suurin osa vastaajista käyttää glyfosaattia suositellun käyttövälin mukaisesti. Enemmistö vastaajista, jotka käyttävät glyfosaattia, kertovat ruiskuttavansa sitä joka vuosi. Kolmasosa joka toinen- tai joka kolmas vuosi sekä harvemmin. Ruiskutustavoista 61 % vastaajista kertoo ruiskuttavansa glyfosaattia pääosin sängelle puinnin jälkeen tai ennen kylvöä. Vajaa kolmasosa eli 23 % vastaajista ruiskuttaa glyfosaattia pääosin nurmen päättämiseen.

Pyysimme vastaajia myös kirjaamaan muita käyttämiään torjunta-aineita juolavehnälle sekä niiden kokemuksia. Suosituimpia ovat Broadway, Targa Super, Agil. Näiden tuotteiden käytöstä kokemukset vaihtelevat, joillakin tehokkaasti moneksi vuodeksi ja joillakin hieman auttaa juolavehnän kanssa.

11 JOHTOPÄÄTÖKSET

Teorian, kyselyn ja vertailujen pohjalta voidaan todeta, ettei glyfosaatti ole yksiselitteisesti paras torjuntakeino juolavehnän torjuntaan, vaan kaiken ratkaisee suorittajan ammattitaito ja kasvinsuojelullisten toimien yhdistäminen (IPM). Taloudellinen tutkimus osoitti glyfosaatin olevan kustannustehokkaampi torjuntakeino, kuin valikoivat kasvinsuojeluaineet tai pelkkä mekaaninen torjunta juolavehnän hillitsemisessä. Kyselytutkimuksessa jotkut vastaajista ennakoivat glyfosaatin tulevaisuuden ja ovat jo alkaneet kehittää muita torjuntakeinoja juolavehnän hillitsemiseen.

Maalajeilla on suuri vaikutus juolavehnän esiintymiseen ja sen torjumiseen. Tutkimuskyselymme osoitti, että kivennäismailla juolavehettä esiintyy keskinkertaisesti ja eloperäisillä mailla paljon. Tämä johtuu siitä, että eloperäiset maalajit sitovat enemmän vettä ja ovat kylmiä, eli ovat hyvin suotuisia juolavehnälle. Torjuntakeinon tulos vaihtelee raskaitten ja keveiden maalajien välillä käytettäessä mekaanista tai kemiallista torjuntaa. Mekaanisista torjuntakeinoista ei ole niin sanotusti yhtä parasta tapaa, vaan eri mekaanisten toimintatapojen yhdistelyillä saadaan juolavehnän juurakko pilkottua ja tuhottua parhaiten. Esimerkkejä yksittäisistä tehokkaista mekaanisista torjuntakeinoista on kelajyräys sekä lautas- ja lapiorullaäestys. Tutkimuskyselyn vastaajista suurin osa suosii sänkimuokkaus + kynnon yhdistelmää enemmän kuin pelkkää jyräystä. Torjuntamenetelmistä helpoin ja tehokkain juolavehnän torjumiseen on glyfosaattikäsitely, joka oli tutkimuskyselyn vastaajienkin keskuudessa suosituin.

Glyfosaatti on tullut ihmisten sekä EU:n lähemmän tarkastelun alle kansalaisaloitteen puolesta. Tämä johtuneen siitä, että ihmisillä on harhainen kuva glyfosaatista ja sen aiheuttamista riskeistä. Tutkittua tietoa väitetyistä karsinogeeni- ja hormoni-toimintaa aiheuttavista riskeistä ei ole tullut julki, vaikka ECI:n alulle paneva aloite kyseiselle tehoaineelle sai aikaansa laajojakin tutkimuksia. EU:ssa on kuitenkin laajalti eri pelisäännöt glyfosaatin käytössä eri valtioilla, esimerkiksi Suomessa glyfosaatilla tuleennuttaminen on kielletty, kun taas keski-Euroopassa se on sallittua. Tämä tietenkin nostaa tehoaineelle altistumisen riskiä, ja voi olla osasyynä ihmisten

huolestumiseen tehoaineiden turvallisuusriskeistä. Glyfosaatin ympäristölle haitallista sivuvaikutuksista ei EU:n tarkemmassa tarkastelussa saatu näyttöä. Kuitenkin, koska kyseessä on ympäristölle ja sen eliöiden ruokaketjulle riskiä nostava aine, sen käyttöä tullaan varmasti tarkemmin tarkastelemaan, ja luultavammin kieltämään. Tämä on todennäköisempää, jos kehitetään korvaava aine tai tulee julki uutta tietoa glyfosaatin haitoista ympäristölle tai eri eliöille. Glyfosaatin myyntilupaa jatkettiin viidellä vuodella vuonna 2017, eli vuoteen 2022. Glyfosaatin kohtaloon vaikuttaa myös varmasti ihmisten mielipide, joka tuntuu olevan tällä hetkellä kiellon kannalla.

Glyfosaatin käyttö on Suomessa yleistä, ja sillä saavutetaankin paras teho juolavehnan torjuntaan, mutta sen käyttöä rajoitetaan tulevaisuudessa. Kyselytutkimuksemme perusteella viljelijät tiedostavat tämän ja suurin osa suosii kyseistä ainetta ja käyttää sitä oikein ja maltillisesti esimerkiksi kasvustojen lopetukseen tai sadonkorjuun jälkeen, ettei sillä ole vaikutusta ympäristölle tai ihmisille. Suurin osa ei haluaisi, että kyseinen aine kielletään, koska se on heidän mukaansa ehdoton torjuntakeino juolavehnälle, eikä heillä ole siitä paljoakaan negatiivista kerrottavaa. Onko glyfosaatti sitten taloudellisesti kannattavin torjuntakeino? Esimerkissä Round Up Ace aiheuttaa yhtä paljon kuluja kuin valikoivat aineet yhteensä. Tässä pitää ottaa huomioon, tarvitseeko glyfosaattia käyttää joka vuosi, onko juolavehna suurikin ongelma. Kuitenkin esimerkkimaatilayrityksessä olemme määrittäneet juolavehnan esiintyvän kohtalaisesti.

Mitä sitten tapahtuu, jos glyfosaatti kielletään? Luultavasti tilalle on kehitetty jokin korvaava aine, jota ei ole tutkittu läheskään niin paljon kuin glyfosaattia. Korvaava aine voi siis olla vielä vaarallisempaa kuin glyfosaatti, mutta sitä ei tiedetä ennen kuin tulee käytön seurauksia ilmi tai ajan kuluessa tutkimuksien kautta. Voi myös olla, että glyfosaatille ei ole kehitetty mitään korvaavaa tuotetta, jolloin maatalousyrittäjien täytyy siirtyä valikoiviin tehoaineisiin, tai perustaa kasvinsuojelu pelkästään maanmuokkaukselle. Tämäkin tuo omat riskinsä, sillä jotkin valikoivat tehoaineet voivat olla glyfosaattia vaarallisempia ja niistä voi jäädä jäämiä enemmän maahan. Maanmuokkaamisella taas kulutetaan enemmän panoksia, varsinkin ne maatalousyritykset, jotka käyttävät suorakylvöä.

Glyfosaatti on siis kaikkiaan mielipiteitä jakava aihe, johon olisi hyvä saada päätöksiä käytön kohtalosta. Tämä antaisi tehoaineen käyttäjille mahdollisuuden varautua mahdollisiin toimintaympäristön muutoksiin.

LÄHTEET

- Alma, K & Saarinen, J. 12.7.2016. Uutta kasvua luomusta. Rikkakasvien suorat torjuntamenetelmät luomuviljelyssä. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 7.12.2018]. Saatavana: http://uuttakasvualuomusta.fi/site/assets/files/1126/rikkakasvien_torjunta_luomussa.pdf
- Ansalehto, A., Jalli, H., Rytsä, E. & Virtanen, J. 2000. Rypsin ja rapsin tasapainoinen kasvinsuojelu. Kasvinsuojeluoppaat 7. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Berner. 2017. Viljelijän avena berner/rikkakasviaineet. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.4.2019]. Saatavana: <https://viljelijanberner.fi/kasvinsuojeluaineet/rikkakasviaineet.html>
- Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira). 5.9.2018. Siemenet. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.12.2018]. Saatavana: <https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/siemenet/>
- European Commission 12.12.2017. Annex to the Communication from the Commission on the European citizens' initiative: Ban glyphosate and protect people and the environment from toxic pesticides. [Viitattu 09.01.2019]. Saatavana: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2017/EN/C-2017-8414-F1-EN-ANNEX-1-PART-1.PDF>
- European Commission, 03.08.2017. Annex to the European citizens' initiative: Ban glyphosate and protect people and the environment from toxic pesticides. [Viitattu 09.01.2019]. Saatavana: http://ec.europa.eu/citizens-initiative/public/documents/3496/DS_Annex.pdf
- European commission, 12.12.2017. Communication from the commission on the European citizens' initiative "Ban glyphosate and protect people and the environment from toxic pesticides" [Viitattu 14.12.2018]. Saatavana: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_glyphosate_eci_final.pdf
- European commission, Ei päiväystä. Current status of glyphosate in the EU. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.12.2018]. Saatavana: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/glyphosate_en
- Hannukkala, A., Knuutila, K., Koskimies, H., Markkula, I. & Tolonen, K. 1999. Luomupellon kasvinsuojelu. Tampere: Gummerus Kirjapaino.
- Heikkilä, T. MTT. Maaseudun tiede. 15.12.2008. Juolavehnavaltainen säilörehu lehmien ruokinnassa. 65. vuosikerta, numero 4. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 5.2.2019]. Saatavana: <http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/474639/mtt-mt-v65n04s14a.pdf?sequence=1>

Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. 15.-16. painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Jalli, H., & Salonen, J. 2003. Juolavehna peltojen rikkakasvina. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 99. Forssa: Painotalo Auranen Oy.

Jalli, H. Luonnonvarakeskus Luke. 1.9.2016. Viljely ilman glyfosaattia. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 12.12.2018]. Saatavana: https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2016/09/5_Viljely-ilman-glyfosaattia.pdf

Kananen, J. 2008. Kvantitatiivinen tutkimus alusta loppuun. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 89. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Kestorikkakasvien torjunta. Pro Agria. Ei päivystä. Luomuviljelyn peruskurssi. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 5.12.2018]. Saatavana: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/osa7_kasvinsuojelu_kestorikats_0.pdf

Källander, I. 1993. Luonnonmukainen maanviljely. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Lantmännen Agro. Ei päivystä. Kasvitautilien- ja rikkakasvien tunnistuskuvat. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 5.12.2018]. Saatavana: <https://www.lantmanenagro.fi/asiakasohjelmat/viljelyohjelma/kasvinsuojelu/kasvitautilien-ja-rikkakasvien-tunnistuskuvat/juolavehna/>

Lundström, G., Rytsä, E., Tulisalo, U., & Franssila, E. 13.3.2001. Öljykasvinviljelijän opas. Lieto: Painoprisma Oy.

Lötjönen, T., Jalli, H., Vanhala, P., Kakriainen-Rouhiainen, S. & Salonen, J. 2002. Kestorikkakasvit kevätiljatuotannon uhkana. Maa- ja elintarviketalous 9 115 s., 1 liite. Jokioinen: MTT tietopalvelut.

Lötjönen, T. 2016. Ota selkävoitto valvatista. [Verkkolehtiartikkeli]. Luomulehti 3/2016, 44-46. [Viitattu 11.3.2019]. Saatavana: https://issuu.com/luomulehti/docs/luomulehti_3_2016_issuu?fbclid=IwAR0osuXxn9LwCVhI4o1uxr8iYgf6uRHBHy0B48sNeaReMBbJ0aAYIE0UQg

Lötjönen, T., Pitkänen, J., Vanhala, P., Jalli, M. & Mikkola, H. 1999. Kyntämättä viljelyn vaikutus rikkakasveihin ja kasvitauteihin. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja 59. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy. [Verkkokirja]. [Viitattu 5.2.2019]. Saatavana: <https://docplayer.fi/7439070-Kyntamatta-viljelyn-vaikutus-rikkakasveihin-ja-kasvitauteihin-kirjallisuuskatsaus.html>

- Palva, R. MMM 2017. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat. TTS työtehosteuran tutkimustiedotteita 4/2017. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 8.4.2019]. Saatavana: https://www.tts.fi/files/1886/ttt12_urakointihinnat.pdf
- Rahkonen, A., Hannukkala, A., Hoppula, R., Puukko, K. & Seppänen, A. 2000. Perunan tasapainoinen kasvinsuojelu. Kasvinsuojeluoppaat 8. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Rajala, J. 2004. Luonnonmukainen maatalous. Helsingin yliopiston maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Mikkeli: Teroprint Oy.
- Saarinen, J. 4.10.2016. Juolavehnän torjunta luomutuotannossa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 12.12.2018]. Saatavana: http://uuttakasvualuomusta.fi/site/assets/files/1140/juolavehn_n_torjuntaesityksen_k_nn_s.pdf
- Schepel, I. 1995. Luonnonmukaisen viljelyn tekniikka. Julkaisuja 31. Pieksämäki: Raamattutalo.
- Turvallisuus ja kemikaalivirasto (TUKES). 27.2.2018. Glyfosaatin tilanne 2018. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.12.2018]. Saatavana: <https://tukes.fi/documents/5470659/8474001/Glyfosaatin%20tilanne%202018/4f40ed73-864c-40cd-96e5-34ce39897bac>
- Tähtinen, J., Laakkonen, E., Broberg, M. 2011. Tilastollisen aineiston käsittelyn ja tulkinnan perusteita. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja C: 20. Turku: Painosalama Oy.