



**MTTK — MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**Tiedote 8/83**

**IRMA LÖFSTRÖM**  
Tuhoeläinosasto

**Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa**

**JOKIOINEN 1983**  
**ISSN 0359-7652**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 8/83

IRMA LÖFSTRÖM

Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa

Tuhoeläinosasto  
31600 JOKIOINEN  
(916) 133 33

ISSN 0359-7652

Maatalouden tutkimuskeskuksen tuhoeläinosastolle otettiin 1960-luvun puolivälissä tuhoeläintorjunnan painoalueeksi biologinen ja muu ei kemiallinen torjunta. Tutkimusten päähuomio kohdistettiin aluksi kasvihuonekasvien tuholaisiin. Avomaan vihannesten tuholaisten torjunta "pehmeän tekniikan" menetelmin otettiin tutkimusohjelmaan 1980. Tutkimuksen taustaksi ja pohjaksi on kerätty tietoja aiemmista tutkimuksista. Tämän tiedotteen on opinnäytetyönään koennut Irma Löfström.

Jokioisilla 22. syyskuuta 1983

Professori



Martti Markkula

Tätä tiedotetta on saatavissa Maatalouden tutkimuskeskuksen tuhoeläinosastolta osoite: 31600 Jokioinen, puh. 916-13333.

## SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto .....	1
2. Kasvien puolustautuminen hyönteisiä vastaan	
2.1. Resistenssi ja puolustustaktikat .....	2
2.2. Sekundaariyhdisteet .....	3
2.3. Sekundaariyhdisteiden vaikutus hyönteisiin .....	4
3. Eniten käytetyt kasveista peräisin olevat torjunta-aineet	
3.1. Pyretriini .....	6
3.2. Nikotiini .....	7
3.3. Rotenoni .....	8
3.4. Kvassia .....	8
3.5. Rynia .....	9
3.6. Sabadilla ja hellebori .....	9
3.7. Muita aineita .....	10
4. Perimätietoon ja viljelijöiden kokemuksiin perustuvat käsitykset kasviaineiden käytöstä tuholaiistorjunnassa	
4.1. Perimätietoja ja kokemuksia sisältävän kirjallisuuden luonteesta .....	11
4.2. Nokkonen .....	11
4.3. Tomaatti .....	12
4.4. Sipuli .....	12
4.5. Pietaryrtti .....	12
4.6. Koiruoho ja pujo .....	12
4.7. Peltokorte .....	13
4.8. Kivikkoalvejuuri .....	13
4.9. Muita kasveja .....	13
5. Tutkimustuloksia kasvien sisältämien aineiden käyttökel- poisuudesta insektisideinä	
5.1. Injektio- ja upotuskokeissa saatuja tuloksia kasvi- uutteiden myrkyllisyydestä hyönteisille .....	14
5.2. Säaskeitoukalle myrkyllisiä kasviuutteita .....	15
5.3. Tomaatilla tehtyjä kokeita .....	17
5.4. Muilla kasveilla tehtyjä kokeita .....	18
6. Kasveista peräisin olevien insektisidien tutkimisesta ja tulevaisuudesta .....	20
7. Kirjallisuus .....	23

## 1. JOHDANTO

Kasvien sisältämiä aineita on käytetty tuholaistorjunnassa jo vuosisatoja. Ennen synteettisten torjunta-aineiden kehittämistä tuhohyönteisiä torjuttiinkin lähes yksinomaan kasveista peräisin olevilla aineilla. Varhain hyönteistorjunnassa käytetyt kasvit olivat yleensä voimakkaasti tuoksuvia ja vastenmielisen hajuisia.

Tiedot eri kasvien soveltuvuudesta tuholaistorjuntaan siirtyivät kansanperinteenä sukupolvelta toiselle. Aihetta käsitteleviä kirjoituksia on ainakin 1700-luvulta lähtien, jolloin esimerkiksi tupakasta valmistettua vesiuutetta suositeltiin hyönteisten torjuntaan. Ensimmäiset tieteelliset kokeet, joissa tutkittiin kasviaineiden tehoa tuhohyönteisiin, järjestettiin 1900-luvun alussa. Kasvien sisältämien aineiden käyttökelpoisuutta insektisideinä on kuitenkin tutkittu melko vähän. Varsinkin kemiallisten torjunta-aineiden käyttöönotto 1940-luvulla vähensi kiinnostusta kasvien sisältämiin torjunta-aineisiin. Synteettisten torjunta-aineiden aiheuttamat ongelmat ovat kuitenkin uudelleen herättäneet kiinnostuksen luonnonmukaisiin viljelymenetelmiin soveltuviin kasviaineisiin.

Tämän työn tarkoituksena on tarkastella kasvien sisältämien aineiden käyttöä tuholaistorjunnassa ja koota aihetta käsitteleviä tutkimustuloksia. Työssä tarkastellaan erityisesti viljelykasvien tuhohyönteisiä torjuvia aineita. Tuholaisten aiheuttamien vahinkojen ehkäisemiseen seurakasvien avulla ei tässä työssä puututa, joskin moni mainituista kasveista on seurakasvinakin suosittu.

Tarkasteltava kirjallisuus on luonteeltaan kahdenlaista. Perimätietoon ja viljelijöiden kokemuksiin perustuvia käsityksiä kasveissa olevista aineista tuholaistorjunnassa sisältävät esimerkiksi biodynaamisen viljelyn oppaat (ARMAN 1973, 1980) ja luonnonmukaisesta viljelystä kertovat kirjat (SCHMID ja HENGGELEK 1979, KREUTER 1982). Tieteellisiä tutkimustuloksia käsittelevä kirjallisuus koostuu vuosisadan alussa tehdyistä tutkimusraporteista lähtien (SCHREIBER 1915 b, GORIAINOV 1916) 1970-luvun julkaisuihin asti (CANTELO ym. 1974, LUNDGREN 1975, LUNDGREN ym. 1978). Maailmanlaajuisesti eniten käytettyjen kasviperäisten

torjunta-aineiden tarkastelussa keskeisiä ovat esimerkiksi MATSUI ja YAMAMOTO (1971), SCHMELTZ (1971) ja CROSBY (1971) artikkelit.

## 2. KASVIEN PUOLUSTAUTUMINEN HYÖNTEISIÄ VASTAAN

### 2.1. Resistenssi ja puolustustaktiikat

Kasvin resistenssi eli kestävyys voidaan määritellä eri tavoin. PAINTER (1951) määrittelee resistenssin sellaisten perinnöllisten ominaisuuksien suhteelliseksi osuudeksi kasvissa, jotka vaikuttavat hyönteisen aikaansaaman lopullisen vahingon määrään. Käytännön maataloudessa se tarkoittaa sitä, että tietyt lajikkeet kestävät tuhohyönteisten vioitusta paremmin kuin tavanomaiset lajikkeet yhtä voimakkaan saastunnan alaisena ja tuottavat niitä paremman sadon hyvän laatunsa säilyttäen.

Kasvin resistenssimekanismia ovat (PAINTER 1951)

- a) nonpreferenssi eli kelpaamattomuus, jolloin kasvi ei syystä tai toisesta kelpaa hyönteisen ravinnoksi. Kelpaamattomuuden voivat aiheuttaa esimerkiksi karkottavat aineet.
- b) antibioosi eli vastaisuus, jolloin kasvi ei sisällä kylliksi hyönteisen kasvuunsa tai elinkykynsä säilyttämiseen tarvitsemia aineita  
sekä
- c) toleranssi eli tuhonsieto; kasvi kestää hyönteisen vioitusta paremmin kuin muut yhtä voimakkaan saastunnan alaiset kasvit.

Nykyinen tietämys kasvin resistenssimekanismista on vielä riittämätöntä. Esimerkiksi kasvien kehitystilan ja fysiologisen tilan vaikutuksesta resistenssiin tarvitaan lisää tietoa (BECK 1965). Usein kasvien resistenssiä on pidetty ihanteellisena tuholaisten torjuntakeinona. Monia viljelykasveja onkin kehitetty tuholaista kestäviksi. Tässä työssä on tärkeää mm. kasvien perinnöllisten ominaisuuksien sekä hyönteislajien yleisen biologian hyvä tunteminen.

Jos hyönteinen on kasvin elossasäilymistä ja lisääntymistä uhkaava tekijä, kasveissa tapahtuu valinnan avulla evolutiivisia muutoksia, jotka johtavat paremmin kyseisen hyönteisen

sietoon sopeutuneiden kasvipopulaatioiden kehittymiseen. Tämä ilmenee esimerkiksi eri kasvilajien ja -lajikkeiden resistenssi-eroina (esim. HAUKIOJA ym. 1981). Joissakin yhteyksissä resistenssin synonyyminä käytetään kasvin aktiivista osuutta korostavaa puolustus-termiä. Tällöin kasvien evolutiivisia reaktioita hyönteisiä vastaan kutsutaan puolustustaktiikoiksi.

Kasvien puolustustaktiikat eli kestävyyyteen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa monin eri tavoin, esimerkiksi seuraavasti:

1) Fysikaalisiin tekijöihin kuuluvat kaikki rakenteelliset seikat, mm. paksuntunut kutikula, joka estää tai vähentää kasvin käyttökelpoisuutta hyönteisten ravintona, sekä erilaiset piikit ja karvat epidermissä.

2) Fysiologisia tekijöitä ovat mm. kasvin ja sitä ravintonaan käyttävän hyönteisen esiintyminen eri aikoina. Kasvi ei siis ole saatavilla silloin, kun hyönteinen sitä tarvitsisi. Myös kasvin kasvuvoima ja kyky toipua vioituksesta kuuluvat fysiologisiin tekijöihin. Kasvin ja hyönteisen eriaikaisuutta käytetään hyväksi kasvinviljelyssä siirtämällä kylvö- ja istutusajkoja tuhojen estämiseksi, sillä tuholaiset valitsevat ravintokasvikseen yleensä vain tietyn kehitysvaiheen kasveja.

3) Kemiallisia tekijöitä ovat erilaiset kasvien sisältämät sekundaariyhdisteet. Kemiallinen puolustautuminen lienee puolustuskeinoista tärkein.

## 2.2. Sekundaariyhdisteet

Kemiallisella puolustuksella tarkoitetaan sitä, että kasvissa on ns. sekundaariyhdisteitä, joiden on todettu olevan kasvin-syöjille haitallisia. Sekundaariyhdisteiden ensisijaisista tehtävistä kasvissa sekä niiden merkityksestä kasville ei olla täysin yksimielisiä. Esimerkiksi EHRLICH ja RAVEN (1967) ja SHOREY (1977) pitävät sekundaariyhdisteitä ensisijaisesti herbivoreja eli kasvinsyöjiä vastaan kehittyneinä puolustusmekanismeina, joilla ei ilmeisesti ole kasvissa mitään fysiologista tehtävää. JERMYN (1976) mukaan sekundaariyhdisteet eivät voi olla pelkästään hyönteisen ja kasvin välisen vuorovaikutuksen tuloksena syntyneitä jäännöstuotteita, vaan kasvin aineenvaihdunnan välituotteita, koska niitä jatkuvasti syntetisoituu ja

hajaantuu. On myös selvitetty, että ne ovat tärkeitä kasvien keskinäisissä suhteissa informaation välityksessä (allelopatia) sekä resistenssissä kasvitauteja vastaan (WHITTAKER ja FEENY 1971). Myös ANDERSSONin ym. (1978) mukaan sekundaariyhdisteet toimivat luonnollisen puolustautumisen ohella tärkeinä lajienvälisinä kemiallisina signaaleina, allelokemikaaleina.

Sekundaariyhdisteitä ovat mm. alkaloidit, glukosidit, tanniinit, eteeriset öljyt, saponiinit ja orgaaniset hapot (FRAENKEL 1959, SOUTHWOOD 1973). Alkaloideihin kuuluvat esimerkiksi nikotiini, kofiini, kiniini ja oopiumi (EHRlich ja RAVEN 1967). Monet insektisideinä käytetyt kasvit sisältävät alkaloideja, jotka ovat värittömiä, karvaita ja yleensä kiteisiä. Tärkeitä insektisideinä ovat mm. nikotiiniryhmän alkaloidit sekä pyretriinit (SHEPARD 1951).

Sekundaariyhdisteiden määrä kasveissa tunnetaan huonosti. Määrä vaihtelee kasveissa ja yhdisteiden pitoisuus on tavallisesti suurempi nuorissa kuin vanhoissa lehdisissä (ANDERSSON ym. 1978).

### 2.3. Sekundaariyhdisteiden vaikutus hyönteisiin

Sekundaariyhdisteet vaikuttavat hyönteisiin eri tavoin. TUOMI (1977) on jaotellut kemiallisen puolustuksen vaikutukset neljään perustyyppiin:

- 1) Varsinaiset myrkyt aiheuttavat enemmän tai vähemmän välittömiä fysiologisia vaurioita tai jopa kasvinsyöjän kuoleman. Myrkyllisiä sekundaariyhdisteitä on laajalti koko kasvikunnassa. Ne saattavat olla heimo-, alaheimo- tai sukuspesifisiä, jopa laji- tai alalajispesifisiä.
- 2) Hormonityyppiset yhdisteet vaikuttavat eläinten hormonitasapainoon. Ravinnon mukana tulleet hormoniaktiiviset yhdisteet voivat esimerkiksi estää hyönteisen normaalin kehityksen.
- 3) Entsyymi-inhibiittorit estävät eläinten ruoansulatuskanavan toimintaa. Perunalla ja tomaatilla versojen haavoittaminen ja koloradonkuoriaisen (Leptinotarsa decemlineata) syönnös aiheuttavat proteinaasientsyymien toimintaa ehkäisevän yhdisteen kasautumista. Tämä yhdiste, inhibiittori-I, on todettu useista kasviryhmistä, mm. Pinaceae-, Rosaceae-, Brassicaceae-,



Fabaceae- ja Poaceae-heimosta.

4) Proteiinimolekyylejä sitovat yhdisteet sitovat kasvin valkuaisaineet komplekseiksi, joista eläinten ruoansulatus ei pysty niitä irrottamaan. Ilmeisesti tanniinien puolustusvaikutus perustuu tällaiseen mekanismiin.

Kasvien ja niitä syövien hyönteisten väliset suhteet ovat pitkän evoluutioprosessin tulosta. Hyönteisiin on kehittynyt hyvin erilaisia mekanismeja myrkyllisten sekundaariyhdisteiden käsittelyä varten. Hyönteiset voivat erittää niitä, hajottaa ne aineenvaihdunnassaan tai välttää niitä erikoistumalla ravinnonhaussa. Hyönteinen voi myös erittää tai varastoida tiettyjä myrkyjä (ROTHSCHILD 1973). Hyönteisten kemiallista sopeutumista tutkittaessa on huomattu, että hyönteiset, jotka käyttävät ravintonaan myrkyllisiä kasveja, ovat usein vastustuskykyisiä ihmisen aikaansaamille hyönteismyrkyille. Niillä on ilmeisesti yleinen detoksikaatiomekanismi (EHRlich ja RAVEN 1967). Esimerkiksi SELF ym. (1964) toteavat olevan todennäköistä, että tupakkakasveja ravintonaan käyttävät hyönteiset voivat aineenvaihdunnassaan muuttaa nikotiinin toisiksi alkaloideiksi.

Eri päämääriin tähtäävä kasvinjalostus on usein vähentänyt sekundaariyhdisteiden määrää kasveissa. Tuholaisten torjunta kasvien allelokemikaaleja hyödyntäen on ANDERSSONin ym. (1978) mukaan ekologista torjuntaa, sillä tällöin ei ensisijassa tapeta vahingonaiheuttajia vaan karkotetaan ne ihmisen monokulttuurilta luonnonkasveille. Myös LUNDGREN (1975) ehdottaa sekundaariyhdisteitä käytettäväksi tuhohyönteisten ekologisessa torjunnassa.

## ENITEN KÄYTETYT KASVEISTA PERÄISIN OLEVAT TORJUNTA-AINEET

### 3.1. Pyretriini

Luonnonpyretriini on tällä hetkellä eniten käytetty kasvikunnasta peräisin oleva hyönteishävite koko maailmassa (TINNILÄ 1978). Se on maailman vanhimpia torjunta-aineita, jonka kaupallinen käyttö alkoi ilmeisesti Persiassa (McLAUGHLIN 1973). Euroopassa, Yhdysvalloissa, Japanissa ja Afrikassa pyretriini tuli tunnetuksi 1800-luvulla (MATSUI ja YAMAMOTO 1971). Pyretriinin tärkein tuottajamaa on Kenia.

Pyretriiniä saadaan Asteraceae-heimon lajien Tanacetum cinerariaefolium (Chrysanthemum cinerariaefolium) ja T. coccineum (C. coccineum) kuivatuista kukista. Luonnonpyretriini koostuu kuudesta biologisesti tehokkaasta esteristä. Samankaltaiset synteettisesti valmistetut aineet ovat pyretroideja. Jo vuonna 1949 onnistuttiin kehittämään ensimmäinen synteettinen pyretroidi, alletriini (FOCK 1978). Millään synteettisellä pyretroidilla ei kuitenkaan ole luonnonpyretriinin monipuolisia ominaisuuksia (TINNILÄ 1978), joita ovat 1) laaja vaikutus eri tuhohyönteisiin, 2) vähäinen myrkyllisyys lämminverisille eläimille sekä 3) nopea tyrmäys-, tappo-, karkotus- ja ärsytysteho. 4) Pyretriinin kuuden eri tehoaineen ansiosta resistenssi on lähes tuntematon. 5) Pyretriini ei kerääny vaan hajoaa valossa vaarattomiksi yhdisteiksi.

Pyretriinit ovat hyvin voimakkaita iho- eli kosketusmyrkkyyinä mutta yleisesti ottaen heikkovaikutteisia hyönteisille syötettyinä. Hyönteisen tappamiseen tarvittava pyretriiniannos on yleensä paljon suurempi kuin lamaannuttava annos. Pyretriinit vaikuttavat ilmeisesti hyönteisen hermojärjestelmään (MATSUI ja YAMAMOTO 1971). Pyretriinin vaikutus voi voimistua moninkertaiseksi, jos siihen lisätään tiettyjä yhdisteitä, jotka itse ovat vain vähän myrkyllisiä tai täysin myrkyttömiä. Tätä ilmiötä sanotaan synergismiksi.

Pyretriinin käyttömahdollisuudet ovat monipuoliset. Aerosolina se soveltuu mm. koti- ja puutarhakäyttöön, ruiskutteina ja

pölytteinä sitä voidaan käyttää puutarhoissa ja maataloudessa. Teollisuudelle pyretriini on tärkeä torjunta-aine esimerkiksi vilja- ja elintarvikevarastojen tuholaistorjunnassa. Suomessa on saatu merkittäviä tuloksia koristekasvituholaisten torjunnan, kointorjunnan ja puutarhakasvien tuholaistorjunnan ratkaisemiseksi. TIITTASEN (1978) mukaan pyretriiniruiskutukset kasvukauden alussa suojasivat hyvin sipulikärpäsien (Delia antiqua) ja kaalikärpästen (D. radicum ja D. floralis) aiheuttamilta vahingoilta. Sen sijaan porkkanakempin (Trioza apicalis) tuhoja pyretriini ei estänyt. Sipulikärpäsien ja kaalikärpästen nuoruusasteet elävät maan pinnan alla, jossa pyretriini säilyi aurin-  
gonvalolta. Porkkanakemppi taas elää kasvien lehdillä, joilla pyretriini valon vaikutuksesta hajosi nopeasti. Pyretriinin vaikutus ilmeni vielä 3 kuukautta käsittelyn jälkeen. Luonnonpyretriiniin kiinnitetään yhä enemmän huomiota suositeltaessa torjunta-aineita, joiden haittavaikutukset ovat mahdollisimman vähäiset (FOCK 1978).

### 3.2. Nikotiini

Tupakkaa ja siitä valmistettuja uutteita on käytetty hyönteisten torjuntaan jo noin 300 vuotta sitten. Tupakan tärkein myrkkynä vaikuttava alkaloidi on nikotiini (esim. SCHMELTZ 1971). Sitä on tupakkakasvin kaikissa kehitysasteissa ja kaikissa kasvinosissa (SHEPARD 1951). Nikotiinia on eristetty ainakin 18 eri Nicotiana-lajista, joista tärkeimpiä ovat palturitupakka (N. rustica) ja virginiantupakka (N. tabacum). Myös muista kuin Nicotiana-lajeista, esimerkiksi belladonnasta (Atropa belladonna), peltokortteesta (Equisetum arvense) ja katinlieosta (Lycopodium clavatum), on löydetty nikotiinia (SCHMELTZ 1971). Nikotiinin ohella tupakkakasvi sisältää myös muita myrkkynä vaikuttavia alkaloideja, joita ovat esimerkiksi nornikotiini ja anabasiini (SHEPARD 1951).

Hyönteismyrkkynä nikotiinia voi käyttää nestemäisenä, pölytteenä tai kärytteenä. Sitä on käytetty hyvin monenlaisten hyönteisten torjuntaan, eniten kuitenkin pehmeäruumiisiin hyönteisiin, esimerkiksi kirvoihin. Nikotiinilla on joitakin haitallisia ominaisuuksia, jotka vaikeuttavat sen käyttöä tuholaistorjunnassa.

Nikotiinin käsittely on hankalaa, se on erittäin myrkyllistä ihmiselle ja muille korkeammille eläimille ja sen tuottaminen on suhteellisen kallista (SCHMELTZ 1971).

### 3.3. Rotenoni

Rotenonia saadaan Fabaceae-heimon suvuista Derris, Lonchocarpus, Tephrosia ja Mundulea. Jo 1848 tiedettiin, että Derris-suvun kasvien juuri eli "tuba", on tehokas lehtiä syöviä toukkia vastaan (FUKAMI ja NAKAJIMA 1971). Myrkyin saamiseksi juuri kuivataan ja jauhetaan pölyksi, nestemäisiin preparaatteihin käytetään uutteita (SHEPARD 1951). Rotenonin tyyppisiä yhdisteitä, rotenoideja, on eristetty monista Fabaceae-heimon lajeista ja niiden kemiallinen rakenne on selvitetty. Korkeammassa kasveissa tiedetään esiintyvän 10 eri rotenoidia (esim. FUKAMI ja NAKAJIMA 1971).

Rotenonin teho perustuu hapenottokyvyn huomattavaan alenemiseen, mikä lopulta johtaa kuolemaan. Rotenoni soveltuu monien hyönteisten torjuntaan tehoten parhaiten kovakuoriaisiin ja perhostoukkiin. DAVIDSONin (1930) kasvihuonekokeessa rotenoni osoitautui käyttökelpoiseksi torjuttaessa persikkakirvaa (Myzus persicae), papukirvaa (Aphis fabae) ja kurkkukirvaa (A. gossypii). Se tehoi myös Thrips tabaci -ripsiaiseen. Kenttäkokeessa rotenoni tehoi naurisperhosen (Artogeia rapae) toukkaan.

Rotenoni toimii sekä kosketus- että suolimyrkkinä, mutta sen vaikutus on hidas. Näin ollen se ei yksinään sovellu käytettäväksi nopeasti syövien hyönteisten torjunnassa. Rotenonin etuja ovat mm. sen vain lievä myrkyllisyys selkärangkaisille sekä nopea hajoaminen myrkyttömiksi aineosiksi (FUKAMI ja NAKAJIMA 1971).

### 3.4. Kvassia

Kvassiaa on lajeissa Quassia amara, Aeschrion excelsa ja Ailanthus altissima (A. glandulosa). Kvassia vaikuttaa sekä suoli- että kosketusmyrkkynä, mutta se on hidaskaikuteinen ja tehoa lähinnä vain tiettyjen hyönteislajien toukkiin, esimerkiksi koloradonkuoriaisen (Leptinotarsa decemlineata) ja Hoplocampa-suvun toukkiin (CROSBY 1971).

### 3.5. Ryania

Ryaniaa sisältävät Ryania speciosa (R. pyrifera), R. dentata, R. acuminata, R. tomentosa, R. sagotiana ja R. subuliflora. Myrkkyä saadaan kuivista juurista, lehdistä ja varsista. Ryania on lyhytvaikutteinen kosketus- ja suolimyrkky. Se on myös melko valikoiva, mutta perhostoukkiin se yleensä tehoaa (esim. CROSBY 1971). HAMILTONin ja CLEVELANDin (1957) mukaan ryania tehoaa myös omenakääriäiseen (Cydia pomonella) ja PEPPER ja CARRUTH (1945), HAWKINS ja THURSTON (1949) sekä APPLE ja DECKER (1949) toteavat sen tehoavan eurooppalaiseen maissikoisaan (Ostrinia nubilalis).

### 3.6. Sabadilla ja hellebori

Sabadillaa saadaan Shoenocaulon officinale -lajin kuivatuiista kypsistä siemenistä. Kasvi tunnetaan myös nimillä S. officinarum, Veratrum sabadilla ja Asagraea officinalis ja se kasvaa sekä luonnonvaraisena että viljeltynä Keski- ja Etelä-Amerikan vuoristoalueilla. Sabadillaa on käytetty hyönteisten torjuntaan 1500-luvulta lähtien (CROSBY 1971).

Veratrum album, pärskäjuuri, on Euroopasta, Pohjois-Aasiasta ja Siperiasta kotoisin oleva kasvi, jonka juurista ja juurakoista saatava myrkky, hellebori, muistuttaa vaikutuksiltaan sabadillaa. Läheistä sukua V. album -lajille ovat Pohjos-Amerikassa kasvavat V. viride ja V. californicum, joista myös saadaan helleboria (esim. CROSBY 1971).

Sabadilla ja hellebori ovat tehokkaita kosketus- ja suolimyrkkyjä monia eri hyönteisiä vastaan. Ne sisältävät alkaloideja, jotka ovat myrkyllisiä lämminverisille eläimille (PETRISCHEVA 1945). ALLEN ym. (1945) tutkivat sabadillan siementen alkaloidia, jotka havaittiin hyvin tehokkaiksi huonekärpäsen (Musca domestica) torjunnassa. FISHER (1940) toteaa myös Veratrum viride -lajista valmistettujen preparaattien olleen myrkyllisiä aikuisille huonekärpäksille, sen sijaan vesiliukoiset uutteen osoittautuivat tehottomiksi persikkakirvaa (Myzus persicae) ja papukirvaa (Aphis fabae) vastaan. Myös McINDOO ja SIEVERS (1923)

havaittivat V. album -kasvista valmistetun aerosolin tehottomaksi kirvoihin.

### 3.7. Muita aineita

Mammeiinia on kauan käytetty insektisidinä läntisen pallonpuoliskon tropiikeissa. Sitä saadaan Mammea americana -lajista (Clusiaceae). Kasvin siemenistä tehty jauhe tai uute vaikuttaa kosketusmyrkyn tavoin. Mammeiinia on käytetty varsinkin täiden ja kirppujen hävittämiseen (esim. CROSBY 1971). PLANK (1944) totesi tutkimuksissaan Mammea americana -kasvin kypsistä siemenistä valmistetun pölytteen olevan hyvin myrkyllinen Cerotoma ruficornis -lajin aikuisiin, Diaphania hyalinata -lajin toukkiin, Spodoptera frugiperda -toukkiin sekä kaalikoin (Plutella xylostella) toukkiin. SIEVERSIN ym. (1949) mukaan kasvista valmistettu paloöljyeetteriuute tehoi hyvin sääskiin ja huonekärpäseen. Kypsistä siemenistä tehty pölyte tehoi erittäin hyvin naurisperhoseen (Artogeia rapae).

Jamssipapua (Pachyrrhizus erosus) viljellään laajalti trooppisilla alueilla ravintona käytettävien juuriensa vuoksi. Sen siemeniä on käytetty hyönteis- ja kalamyrkkinä monissa troopiikin maissa (HANSBERRY ja LEE 1943). Myös muiden Pachyrrhizus-suvun lajien tiedetään sisältävän myrkyllisiä aineita. PLANKIN (1944) kokeissa jauhe, jonka valmistamiseen oli käytetty kasvin siemeniä ja palkoja, tehoi hyvin Diaphania hyalinata -lajin toukkiin sekä kaalikoin toukkiin.

Haplophyton cimicidum -lajin kuivatusta lehdistä valmistettua jauhetta on käytetty hyönteismyrkkinä mm. Meksikossa ja Guatemalassa. Tripterygium wilfordii ja Euonymus europaeus, euroopan-sorvarinpensas, sisältävät hyönteisille myrkyllisiä aineita. T. wilfordii -kasvin alkaloidit muistuttavat suuresti ryanian alkaloideja. Kasvia on käytetty hyönteismyrkyn valmistukseen mm. Kiinassa. Myös esimerkiksi Annonaceae-heimon trooppisten lajien siemeniä on käytetty hyönteismyrkkinä. Heimon lajien lehdet, juuret ja kuori sisältävät nekin myrkyllisiä aineita (CROSBY 1971).

#### 4. PERIMÄTIETOOON JA VILJELIJÖIDEN KOKEMUKSIIN PERUSTUVAT KÄSITYKSET KASVIAINEIDEN KÄYTÖSTÄ TUHOLAISTORJUNNASSA

##### 4.1. Perimätietoja ja kokemuksia sisältävän kirjallisuuden luonteesta

Useat luonnonmukaisen viljelyn oppaat sisältävät tietoja kasviaineiden käytöstä tuholaisten torjunnassa. Tiedot esimerkiksi eri kasviuutteiden tehokkuudesta tuhohyönteisten vähentäjinä perustuvat yleensä perimätietoon tai viljelijöiden kokemuksiin. Näitä tietoja ei tulisi sellaisinaan rinnastaa tieteellisiin kokein saatuihin tietoihin. Biodynaamisessa viljelyssä suositeltavia torjuntakeinoja on koonnut esimerkiksi ARMAN (1973, 1980) ja luonnonmukaiseen viljelyyn soveltuvia torjuntaohjeita sisältävät myös mm. KREUTERin (1982) sekä SCHMIDin ja HENGGELEERin (1979) oppaat.

##### 4.2. Nokkonen

Luonnonmukaisessa viljelyssä nokkonen (Urtica dioica) on yksi suosituimmista tuholaisten torjuntakasveista. Biodynaamisen viljelyn oppaassaan ARMAN (1973) suosittelee kasvien käsitteilyä nokkosvedellä lehtikirvojen (Aphididae), kirppojen (Alticinae) ja porkkanakemppien (Trioza apicalis) torjumiseksi. Vaikeissa tapauksissa hän kuitenkin kehottaa käyttämään pyretriiniä. ARMANin (1980) mukaan nokkosvesi tehoaa myös sipulikärpäseen (Delia antiqua), hernekääriäiseen (Cydia nigricana), juovahernekärsäkkääseen (Sitona lineatus) sekä herneripsiäiseen (Kakothrips pisivorus). Nokkosveden tulisi olla vuorokauden seissyttä ja sitä olisi suihkutettava kasveille useita kertoja.

SCHMID ja HENGGELEER (1979) kehottavat ruiskuttamaan nokkosvettä jauhiaisten (Aleyrodidae) torjumiseksi. KREUTERin (1982) mukaan nokkosvesi on hyönteisiä, etenkin lehtikirvoja, karkottava ja sitä voidaan ruiskuttaa kasvien lehdille kasvukaudella esimerkiksi lantaveteen sekoitettuna. Kylmän nokkosuutteen mainitaan olevan hyvä torjuntakeino hedelmäpuiden ja marjapensaiden kirvoja vastaan (ANON. 1974).

#### 4.3. Tomaatti

Tomaatista (Lycopersicon esculentum) tehtyä uutetta suositellaan erityisesti kaaliperhosen (Pieris brassicae) toukkien torjuntaan KREUTER (1982). SCHREIBERin (1915 a) mukaan kaaliperhosen toukkia torjuva uute valmistetaan keittämällä tomaatin lehtiä ja varsia vedessä ainakin 6 tuntia, kunnes uute muuttuu väriltään punaruskeaksi. ARMAN (1980) neuvoo valmistamaan uutteen tomaatin lehdistä ja koiruhosta ja kehottaa ruiskuttamaan sitä kaaliperhosen karkottamiseksi.

#### 4.4. Sipuli

Sipuli (Allium sp.) on tuholaistorjunnassa suosittu seurakasvi, mutta siitä valmistettua vesiuutettakin käytetään usein tuholaisten karkottamisessa. 5-7 vuorokautta seissyt sipulinkuoritee mainitaan hyvänä keinona porkkanakärpäsen (Psila rosae) ja perunaruton (Phytophthora infestans) torjumiseksi (ANON. 1974). ARMAN (1979) neuvoo kastelemaan kaalikärpästoukkien vaivaamia kasveja sipulivedellä. SCHMID ja HENGgeler (1979) suosittelevat sipulinkuoriteetä kirvojen torjuntaan ja valkosipuliteetä kirvojen ja punkkien torjuntaan.

#### 4.5. Pietaryrtti

Biodynaamisessa viljelyssä porkkanakärpästen torjuntaan suositellaan mm. pietaryrtistä (Tanacetum vulgare) tehdyn jauheen sirottelua kylvövakoihin ja myöhemmin rivien päälle. SCHMID ja HENGgeler (1979) ehdottavat pietaryrttiteen ruiskuttamista kirvojen, juovahernekärsäkkään (Sitona lineatus), hernesääsken (Contarinia pisi), omenakääriäisen (Cydia pomonella) sekä kirppojen (Phyllotreta sp.) vaivaamille kasveille. KREUTERin (1982) mukaan pietaryrtti karkottaa muurahaisia (Formicidae) ja soveltuu mm. punkkien (Acarina) torjuntaan kasvien lehdille ja maaperään ruiskutettuna.

#### 4.6. Koiruoho ja pujo

Koiruhosta (Artemisia absinthium) valmistettu tee soveltuu kirvojen, juovahernekärsäkkään, hernesääsken, omenakääriäisen



sekä kirppojen torjuntaan (SCHMID ja HENGgeler 1979). KREUTERin (1982) mukaan se karkottaa muurahaisia pujan (A. vulgaris) soveltuessa kaaliperhosten karkottamiseen.

#### 4.7. Peltokorte

Tuhohyönteisiltä ja sienitaudeilta suojaavan ympäristön luomiseksi voidaan ARMANin (1973, 1975) mukaan käyttää peltokortteesta (Equisetum arvense) tehtyä uutetta, joka torjuu esimerkiksi perunaruttoa. Lehtikirvoja ja punaisia punkkeja, joilla tarkoitettaneen tässä vihannespunkkeja, torjuttaessa 4-5 vuorokautta seissyttä peltokorteteitä suositellaan ruiskutettavaksi kasvin lehtien ylä- ja alapuolelle (ANON. 1974).

#### 4.8. Kivikkoalvejuuri

Kivikkoalvejuuren (Dryopteris filix-mas) juurakosta saatavaa jauhetta on muinaisista ajoista asti käytetty matolääkkeenä (SHEPARD 1951). KREUTERin (1982) mukaan kasvi karkottaa kotiloita, muurahaisia ja useita kirvalajeja.

#### 4.9. Muita kasveja

Edellä mainittujen kasvien lisäksi on muitakin lajeja, joiden mainitaan soveltuvan tuholaistorjuntaan. Esimerkiksi raparperi-lehtiteetä suositellaan papukirvan (Aphis fabae) torjuntaan (SCHMID ja HENGgeler 1979). KREUTERin (1982) mukaan basilika (Ocimum basilicum) karkottaa karpäsiä, tilli (Anethum graveolens) kaaliperhosia, laventeli (Lavandula angustifolia) muurahaisia ja kirvoja, piparjuuri (Armoracia rusticana) koloradonkuoriaisia, piparminttu (Mentha piperita) kaaliperhosia ja kirvoja sekä tarha-ajuruoho (Thymus vulgaris) kaaliperhosia ja kotiloita.

## 5. TUTKIMUSTULOKSIA KASVIEN SISÄLTÄMIEN AINEIDEN KÄYTTÖKELPOISUUDESTA INSEKTISIDEINÄ

### 5.1. Injektio- ja upotuskokeissa saatuja tuloksia kasviuutteiden myrkyllisyydestä hyönteisille

Vuonna 1939 aloitettiin Yhdysvalloissa tutkimus, jossa pyrittiin selvittämään noin 2500 eri kasvilajin myrkyllisyys koe-eläiminä käytettyihin hyönteisiin (HEAL ym. 1950). Jokaisesta tutkittavasta kasvilajista valmistettiin vesiute, jota injektoitiin aikuisen sokeritorakan (Periplaneta americana) verenkiertoon. Toisen asteen testeissä käytettiin lisäksi alkoholi- ja paloöljyeetteriuutetta.

Injektio- ja upotuskokeita täydennettiin upottamalla russakka (Blattella germanica) ja Oncopeltus fasciatus -lude kasviuutteeseen. Ensimmäisen kokeen osoittivat tiettyjen kasviainesten olevan verenkiertoon injektoituina myrkyllisiä mutta käytännössä vailla merkitystä kosketus- ja suolimyrkkyinä. Tällaisia ovat esimerkiksi saponiinit, joita on monien kasvien solukoissa (HEAL ym. 1950).

Hyvin myrkyllisiksi sokeritorakan verenkiertoon injektoituina todettiin mm. seuraavista lajeista valmistetut vesiutteet:

<i>Amanita muscaria</i>	(Agaricaceae)	punakärpässiä
<i>Equisetum arvense</i>	(Equisetaceae)	peltokorte
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(Ceratophyllaceae)	karvalehti
<i>Myrica gale</i>	(Myricaceae)	suomyrtti (uutteessa oksat ja lehdet)
<i>Bellis perennis</i>	(Asteraceae)	kaunokainen
<i>Polygonatum biflorum</i>	(Liliaceae)	(uutteessa maanalaiset osat)
<i>Veratrum album</i>	(Liliaceae)	pärskäjuuri

Myrkyllisiä olivat sokeritorakkaan injektoituina seuraavien lajien vesiutteet:

<i>Vicia sativa</i>	(Fabaceae)	rehuvirna (uutteessa siemenet)
<i>Petroselinum crispum</i>	(Apiaceae)	persilja (uutteessa siemenet)

Andromeda polifolia	(Ericaceae)	suokukka (uutteessa oksat ja lehdet)
Glaux maritima	(Primulaceae)	rannikki
Rumex obtusifolius	(Polygonaceae)	tylppälehtihierakka
Polygonum aviculare	(Polygonaceae)	pihatatar
Rosmarinus officinalis	(Lamiaceae)	rosmariini (uutteessa lehdet)
Artemisia vulgaris	(Asteraceae)	pujo

Lievästi myrkyllisiksi osoittautuivat mm. seuraavista lajeista tehdyt vesiuutteet:

Chara sp.	(Characeae)	
Dryopteris filix-mas	(Aspidiaceae)	kivikkoalvejuuri (uutteessa lehdet)

Kokeissa, joissa russakka ja Oncopeltus fasciatus -lude upotettiin eri kasviuutteisiin, hyvin myrkyllisiä olivat mm. pärskäjuuren (Veratrum album) ja suomyrtilin (Myrica gale) vesiuutteet. Myrkyllisiksi todettiin metsänätkelmän (Lathyrus sylvestris, Fabaceae) varsista ja lehdistä valmistettu vesiuute. Mm. punakärpässien, kivikkoalvejuuren ja karvalehden vesiuutteilla ei ollut lainkaan tehoa upotuskokeessa. Peltohatikasta (Spergula arvensis, Caryophyllaceae) sekä Mammea americana -lajista (Clusiaceae) tehdyt vesiuutteet osoittautuivat upotuskokeessa myrkyllisiksi Oncopeltus fasciatus -lajille, mutta russakkaan niillä ei ollut vaikutusta. Myös injektiokekeessa ne olivat myrkyttömiä sokeritorakalle (HEAL ym. 1950).

## 5.2. Sääskeitoukalle myrkyllisiä kasviuutteita

Pyrkiessään löytämään tuholaistorjuntaan soveltuvia kasveja HARTZELL ja WILCOXON (1941) tutkivat laboratoriossa 150 kasvilajia tai -lajiketta koe-eläiminään Culex quinquefasciatus -toukat. Koska sääskeitoukat ovat kirjoittajien mukaan suhteellisen herkkiä insektisideille, voitiin täten havaita jokainen hiemankin lupaavalta vaikuttava aine. Kasvit kuivattiin, jauhettiin hienoksi, ja niistä valmistettiin vesi- tai asetoniute, johon koe-eläimet asetettiin noin 16 tunniksi. Sääskeitoukille myrkyllisimmiksi osoittautuneet kasviuutteet näkyvät seuraavalla sivulla olevasta

taulukosta 1.

Monet biodynaamisessa ym. luonnonmukaisessa viljelyssä suositut torjuntakasvit tehosivat huonosti Culex quinquefasciatus -toukkiin. Esimerkiksi koiruohon (Artemisia absinthium) lehdistä valmistettu asetoniuute tappoi vain 15 % toukista. Aaprotista (Artemisia abrotanum) valmistetut asetoni- ja vesiuutteet olivat täysin tehottomia. Pietaryrtistä (Tanacetum vulgare) tehty asetoniuute tappoi 10-30 % toukista (HARTZELL ja WILCOXON 1941).

Taulukko 1. Culex quinquefasciatus -toukille myrkyllisiä kasviuutteita ja toukkien kuolevuus prosentteina (= K %) HARTZELLin ja WILCOXONin (1941) mukaan.

laji		uutteeseen käytetty kasvinosa	liuotin	K %
Brauneria sp.		juuret	asetoni	100
Dryopteris filix-mas	kivikkoalvejuuri	juurakko	asetoni	100
Brassica nigra	mustasinappi	siemenet	vesi	100
Inula helenium	isohirvenjuuri	juuret	asetoni	100
Pimenta acris		lehtiöljy	asetoni	100
Cucurbita pepo	kurpitsa	siemenet	asetoni	100
Salvia officinalis	ryytisalvia	juuret	asetoni	95
Populus sp.		lehdet	asetoni	95
Carum carvi	kumina	siemenet	asetoni	90
Hydrangea arborescens	pallohortensia	juuret	asetoni	90
Liriodendron tulipifera	tulppaanipuu	lehdet	vesi	85
Salvia officinalis	ryytisalvia	lehdet	asetoni	80
Juniperus sp.	kataja	kypsät marjat	asetoni	70
Berberis sp.	happomarja	juuret	asetoni	70
Rheum officinale		juuret	vesi	70
Tussilago farfara	leskenlehti	juuret	vesi	70
Allium schoenoprasum	ruoholaukka	koko kasvi	vesi	70
Hydrastis canadensis		juuret	vesi	70

### 5.3. Tomaatilla tehtyjä kokeita

Tomaatti (Lycopersicon esculentum) kuuluu Solanaceae-heimoon, jonka lajeista monen on osoitettu sisältävän mm. karkottavia ja hyönteisille myrkyllisiä sekundaariyhdisteitä. Muihin kasveihin verrattuna tomaatin käyttökelpoisuutta tuholaistorjunnassa on tutkittu melko paljon. SCHREIBERin (1915 b) kenttäkokeissa kuivatetuista tomaatin versoista valmistettu vesiuute havaittiin hyvin tehokkaaksi kirvoja (Aphidioidea), kaaliperhosia (Pieris brassicae), naurisperhosia (Artogeia rapae), lanttu-perhosia (A. napi), kaalikoita (Plutella xylostella), kaaliyökkösiä (Mamestra brassicae) sekä kirppoja (Phyllotreta sp.) torjuttaessa. Uutetta ruiskutettiin kasveille kahdesti vuorokaudessa, aikaisin aamulla ja auringon laskiessa.

GORIAINOVin (1916) laboratoriokokeissa tomaattiuute ei tehonnut testihyönteisinä käytettyihin tarharengaskehrääjään (Malacosoma neustria) ja nokkosperhoseen (Aglais urticae). Huonon tuloksen syyksi kirjoittaja arvelee uutteen laimeutta. KUHN ym. (1950) kokeilivat tomaatista valmistetun vesiuutteen tehoa koloradonkuoriaiseen (Leptinotarsa decemlineata). Perunan lehdillä oleva uute karkotti koloradonkuoriaisen toukat täysin, kun tomatiinipitoisuus lehdillä oli 0,5 %.

Tietyn tomaattilajikkeen rauhaskarvoista, lehdistä ja hedelmistä tehdyn etanoliuutteen on todettu sisältävän vihannespunkin (Tetranychus urticae) ja T. cinnabarinus -punkin aikuisia naaraita ja nuoruusasteita karkottavia aineita. Em. lajien koiraisiin ja T. turkestani -punkkiin aineet eivät sen sijaan vaikuttaneet. Uutteen karkottava vaikutus väheni noin puoleen alkuperäisestä 1,7 tunnissa (CANTELO ym. 1974).

LUNDGREN (1975) on tutkinut valintakammiokeihin mm. tomaatin merkitystä kaaliperhosen muninnalle. Tomaatin lehdistä valmistettu vesiuute, nuoret versot, pakastetut versot ja hienonnetut lehdet näyttivät vähentävän kaaliperhosen munintaa kaalin lehdistä. Tehokkaimmin munintaa ehkäisivät nuoret versot ja hienonnetut tomaatin lehdet. Tulosten perusteella LUNDGREN arvelee tomaatin sisältävän haihtuvia, munintaa ehkäiseviä aineita, joita perhoset aistivat. Myös myöhemmät laboratoriokokeet (LUNDGREN ym. 1978) osoittavat tomaatin versoista tehdyn mehun voimakkaan tuoksun

vähentävän kaaliperhosnaaraiden munintaa merkitsevästi.

Kirjoittajat toteavat kuitenkin, ettei saavutettu torjuntatehokkuus vielä ole riittävä käytännön torjuntaa ajatellen.

#### 5.4. Muilla kasveilla tehtyjä kokeita

Tiettyjen kasviuutteiden karkotustehoa munia laskeviin Pieris- ja Artogeia-sukujen perhosiin on tutkittu valintakammiokeinein (LUNDGREN 1975, LUNDGREN ym. 1978). Kultalakan (Cheiranthus cheiri) lehdistä puristettu mehu karkotti voimakkaasti kaaliperhosia ja lanttuperhosia. Mustaseljan (Sambucus nigra) lehtimehu kaalin lehdille siveltynä karkotti tehokkaasti lanttuperhosia (LUNDGREN 1978). Toisessa kokeessa (LUNDGREN 1975) kukista valmistettu eetteriuute vähensi kaaliperhosen munintaa huomattavasti ja vesi- ja eetteriuutteen sively kaalin lehdille ehkäisi jonkin verran lanttuperhosen munintaa.

Tarha-ajuruohon (Thymus vulgaris) ja kangasajuruohon (T. serpyllum) karkottava vaikutus perhosiin oli heikko. Lutukan (Capsella bursa-pastoris) lehdille kaaliperhoset eivät laskeneet munia lainkaan (LUNDGREN 1978). Ryytisalviasta (Salvia officinalis) ja siemensipulin (Allium cepa) lehdistä valmistetut eetteriuutteen vähensivät selvästi lanttuperhosen munintaa. Siemensipuliuute tehoi viimeksi mainituista uutteista paremmin.

Artemisia-suku (Asteraceae) on usein ollut tutkimuskohteena kasviperäisiä torjunta-aineita etsittäessä. Artemisia absinthium, koiruoho, tehoi SCHREIBERin (1915 b) kenttäkokeissa vesiuutteenä vain heikosti kirppoihin (Phyllotreta sp.). Kirvoihin (Aphis sp.), kaalikoihin (Plutella xylostella) ja Mamestra brassicae-lajiin uute ei tehonnut. GORIAINOV (1916) kokeili laboratoriossa pitoisuuksiltaan erilaisia koiruohosta valmistettuja vesiuutteita orapihlajaperhosen (Aporia crataegi), nokkosperhosen ja kaaliperhosen torjuntaan, mutta tulokset olivat heikot. LUNDGRENin (1975) laboratoriokokeissa koiruohosta ja aaprotista (A. abrotanum) valmistetut uutteet vähensivät kumpikin kaaliperhosen ja lanttuperhosen munintaa.

Hyoscyamus niger, hullukaali, kuuluu Solanaceae-heimoon.

SCHREIBER (1915 b) tutki kukkivana kuivatusta kasvista valmiste-

tun vesiuutteen tehoa tuhohyönteisiin. Uute torjui kenttäkokeissa vain kirvoja (Aphis sp.), mutta se ei tehonnut kirppoihin (Phyllotreta sp.), kaalikoihin eikä Mamestra brassicae -lajiin. GORIAINOVin (1916) kokeissa hullukaalista tehty vesiuute, jolla koehyönteisen ravintokasvi oli kostutettu, tappoi 76 % Malacosoma neustria -yksilöistä, 45 % nokkosperhosista ja 100 % isoista karviaispistiäisistä (Nematus ribesii).

Monet siperialaiseen lajistoon kuuluvat kasvit soveltuvat PETRISCHEVAN (1945) mukaan tuhohyönteisten torjuntaan. Tutkimuksessa sääskille, kärpäsille, täille, luteille, torakoille ja muurahaisille myrkyllisiksi havaittuja kasveja ovat mm. isohirvenjuuri (Inula helenium), ritarinkannus (Delphinium elatum), Delphinium retropilosum, Villosum laxiflorum, Aconitum barbatum, A. excelsum ja A. lycoctonum. PETRISCHEVAN mukaan em. kasvit kuuluvat voimakkaimpiin kasveista peräisin oleviin insektisideihin.

Pippurin (Piper nigrum) alkaloidi, piperiini, jota saadaan kasvin kuivatuista hedelmistä, on HARVILLin ym. (1943) mukaan pyretriiniä myrkyllisempi huonekärpäselle (Musca domestica). HARTZELLin (1944) laboratoriokokeissa Piper nigrum -lajista ja P. cubeba -lajista tehdyt asetoniutteen olivat hyvin myrkyllisiä Culex quinquefasciatus -toukille, mutta pippurin kuivatuista hedelmistä tehty asetoniute ei kuitenkaan tehonnut kosketusmyrkkynä papukirvaan (Aphis fabae).

Jalokastanjan (Castanea sativa) lehdistä tehty vesiuute karkottaa Scrobipalpa ocellatella -perhosen naaraita ja ehkäisee niiden munintaa. ROBERTin (1976) tutkimuksessa sokerijuurikas saatiin kyseisen perhoslajin isäntäkasviksi kelpaamattomaksi ruiskuttamalla sen päälle jalokastanjan lehdistä tehtyä vesiuutetta. Ko. kasvin hedelmistä tai puuaineksesta valmistetuilla uutteilla ei ollut vastaavaa vaikutusta.

Intiassa on tutkittu kasviuutteen tehoa Bagrada cruciferarum -lajiin, joka on ristikukkaiskasveja vaivaava tuholainen. Kenttäkokeissa Diospyros indica -kasvin hedelmistä valmistettu 2 % uute tappoi noin 93 % ja vastaava uute Martynia diandra -kasvista tappoi noin 87 % tuholaisista. Laboratoriossa kuole-

vuudet olivat 24 tunnin jälkeen 100 % ja 93 %. Basilikan (Ocimum basilicum) siemenistä tehty 2 % uute tappoi kenttäkokeissa jopa 100 % ja laboratoriossa 24 tunnin kuluttua noin 87 % hyönteisistä. Rohtorautayrtin (Verbena officinalis) lehdistä valmistettu uute tappoi kenttäkokeessa noin 87 % ja laboratoriossa noin 97 % tuholaisista (PANDEY ja VERMA 1982).

## 6. KASVEISTA PERÄISIN OLEVIEN INSEKTISIDIEN TUTKIMISESTA JA TULEVAISUUDESTA

Monet kasvien sisältämiä insektisidejä koskevat kokeet ovat arvoltaan kyseenalaisia mm. siksi, että koehyönteiseksi on valittu sopimaton laji. Tähän seikkaan on kiinnittänyt huomiota esimerkiksi ROARK (1942). Orgaaniset yhdisteet vaikuttavat eri hyönteisiin hyvin eri tavoin, minkä vuoksi sopivan koehyönteisen valinta on tärkeätä. Koekasvia valittaessa olisi otettava huomioon tutkittavan kasvin ikä ja kasvin kemialliseen koostumukseen vaikuttavat seikat, esimerkiksi maaperä- ja ilmasto-olosuhteet. Myös sopivan liuottimen käyttö kasvin myrkyllisten ainesten uuttamisessa on tärkeätä.

Tutkittaessa kasveja mahdollisten hyönteismyrkkyjen löytämiseksi tulisi kiinnittää huomiota mm. seuraaviin seikkoihin:

- (1) Kasvilaji pitäisi määrittää tarkasti.
- (2) Kasvin kaikki osat tulisi tutkia, sillä eri kasvinosien kemiallinen koostumus voi suuresti vaihdella.
- (3) Kasviainees tulisi tutkia sekä tuoreena että kuivattuna.
- (4) Eri kasvinosat olisi tutkittava kosketus-, suoli- ja hengitysmyrkkyinä.
- (5) Koehyönteisinä tulisi olla sekä kova- että pehmeäruumiisia hyönteisiä.
- (6) Koehyönteisiksi pitäisi mahdollisuuksien mukaan valita tuholaisina merkittäviä lajeja.
- (7) Mahdollisten insektisidien vaikutusta tulisi tutkia koehyönteisen eri kehitystasasteilla.
- (8) Mahdolliset insektisidit tulisi tutkia sekä pölytteenä että uutteenä.



Kiinnostus kasveista peräisin olevien insektisidien tutkimiseen on viime vuosina lisääntynyt. Kun kemiallisten torjunta-aineiden haitoista on saatu yhä enemmän tietoa, pyrkimykset luontoon paremmin soveltuvien torjunta-aineiden kehittämiseksi ovat kasvaneet. Kasveista saatavien aineiden tutkimista tulisi-kin entisestään tehostaa, jotta uusia tuholaistorjuntaan sopivia aineita voitaisiin löytää. Aineiden eri ominaisuudet olisi tarkoin tutkittava ja hyönteisille myrkylliset aineosat selvitetty. Kasveista peräisin olevien torjunta-aineiden ohella tulisi tehokkaasti tutkia myös muita synteettisille torjunta-aineille vaihtoehtoisia menetelmiä, joita ovat esimerkiksi mekaaniset ja biologiset menetelmät, kasvinvuorotus ja kestävien lajikkeiden viljely.

Ideaalitorjunta-aineen pitäisi olla myrkyllinen hyönteisille taloudellisin annoksin käytettynä, mutta se ei saisi vahingoittaa ympäristöä esimerkiksi rikastumalla ravintoketjuihin. Se ei saisi vahingoittaa kasveja, joille sitä käytetään, eikä siitä saisi jäädä jäämiä elintarvikkeisiin niin, että ne olisivat myrkyllisiä ihmiselle tai kotieläimille. 1930-luvulla arveltiin nämä vaatimukset täyttävän aineen löytyvän todennäköisemmin orgaanisista kuin epäorgaanisista yhdisteistä (esim. ROARK 1935). Ideaalitorjunta-aineen löytäminen ja kehittäminen on kuitenkin osoittautunut vaikeaksi tehtäväksi. Tällä hetkellä kasveista peräisin olevien aineiden merkitys tuholaistorjunnassa on pyrettiiniä lukuunottamatta edelleen vähäinen synteettisiin torjunta-aineisiin verrattuna. Nopeaa muutosta tilanteeseen on tuskin odotettavissa lähivuosina. Synteettisten torjunta-aineiden käyttöä vähennettäneen kuitenkin asteittain vaihtoehtoisten torjuntamenetelmien parantuessa.

CROSBY (1971) on koonnut eri tutkimustulosten perusteella luettelon kasveista, joita voidaan pitää lupaavina hyönteismyrkkyjä etsittäessä. Seuraavalla sivulla taulukossa 2. luettelo esitetään lyhennettynä. CROSBYn mukaan voidaan yleistäen todeta, että lupaavia, mahdollisesti insektisidejä sisältäviä kasveja on enemmän tropiikin kuin lauhkean vyöhykkeen alueella.

Taulukko 2. Lupaavia insektisidikasveja (CROSBY 1971)

laji		heimo	käytettävä kasvinosa
<i>Dryopteris filix-mas</i>	kivikkoalvejuuri	Aspidiaceae	juuret
<i>Pinus taeda</i>		Pinaceae	siemenet
<i>Pinus virginiana</i>	virginianmänty	Pinaceae	siemenet
<i>Aconitum chinense</i>		Ranunculaceae	koko kasvi
<i>Delphinium delavayi</i>		Ranunculaceae	koko kasvi
<i>Derris fordii</i>		Fabaceae	juuret
<i>Pachyrrhizus erosus</i>		Fabaceae	siemenet
<i>Pachyrrhizus tuberosus</i>		Fabaceae	siemenet
<i>Tephrosia virginiana</i>		Fabaceae	juuret
<i>Tephrosia vogelii</i>		Fabaceae	juuret
<i>Pastinaca sativa</i>	palsternakka	Apiaceae	juuret
<i>Mammea americana</i>		Clusiaceae	siemenet
<i>Brassica napus</i>	lanttu, rapsi	Brassicaceae	juuret
<i>Brassica rapa</i>	nauris, rypsi	Brassicaceae	juuret
<i>Populus candicans</i>		Salicaceae	koko kasvi
<i>Lychnis coronaria</i>	harmaakäenkukka	Caryophyllaceae	koko kasvi
<i>Gardenia campanulata</i>		Rubiaceae	hedelmät
<i>Artemisia vulgaris</i>	pujo	Asteraceae	koko kasvi
<i>Inula helenium</i>	isohirvenjuuri	Asteraceae	juuret
<i>Veratrum nigrum</i>		Liliaceae	juuret
<i>Piper nigrum</i>	pippuri	Piperaceae	hedelmät
<i>Piper cubeba</i>		Piperaceae	hedelmät
<i>Cucurbita pepo</i>	kurpitsa	Cucurbitaceae	siemenet
<i>Euonymus europaeus</i>		Celastraceae	hedelmät
<i>Tripterygium forrestii</i>		Celastraceae	juuret
<i>Pimenta acris</i>		Myrtaceae	lehdet
<i>Nerium oleander</i>	oleanteri	Apocynaceae	lehdet
<i>Zanthoxylum hamiltonianum</i>		Rutaceae	juuret

## 7. KIRJALLISUUS

- ALLEN, T.C., LINK, K.P., IKAWA, M. & BRUNN, L.K. 1945. The relative effectiveness of the principal alkaloids of *sabadilla* seed. *J. Econ. Ent.* 38: 293-296.
- ANDERSSON, B.Å., LUNDGREN, L. & STENHAGEN, G. 1978. Nytt från växtfrånten: stinkbomber håller fienden borta. *Forskning och Framsteg* 3: 1-8.
- ANON. 1974. Biodynaamiset preparaatit. Käyttöohjeet. Kokemuksia ja tutkimustuloksia. Biodynaaminen Yhdistys r.y. 18 p. Helsinki
- APPLE, J.W. & DECKER, G.C. 1949. Insecticidal dust formulations for corn borer control. *J. Econ. Ent.* 42: 88-92.
- ARMAN, K. 1973. Biodynaaminen viljely. 134 p. Helsinki.
- 1975. *Itu. Biodynaaminen maatalous.* 89 p. Espoo.
- 1980. *Viljelemme biodynaamisesti.* 173 p. Helsinki.
- BECK, S.D. 1965. Resistance of plants to insects. *Ann. Rev. Ent.* 10: 207-232.
- CANTELO, W.W., BOSWELL, A.L. & ARGAUER, R.J. 1974. *Tetranychus* mite repellent in tomato. *Environmental Entomology* 3: 128-130.
- CROSBY, D.G. 1971. Minor insecticides of plant origin. - In: JACOBSON, M. & CROSBY, D.G. (ed.). *Naturally occurring insecticides*, 177-239. New York.
- DAVIDSON, W.M. 1930. Rotenone as a contact insecticide. *J. Econ. Ent.* 23: 868-874.
- EHRLICH, P.R. & RAVEN, H.R. 1967. Butterflies and plants. *Scient. Amer.* 216(6): 104-113.
- FISHER, R.A. 1940. Insecticidal action of extracts of *Veratrum viride*. *J. Econ. Ent.* 33: 728-734.
- FOCK, R. 1978. Luonnon pyretriinistä ja teollisista pyrethroideista *Kemia-Kemi* 5: 20-22.
- FRAENKEL, G.S. 1959. The *raison d'etre* of secondary plant substances. *Science* 129: 1466-1470.
- FUKAMI, H. & NAKAJIMA, M. 1971. Rotenone and the rotenoids. - In: JACOBSON, M. & CROSBY, D.G. (ed.). *Naturally occurring insecticides*, 71-97. New York.
- GORIAINOV, A. 1916. Experiments with some vegetable and mineral insecticides. The protection of plants from pests. Supplement to: *Friend of Nature* 1-2: 1-28. Petrograd. Ref. in: *Rev. Appl. Ent. A* 5: 24-26.

- HAMILTON, D.W. & CLEVELAND, M.L. 1957. Control of the codling moth and other apple pests with ryania. J. Econ. Ent. 50: 756-759.
- HANSBERRY, R. & LEE, C. 1943. The yam bean, *Pachyrrhizus erosus* Urban, as a possible insecticide. J. Econ. Ent. 36: 351-352.
- HARTZELL, A. & WILCOXON, F. 1941. A survey of plant products for insecticidal properties. Contr. Boyce Thompson Inst. 12: 127-141.
- 1944. Further tests on plant products for insecticidal properties. Contr. Boyce Thompson Inst. 13: 243-252.
- HARVILL, E.K., HARTZELL, A. & ARTHUR, J.M. 1943. Toxicity of piperine solutions to houseflies. Contr. Boyce Thompson Inst. 13: 87-92.
- HAUKIOJA, E., NIEMELÄ, P., ISO-IIIVARI, L., SIRÉN, S., KAPIAINEN, K., LAINE, K.J., HANHIMÄKI, S. & JOKINEN, M. 1981. Koivun merkitys tunturimittarin kannanvaihtelussa. Luonnon Tutkija 85: 127-140.
- HAWKINS, J.H. & THURSTON, R. 1949. Some phases of european corn borer control in central Maine. J. Econ. Ent. 42: 306-311.
- HEAL, R.E., ROGERS, E.F., WALLACE, R.T. & STARNES, O. 1950. A survey of plants for insecticidal activity. Lloydia 13: 89-162.
- JACOBSON, M. 1958. Insecticides from plants. A review of the literature, 1941-1953. Agriculture Handbook No. 154. U.S. Dept. Agr. 299 p. Washington.
- JERMY, T. 1976. Insect - host-plant relationship - co-evolution or sequential evolution. - In: JERMY, T. (ed.). The host-plant in relation to insect behaviour and reproduction, 109-113. New York and London.
- KREUTER, M.-L. 1982. Biologischer Pflanzenschutz. Naturgemässe Abwehr von Schädlingen und Krankheiten. 125 p. München.
- KUHN, R., LÖW, I. & GAUHE, A. 1950. Über das Alkaloidglykosid von *Lycopersicum esculentum* var. *pruniforme* und Seine Wirkung auf die Larven des Kartoffelkäfers. Chem. Ber. 83: 448-452. (Ref. Jacobson, M. 1958.)
- LUNDGREN, L. 1975. Natural plant chemicals acting as oviposition deterrents on cabbage butterflies (*Pieris brassicae* L., *P. rapae* L. and *P. napi* L.). Zoologica Scripta 4: 253-258.
- , ANDERSSON, B.Å. & STENHAGEN, G. 1978. Växtsubstansers deterrent- och repellentverkan på skadeinsekter. Statens naturvårdsverk. 200 p. Solna.

- MATSUI, M. & YAMAMOTO, I. 1971. Pyrethroids. - In: JACOBSON, M. & CROSBY, D.G. (ed.). Naturally occurring insecticides, 3-70. New York.
- McINDOO, N.E. & SIEVERS, A.F. 1923. Plants tested for or reported to have insecticidal action. U.S. Dept. Agr. Bull. 1201. (Ref. Fisher, R.A. 1940.)
- McLAUGHLIN, G.A. 1973. History of pyrethrum. - In: CASIDA, J.E. (ed.). Pyrethrum, the natural insecticide, 3-15. New York.
- PAINTER, R.H. 1951. Insect resistance in crop plants. 520 p. New York.
- PANDEY, U.K. & VERMA, G.S. 1982. Effectiveness of some indigenous plant products against insect-pests of cruciferous vegetables, *Bagrada cruciferarum* Kirk. Z. Angew. Zool. 69: 129-132.
- PEPPER, B.B. & CARRUTH, L.A. 1945. A new plant insecticide for control of the european corn borer. J. Econ. Ent. 38: 59-66.
- PETRISCHEVA, P.A. 1945. Plant insecticides. Amer. Rev. Soviet Med. 2: 471-473.
- PLANK, H.K. 1944. Insecticidal properties of mamey and other plants in Puerto Rico. J. Econ. Ent. 37: 737-739.
- ROARK, R.C. 1935. Advantages and limitations of organic insecticides. J. Econ. Ent. 28: 211-215.
- 1942. The examination of plants for insecticidal constituents. J. Econ. Ent. 35: 273-275.
- ROBERT, P. 1976. Inhibitory action of chestnut-leaf extracts (*Castanea sativa* Mill.) on oviposition and oogenesis of the sugar beet moth (*Scrobipalpa ocellatella* Boyd.; Lepidoptera, Gelechiidae). - In: JERMY, T. (ed.). The host-plant in relation to insect behaviour and reproduction, 223-227. New York and London.
- ROTHSCHILD, M. 1973. Secondary plant substances and warning coloration in insects. - In: EMDEN, H.F. van (ed.). Insect/plan relationships, 59-83. Oxford.
- SCHMELTZ, I. 1971. Nicotine and other tobacco alkaloids. - In: JACOBSON, M. & CROSBY, D.G. (ed.). Naturally occurring insecticides, 99-136. New York.
- SCHMID, O. & HENGGELER, S. 1979. Biologischer Pflanzenschutz im Garten. 207 p. Aarau.
- SCHREIBER, A.F. 1915 a. The control of *Pieris brassicae*. Orchard & Market-Garden 3: 140-142. Moscow. Ref. in: Rev. Appl. Ent. A 3: 440.

- 1915 b. Vegetable insecticides. *The Horticulturist* 12: 903-912.  
Rostov-on-Don. Ref. in: *Rev. Appl. Ent.* A 4: 59.
- SELF, L.S., GUTHRIE, F.E. & HODGSON, E. 1964. Metabolism of nicotine by tobacco-feeding insects. *Nature* 204: 300-301.
- SHEPARD, H.H. 1951. *The chemistry and action of insecticides.* 504 p. New York.
- SHOREY, H.H. 1977. Interaction of insects with their chemical environment. - In: SHOREY, H.H. & McKELVEY, J.J., Jr. (ed.). *Chemical control of insect behavior. Theory and application,* 1-5. New York.
- SIEVERS, A.F., ARCHER, W.A., MOORE, R.H. & McGOVRAN, E.R. 1949. Insecticidal tests of plants from tropical America. *J. Econ. Ent.* 42: 549-551.
- SOUTHWOOD, T.R. 1973. The insect/plant relationship - an evolutionary perspective. - In: EMDEN, H.F. van (ed.). *Insect/plant relationships,* 3-30. Oxford.
- TIITTANEN, K. 1978. The effect of pyrethrum on pests of vegetables in home gardens. *Pyrethrum Post* 14(3): 63-64.
- TINNILÄ, A. 1978. Pyretriini eilen, tänään ja huomenna. *Kasvinsuojelulehti* 11(4): 55-61.
- TUOMI, J. 1977. Puolustautuvatko kasvit kasvinsyöjiä vastaan? *Luonnon Tutkija* 81: 33-39.
- WHITTAKER, R.H. & FEENY, P.P. 1971. Allelochemics: chemical interactions between species. *Science* 171: 757-770.

