



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Funn av rester av plantevernmidler i organiske gjødselvarer i 2023

Overvåking- og kartleggingsprogram

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 67 | 2024



Marit Almvik, Kari Stuveseth, Henriette Engen Berg, Gunvor Viki Senneset, Ellen
Aarrestad Vartdal, Mohammad Alsbirij
NIBIO Avdeling pesticider og naturstoffkjemi

TITTEL/TITLE

Funn av rester av plantevernmidler i organiske gjødselvarer i 2023
Overvåking- og kartleggingsprogram

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Marit Almvik, Kari Stuveseth, Henriette Engen Berg, Gunvor Viki Senneset, Ellen Aarrestad Vartdal,
Mohammad Alsbirij

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
23.05.2024	10/67/2024	Åpen	53302	23/00114
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03521-3	2464-1162	46	2	

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Mattilsynet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Anne Synnøve Bøen

STIKKORD/KEYWORDS:

Organiske gjødselvarer, pelletert, kompost,
plantevernmidler, rester, clopyralid, klopyralid,
ricinine

Organic fertilizers, pelleted, compost, pesticides,
residues, clopyralid, ricinine

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Miljø. Mattrygghet

Environmental chemistry. Food safety

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Rapporten presenterer resultatene fra et Overvåking- og kartleggingsprogram for rester av plantevernmidler i organiske gjødselvarer i 2023, på oppdrag for Mattilsynet. Det ble samlet inn og analysert 60 prøver organiske gjødselvarer, hovedsakelig basert på husdyrgjødsel, kjøkken- og matavfall, hage- og parkavfall, halm og kompost. Det var flest funn i pelleterte produkter, mens dyrkingsmedium/kompost inneholdt minst rester av plantevernmidler. Totalt 32 ulike plantevernmidler og metabolitter av plantevernmidler ble påvist i ulike typer organiske gjødselvarer. Funnkonsentrasjonene var generelt lave (3- 660 µg/kg). Kun 7 plantevernmidler ble påvist i konsentrasjoner over 100 µg/kg. Foruten ugrasmiddelet clopyralid, som var det hyppigst påviste stoffet (19 av 60 prøver), ble plantevekstregulatoren /stråforkorteren chlormequat påvist i 12 av 60 prøver, mens soppmiddelet fluopyram ble påvist i 8 av 60 prøver. Soppmidlene imazalil og pyrimethanil ble påvist i 8 av 60 prøver. For yrkesutøvere som bruker organiske gjødselvarer kan det være problematisk dersom det blir gjort funn av plantevernmidler i matvaren som ikke er godkjent brukt i kulturen eller dersom det blir gjort funn i økologiske produkter.

Gitt de lave konsentrasjonene som er påvist i denne kartleggingen, så vil nivået i vegetabiliske matvarer etter bruk av disse gjødselvarerne sannsynligvis være under tillatte grenseverdier (MRL). Opptaksstudier i matplanter og modellberegninger ville gitt større sikkerhet i konklusjonen. Anbefalingen er å utvikle mer kunnskap og modeller for beregning av opptak av ulike typer

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

plantevernmidler i matplanter som grunnlag for å sette grenseverdier og kunne gjøre en helhetlig risikovurdering.

GODKJENT /APPROVED

Tore Bonge-Hansen

TORE BONGE-HANSEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Marit Almvik

MARIT ALMVIK



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Rapporten presenterer resultatene fra et Overvåking- og kartleggingsprogram for rester av plantevernmidler i organiske gjødselvarer i 2023, på oppdrag for Mattilsynet. Formålet har vært:

- 1) å kartlegge forekomst av plantevernmidler generelt, og pyralider spesielt, i organiske gjødselvarer på det norske markedet
- 2) å avdekke eventuelle avvik fra kravet om aktsomhet, jf. gjødselvareforskriften §10.2.

Prøvetakingen er foretatt av inspektører ved Mattilsynets regioner i 2023, mens analysene er gjennomført hos NIBIO avdeling pesticider og naturstoffkjemi. Takk til alle som var involvert med å kartlegge rester av plantevernmidler i organiske gjødselvarer i 2023.

Kunnskapen fra OK-programmet er til nytte for hagebrukere og yrkesdyrkere i inn- og utland, og da spesielt økologiske dyrkere som er avhengige av organiske gjødselvarer. Resultatene er viktige for næringen som produserer og selger gjødselvarer, for interesseorganisasjoner som skal gi råd til sine medlemmer, og for forvaltningen som skal gi råd, utarbeide standarder og sette i verk tiltak.

Ås, 23.05.24

Marit Almvik

Sammendrag

Blant 60 organiske gjødselvarer på markedet i Norge i 2023 som ble screenet for innhold av plantevernmidler, så var det funn i 48 % av de norske gjødselvarerprøvene, og funn i 64 % av de importerte prøvene. 79 % av de pelleterte organiske gjødselvarerene hadde funn, 75 % av de flytende gjødselvarerene hadde funn mens bare 17 % av prøvene av dyrkingsmedium/kompost hadde funn. Det var altså flest funn i pelleterte produkter, og minst funn i dyrkingsmedium/kompost.

Det er analysert for innhold av ugrasmidlene clopyralid og aminopyralid med spesialmetode. Mattilsynets anbefalte i 2021 at gjødselvarer ikke bør markedsføres til sensitive vekster dersom anbefalt bruk fører til et innhold på mer enn 1 µg/kg av clopyralid/aminopyralid i jord/dyrkingsmedium. Restnivåene av clopyralid i flytende organiske gjødselvarer på det norske markedet er mye lavere i 2023 sammenlignet med funn i 2021, noe som kan tyde på et målrettet arbeid hos gjødselvarerøringen for å redusere risikoen for rester av clopyralid i produktene. Aminopyralid ble ikke påvist. Det var ingen funn av pyralider i prøver av dyrkingsmedium/kompost. Derimot var det mange funn av clopyralid i pelleterte organiske gjødselvarer i 2023.

Risiko for skade er først og fremst knyttet til pelleterte produkter med et innhold over 50 µg/kg, hvis brukt i dyrking av planter som er svært sensitive for clopyralid; eksempelvis tomat, erter, salat, bønner, kløver, linser, erter og solsikke. Funn på 50 – 79 µg/kg ble gjort i fem pelleterte gjødselvarer basert på husdyrgjødsel og frass (larveavføring) og i én flytende gjødselvarer basert på sukkerbeteekstrakt. Dette er første gang clopyralid er påvist i frass. Men det er bruken av produktene iht. anbefaling på etikett som avgjør om jorda tilføres skadelige nivåer av clopyralid for planter. Eksempelvis var ett av frassproduktene markedsført for bruk i grønnsaker og inneholdt 69,7 µg clopyralid/kg, men ved anbefalt bruksmengde vil clopyralidinnholdet i jorda være under sensitive grønnsaksveksters toleransegrense på 1 µg/kg. Ikke alle produktene var markedsført til bruk i sensitive planter, og da vil bruken av dem ikke utgjøre noen risiko for skade.

I produksjonen av gjødselvarer som er tiltenkt brukt i clopyralidsensitive planter bør en unngå å bruke plantematerialer behandlet med clopyralid som råvare, forsikre seg om at det ikke er brukt clopyralidbehandlet fôr/substrat til husdyr/insekter, alternativt kontrollere at husdyrgjødselen er fri for clopyralid. EU-kommisjonen innfører nytt krav til merking av gjødselvarer som inneholder prosessert husdyrgjødsel som skal gjøre både produsent og forbruker oppmerksom på problemstillingen.

Totalt 32 ulike plantevernmidler og metabolitter av plantevernmidler ble påvist i ulike typer organiske gjødselvarer. De fleste stoffene var soppmidler. Funnkonsentrasjonene var generelt lave (3- 660 µg/kg). Kun 7 plantevernmidler ble påvist i konsentrasjoner over 100 µg/kg. Foruten ugrasmiddelet clopyralid, som var det hyppigst påviste stoffet (19 av 60 prøver), ble plantevekstregulatoren /stråforkorteren chlormequat påvist i 12 av 60 prøver, mens soppmiddelet fluopyram ble påvist i 8 av 60 prøver. Soppmidlene imazalil og pyrimethanil ble påvist i 8 av 60 prøver.

De påviste konsentrasjonene av plantevernmidler i gjødselvarer er sammenlignbare med konsentrasjonene som påvises i plantevernmiddelbehandlet jordbruksjord i Norge ved start eller slutt av sesongen. Ved bruk blandes gjødselvarerene inn i jorda og plantevernmiddelestene blir ytterligere fortynnet. Gitt de lave konsentrasjonene som er påvist i denne kartleggingen, så vil nivået i vegetabiliske matvarer etter bruk av disse gjødselvarer sannsynligvis være under tillatte grenseverdier (MRL). Opptaksstudier i matplanter og modellberegninger ville gitt større sikkerhet i konklusjonen. Anbefalingen er å utvikle mer kunnskap og modeller for beregning av opptak av ulike typer plantevernmidler i matplanter som grunnlag for å sette grenseverdier og kunne gjøre en helhetlig risikovurdering.

For yrkesutøvere som bruker organiske gjødselvarer kan det uansett være problematisk dersom det blir gjort funn av plantevernmidler i matvaren som ikke er godkjent brukt i kulturen eller dersom det blir gjort funn i økologiske produkter.

Enkelte importerte gjødselvarer inneholdt rester av plantevernmidler med uheldig helseeffekt (hormonforstyrrende) som ikke er godkjent som plantevernmiddel i Norge (propiconazole, metrafenone og prochloraz). De påviste konsentrasjonene i gjødselvarerne var lave.

Gjødselvarerforskriften angir ikke grenseverdier for plantevernmiddelrester i organiske gjødselvarer, så vi har ikke kunnet vurdere funnene mot etablerte grenseverdier. Det trengs mer bakgrunnskunnskap, inkludert opptaksstudier, for å sette slike grenseverdier. Det er utfordrende at den som produserer eller omsetter produkter i henhold til gjødselvarerforskriften er forpliktet til å (sitat) «begrense og forebygge at produktet inneholder [...] plantevernmidler eller andre miljøfremmede organiske stoffer i mengder som kan medføre skade på helse eller miljø ved bruk», uten at man vet hva som er skadelige mengder.

Dyrkingsmedium/kompost var det produktet som inneholdt minst rester av plantevernmidler. En årsak til dette kan være en aktivt mikrobiell nedbryting av plantevernmidler i slike produkter. Det ble påvist flere nedbrytingsprodukter/metabolitter av plantevernmidler i denne prøvekategori, sammenlignet med de andre prøvetypene.

Noen rester av plantevernmidler (f.eks. clopyralid, chlormequat, cyromazine og metrafenone) kan mest sannsynlig kobles til rester i fôr (korn/halm) til husdyr, som skilles ut i husdyrgjødsel som blir brukt som råvare i gjødselvarerprodukter. Andre rester av plantevernmidler (f.eks. imazalil, pyrimethanil, thiabendazole) kan trolig knyttes til bruk av kjøkken- og matavfall som råvarer i gjødselproduksjonen, og da særskilt skall fra sitrusfrukt.

Basert på funnene i de 60 prøvene av organiske gjødselvarer fra 2023 foreslås et søkespekter på 39 plantevernmidler, metabolitter/nedbrytingsprodukter av plantevernmidler og noen plantetoksiner, men et enda større søkespekter er fordelaktig. Søkespekteret (se neste side) gjelder først og fremst for gjødselvarer basert på husdyrgjødsel, korn/halmrester, kjøkken- og matavfall og hage- og parkavfall som det var mest av i prøvesettet. Det var kun få prøver basert på avløpsslam i denne undersøkelsen, men enkelte funn som ble gjort indikerer at gjødselvarer basert på avløpsslam bør undersøkes for rester av legemidler. Gjødselvarer basert f.eks. på fiskeslam eller bioest fra biogassanlegg, bør undersøkes for innhold av andre typer uønskede stoff og miljøgifter i tillegg, eksempelvis antibiotika, POPs (persistente organiske miljøgifter), industrikjemikalier og tungmetaller.

Det er i screeningen dessuten påvist flere toksiske plantealkaloider, inkludert ricinine i én prøve; ricinine er en metabolitt av det toksiske proteinet ricin i lakseroljeplanten. Det er også påvist enkelte legemidler/veterinære legemidler (dipyridamol, enrofloxacin), men det trengs mer målrettede analyser for disse stoffgruppene. Det er ikke screenet for stoffer som bare kan påvises med gasskromatografi (GC-MS), eksempelvis plantevernmidler i gruppen persistente organiske miljøgifter (POPs) (eksempelvis DDT, endosulfan, chlordan mm.) og det anbefales egne undersøkelser for denne stoffgruppen.

Anbefalt søkespekter for analyse av plantevernmidler, samt noen plantetoksiner, i organiske gjødselvarer, basert på funn i 60 prøver av organiske gjødselvarer på det norske markedet i 2023. Grønn farge angir stoff som er godkjent til bruk i plantevernmidler eller biocider i Norge per 2024. Median er beregnet for prøvene med funn; prøver uten funn er ikke inkludert.

Plantevernmiddel	Antall funn	Laveste (µg/kg)	Høyeste (µg/kg)	Median (µg/kg)
2,6-dichlorbenzamide (BAM) (metabolitt)	2	3,3	13,6	8,4
Ametoctradin	5	12,0	65,6	21,8
Azoxystrobin	4	3,3	11,3	8,6
Bixafen	2	4,4	12,9	8,7
Boscalid	1	43,2	43,2	43,2
Chloromequat	12	37,3	652	209
Cyflufenamid	2	8,6	16,4	12,5
Cyprodinil	2	11,4	163	87,2
Cyromazine	1	111	111	111
Dimetomorph	4	10,1	84,3	24,0
Fenhexamid	4	10,8	51,0	39,7
Fludioxonil	3	43,5	58,0	54,2
Fluopicolide	3	29,3	59,1	36,7
Fluopyram	8	4,7	20	10,0
Fluopyram-7-OH (metabolitt)	1	4,4	4,4	4,4
Fluxapyroxad	3	6,1	16,6	8,0
Imazalil	8	7,0	454	23,8
Mepiquat	3	19,4	58,4	36,0
Metrafenone	5	7,2	371	20,6
Metribuzin	1	14,3	14,3	14,3
Piperonyl butoxide	4	10,9	30,4	21,3
Prochloraz	2	51,9	73,4	62,7
Prochloraz BTS44595 (metabolitt)	2	26,9	34,6	30,8
Prochloraz BTS44596 (metabolitt)	2	7,2	7,9	7,5
Propamocarb	5	4,2	40,4	20,9
Propiconazole	1	159	159	159
Pyrimethanil	8	5,8	247	25,6
Tebuconazole	7	4,4	36,8	6,4
Thiabendazole	6	3,5	77,3	10,4
Andre aktuelle stoff:				
Prochloraz BTS40348 (metabolitt)	2	-	-	-
Ricinine (metabolitt av planteproteinet ricin)	1	-	-	-
Solanidine (plantealkaloid)	4	-	-	-
Solanine (plantealkaloid)	3	-	-	-
Caffeine (plantealkaloid)	6	-	-	-
Theobromine (plantealkaloid)	7	-	-	-
Andre aktuelle plantevernmidler (krever spesialmetoder):				
Glyphosate	-	-	-	-
AMPA (metabolitt av glyphosate)	-	-	-	-
Aminopyralid	0	0	0	0
Clopyralid	19	8,3	78,8	37,4

Summary

Among the 60 organic fertilizer samples from the market in Norway in 2023, pesticide residues were detected in 48% of the Norwegian fertilizer samples, and in 64% of the imported samples. 79% of the pelleted organic fertilizers had pesticides residues and 75% of the liquid fertilizers, while only 17% of the growing medium/compost samples had pesticides residues. Hence, there were more findings in pelleted products, and fewest findings in growing medium/compost.

The content of the herbicides clopyralid and aminopyralid were analysed using an adapted method. The Norwegian Food Safety Authority recommended in 2021 that fertilizers should not be marketed for sensitive crops if the recommended use leads to a content of more than 1 µg/kg of clopyralid/aminopyralid in the soil/growth media. The residual levels of clopyralid in liquid organic fertilizers on the Norwegian market were much lower in 2023 compared to findings in 2021, which may indicate targeted work by the fertilizer industry to reduce the risk of clopyralid residues in the products. Aminopyralid was not detected. There were no findings of pyralids in samples of growing medium/compost. In contrast, there were many findings of clopyralid in pelleted organic fertilizers in 2023.

The risk of damage is primarily linked to pelleted products with a content above 50 µg/kg, if used in the cultivation of plants that are highly sensitive to clopyralid - for example tomato, peas, lettuce, beans, clover, lentils, peas and sunflower. Findings of 50 – 79 µg/kg were made in five pelleted fertilizers based on livestock manure and frass (larvae faeces) and in one liquid fertilizer based on sugar beet extract. This is the first time clopyralid has been detected in frass. But it is the use of the products as described on the label that determines whether harmful levels of clopyralid are added to the soil for plants. For example, one of the frass products was marketed for use in vegetables and contained 69.7 µg clopyralid/kg, but at the recommended amount of use, the clopyralid content in the soil would be below the tolerance limit of 1 µg/kg for sensitive vegetable plants. Not all the products were marketed for use in sensitive plants, and so their use will not pose any risk of damage.

In the production of fertilizers intended for use in clopyralid-sensitive plants, one should avoid using plant materials treated with clopyralid as raw material, make sure that no clopyralid-treated feed/substrate for livestock/insects has been used, alternatively check that the livestock manure is free of clopyralid. The European Commission is introducing new requirements for the labelling of fertilizer products that contain processed animal manure, which should make both producers and consumers aware of the problem.

A total of 32 different pesticides and pesticide metabolites were detected in different types of organic fertilisers. Most of them were fungicides. The concentrations found were generally low (3-660 µg/kg). Only 7 pesticides were detected in concentrations above 100 µg/kg. Besides the herbicide clopyralid, which was the most frequently detected substance (19 out of 60 samples), the plant growth regulator/straw shortener chlormequat was detected in 12 out of 60 samples, while the fungicide fluopyram was detected in 8 out of 60 samples. The fungicides imazalil and pyrimethanil were detected in 8 out of 60 samples.

The detected concentrations of pesticides in the fertilizers are comparable to the concentrations detected in pesticide-treated agricultural soil in Norway at the start or end of the season. When used, the fertilizers are mixed into the soil and the pesticide residues are further diluted. Given the low concentrations detected in this survey, the level in vegetable foods after the use of these fertilizers is likely to be below permissible limit values (MRL). Uptake studies in food plants and model calculations would have provided greater certainty in the conclusion. The recommendation is to develop more knowledge and models for calculating uptake of different types of pesticides in food plants as a basis for setting limit values and being able to make an overall risk assessment.

For professionals who use organic fertilisers, it can in any case be problematic if pesticides are found in the food that have not been approved for use in the culture or if discoveries are made in organic products.

Certain imported fertilizers contained pesticide residues with adverse health effects (endocrine disruptors) that are not approved as pesticides in Norway (propiconazole, metrafenone and prochloraz). The detected concentrations in the fertilizers were low.

The Fertilizer Regulation does not specify permitted maximum levels for pesticide residues in organic fertilisers, so we have not been able to assess the findings against established maximum levels or action levels. More background knowledge, including admissions studies, is needed to set such levels. It is unfortunate that those who produces or markets products in accordance with the Norwegian Fertilizer Regulation is obliged to (quote) "*restrict and prevent that the product contains [...] pesticides or other environmentally harmful organic substances in quantities that may cause damage to health or the environment when used*", without knowing what the harmful levels are.

Growth medium/compost was the product that contained the least pesticide residues. One reason for this may be an active microbial degradation of pesticides in such products. More degradation products/metabolites of pesticides were detected in this sample category, compared to the other sample types.

Some pesticide residues (e.g. clopyralid, chlormequat, cyromazine and metrafenone) can most likely be linked to residues in feed (grain/straw) for livestock, which are excreted in animal manure which is used as a raw material in fertilizer products. Other residues of pesticides (e.g. imazalil, pyrimethanil, thiabendazole) can probably be linked to the use of kitchen and food waste as raw materials in fertilizer production, and in particular peel from citrus fruit.

Based on the findings in the 60 samples of organic fertilizers from 2023, an analytical scope of 39 pesticides, metabolites/breakdown products of pesticides and some plant toxins is proposed, but an even larger scope is beneficial. The scope (see next page) primarily applies to fertilizer products based on animal manure, grain/straw residues, kitchen and food waste and garden and park waste, of which there was most in the sample set. There were only a few samples based on sewage sludge in this investigation, but certain findings that were made indicate that fertilizers based on sewage sludge should be examined for drug residues. Fertilizers based e.g. on fish sludge or bioresidue from biogas plants, should be examined for the content of other types of unwanted substances and environmental toxins as well, for example antibiotics, POPs (persistent organic pollutants), industrial chemicals and heavy metals.

Several toxic plant alkaloids were also detected in the screening, including ricinine in one sample; ricinine is a metabolite of the toxic protein ricin in the castor oil plant. Certain drugs/veterinary drugs (dipyridamole, enrofloxacin) were also detected, but more targeted analyses are needed for these compound groups. The samples have not been screened for substances that can only be detected with gas chromatography (GC-MS), for example pesticides in the group of persistent organic pollutants (POPs) (for example DDT, endosulfan, chlordane etc.) and separate investigations are recommended for this group of substances.

Recommended scope of analysis for pesticides, including some plant toxins, in organic fertilisers – based on findings in 60 samples from the Norwegian market in 2023. Green colour for substances that are approved active ingredients in pesticide formulations in Norway per 2024. The median concentration is calculated for the samples with findings, i.e. samples without findings are not included.

Pesticide	No. of detections	Lowest conc. (µg/kg)	Highest (µg/kg)	Median (µg/kg)
2,6-dichlorbenzamide (BAM) (metabolite)	2	3,3	13,6	8,4
Ametoctradin	5	12,0	65,6	21,8
Azoxystrobin	4	3,3	11,3	8,6
Bixafen	2	4,4	12,9	8,7
Boscalid	1	43,2	43,2	43,2
Chlormequat	12	37,3	652	209
Cyflufenamid	2	8,6	16,4	12,5
Cyprodinil	2	11,4	163	87,2
Cyromazine	1	111	111	111
Dimetomorph	4	10,1	84,3	24,0
Fenhexamid	4	10,8	51,0	39,7
Fludioxonil	3	43,5	58,0	54,2
Fluopicolide	3	29,3	59,1	36,7
Fluopyram	8	4,7	20	10,0
Fluopyram-7-OH (metabolite)	1	4,4	4,4	4,4
Fluxapyroxad	3	6,1	16,6	8,0
Imazalil	8	7,0	454	23,8
Mepiquat	3	19,4	58,4	36,0
Metrafenone	5	7,2	371	20,6
Metribuzin	1	14,3	14,3	14,3
Piperonyl butoxide	4	10,9	30,4	21,3
Prochloraz	2	51,9	73,4	62,7
Prochloraz BTS44595 (metabolite)	2	26,9	34,6	30,8
Prochloraz BTS44596 (metabolite)	2	7,2	7,9	7,5
Propamocarb	5	4,2	40,4	20,9
Propiconazole	1	159	159	159
Pyrimethanil	8	5,8	247	25,6
Tebuconazole	7	4,4	36,8	6,4
Thiabendazole	6	3,5	77,3	10,4
Other relevant substances:				
Prochloraz BTS40348 (metabolite)	2	-	-	-
Ricinine (metabolite of plant protein ricin)	1	-	-	-
Solanidine (plant alkaloid)	4	-	-	-
Solanine (plant alkaloid)	3	-	-	-
Caffeine (plant alkaloid)	6	-	-	-
Theobromine (plant alkaloid)	7	-	-	-
Other relevant pesticides (adapted analytical methods needed):				
Glyphosate	-	-	-	-
AMPA (metabolite av glyphosate)	-	-	-	-
Aminopyralid	0	0	0	0
Clopyralid	19	8,3	78,8	37,4

Innhold

1 Innledning.....	12
2 Metode	13
2.1 Prøvetaking.....	13
2.2 Prøveopparbeiding og kjemisk analyse	13
3 Resultater og diskusjon	15
3.1 Funn av plantevernmidler og metabolitter i gjødselvarer.....	15
3.2 Funnfrekvens og forekomst av flere plantevernmidler	21
3.3 Rester av clopyralid i produktene.....	21
3.4 Rester av plantevernmidler i pelleterte gjødselvarer	23
3.4.1 Funnene med de høyeste måleverdiene; > 100 µg/kg i pelleterte varer.....	23
3.4.2 Hyppigst påviste midler i pelleterte prøver	24
3.5 Rester av plantevernmidler i flytende gjødselvarer	25
3.6 Rester av plantevernmidler i dyrkingsmedium og kompost.....	25
3.7 Hvorfor så mange funn av soppmidler?	25
3.8 Miljøeffekter og mattrygghet	26
3.9 Funn av andre typer stoff	27
3.10 Forslag til søkespekter for organiske gjødselvarer	28
4 Konklusjoner	30
Litteraturreferanser.....	32
Vedlegg 1. Søkespekter for NIBIO metode M119	34
Vedlegg 2. Pesticide and metabolite residues in the fertilizer samples	40

1 Innledning

Både i inn- og utland har det blitt rapportert om misvekst og plantedød etter bruk av organiske gjødselprodukter i grønnsaker og sommerblomster (f.eks. FOR, 2023). Skadesymptomene på plantene har vært forenlig med pyralidforgiftning, og kjemiske analyser har bekreftet funn av ugrasmidlene clopyralid og aminopyralid i ulike typer organiske gjødselvarer; både i flytende organiske næringsløsninger, pelletert husdyrgjødsel og kompost. Disse pyralidene er syntetiske plantehormoner (syntetiske auxiner) som kan føre til plantedød selv ved svært lave konsentrasjoner i dyrkingsmediet/jorda. Planter som er særskilt sensitive for pyralider er bønner, kløver, linser, salat, erter, tomat, solsikke (tåler inntil 1 µg/kg i jorda), litt mindre sensitive vekster er potet og mais (tåler inntil 10 µg/kg i jorda) og lite sensitive vekster er, for eksempel, jordbær (1000 µg/kg) og asparges (1000 µg/kg).

Pyralider som forurensning i organiske gjødselvarer er ikke et nytt fenomen, men ble plutselig rapportert i mye større omfang i Norden i 2020. Vi tror dette kan ha sammenheng med tørkesommeren i 2018, med etterfølgende lav tilgang på fôr-råvarer og biorester av god kvalitet, eventuelt kombinert med en langsommere mikrobiell nedbryting av pyralidene i planterestene i åker på grunn av tørken. Pyralider i organiske gjødselvarer kan være rester fra sprøyting i eksempelvis sukkerbete, hvor vinassen kan bli råvare i flytende næringsløsninger. Dessuten kan rester av pyralider i kornstubb/halm og kornbasert fôr til storfe, hest og kylling skilles ut i husdyrmøkk og brukes som råvare for produksjon av pelletert husdyrgjødsel. Etablering av, og tilgjengelighet på sensitive analysemetoder for clopyralid og aminopyralid er også en årsak til hyppigere funn av pyralidrester i organiske gjødselvarer nå enn før. I tillegg er næringen blitt mer oppmerksom på problemet. Nivåene av rester av pyralider i organiske gjødselvarer er siden 2021 redusert kraftig som resultat av mer kunnskap om komplekset, og som følge av en anbefalt maksverdi på 1 mikrogram pyralider per kilo i sluttmediet (dyrkingsmedium/jord) til særlig sensitive plantevekster, innført av Mattilsynet i 2021.

Vi har imidlertid ikke hatt noen offentlig undersøkelse av rester av pyralider i organiske gjødselvarer på det norske markedet. Hensikten med dette kartleggingsprogrammet har derfor vært å kartlegge forekomst av pyralider - og eventuelle andre plantevernmidlerrester - i organiske gjødselvarer på det norske markedet i 2023. Det er tatt ut 60 prøver.

Det er lite kunnskap om rester av plantevernmidler generelt i organiske gjødselvarer.

Gjødselvarerforskriften §10.2 krever at *«Den som produserer eller omsetter produkter etter denne forskrift skal vise aktsomhet og treffe rimelige tiltak for å begrense og forebygge at produktet inneholder organiske miljøgifter, plantevernmidler, antibiotika/kjemoterapeutika eller andre miljøfremmede organiske stoffer i mengder som kan medføre skade på helse eller miljø ved bruk»*.

Det er imidlertid ikke angitt noen grenseverdier for plantevernmidlerrester i slike produkter i forskriften. OK-programmet har derfor også hatt som mål å kartlegge organiske gjødselvarer på det norske markedet for innhold av plantevernmidler generelt med en screening-analysemetode, for å få en bedre oversikt over hva slags type plantevernmidler som kan påvises i organiske gjødselvarer og for å etablere et målrettet søkespekter for stoff i slike prøver.

2 Metode

2.1 Prøvetaking

Prøveuttak ble gjennomført av Mattilsynet i periodene februar – april og september – november 2023. Totalt ble det tatt ut 60 prøver.

Valg av produkter: Prøvetakerne tok ut prøver av følgende varetyper: organisk gjødsel, organisk-mineralsk gjødsel, organiske jordforbedringsmidler og dyrkingsmedier. Både faste og flytende produkter ble prøvetatt.

Produkter basert på følgende opphavsmaterialer/råvarer ble prioritert: husdyrgjødsel, vinasse, hage- og parkavfall, halm eller avfall/biprodukter fra grøntproduksjon og kjøkken- og matavfall. I tillegg ble produkter som markedsføres mot hagebruk/veksthus og husholdning/småhager prioritert, spesielt produkter beregnet til dyrking av frukt og grønnsaker. Disse prioriteringene utelukket ikke at prøvetakerne kunne velge andre typer produkter.

Prøveuttak: Prøvene ble hovedsakelig tatt ut hos produsent eller importør. Hvert prøveuttak resulterte i tre sluttprøver. Alle prøver ble forseglet og merket før avreise fra virksomhet. En sluttprøve ble sendt til NIBIO. Som referanse lå en prøve igjen hos virksomheten og en prøve ble oppbevart hos Mattilsynet i ca. tre måneder etter prøveuttak.

For emballerte produkter i mindre forpakninger ble det tatt ut tre enheter (flasker, poser, kartonger), hvorav hver enhet representerte en sluttprøve. Sluttprøve i originalemballasje i mindre forpakninger ble sendt til NIBIO.

For emballerte produkter i større forpakninger ble det likeledes tatt ut tre enheter. Innholdet i hver av enhetene ble homogenisert før det ble tatt ut en sluttprøve fra hver enhet.

For produkter i bulk eller storsekk, ble det laget en blandprøve basert på et definert antall delprøver. Antall delprøver ble bestemt ut fra partistørrelse. Blandprøven ble homogenisert før uttak av tre sluttprøver på 0,5 – 1 kg.

2.2 Prøveopparbeiding og kjemisk analyse

Alle prøvene ble analysert ved NIBIO Avdeling pesticider og naturstoffkjemi.

For kvantitativ analyse av pyralider i organiske gjødselvarer er NIBIOs metode M125 benyttet. Metoden har en bestemmelsesgrense på 2 µg/kg for dyrkingsmedium/kompost og 7 µg/kg i flytende/pelleterte gjødselvarer. Metoden er basert på oppkonsentrering og opprensing av clopyralid og aminopyralid i ekstraktene ved bruk av en sorbent med pyralidmolekyl-avtrykk (imprint) som spesifikt fanger opp clopyralid og aminopyralid, etterfulgt av analyse med væskechromatografi med høyoppløselig massespektrometri (Thermo Fisher Scientific UHPLC-HRMS-Q-Orbitrap).

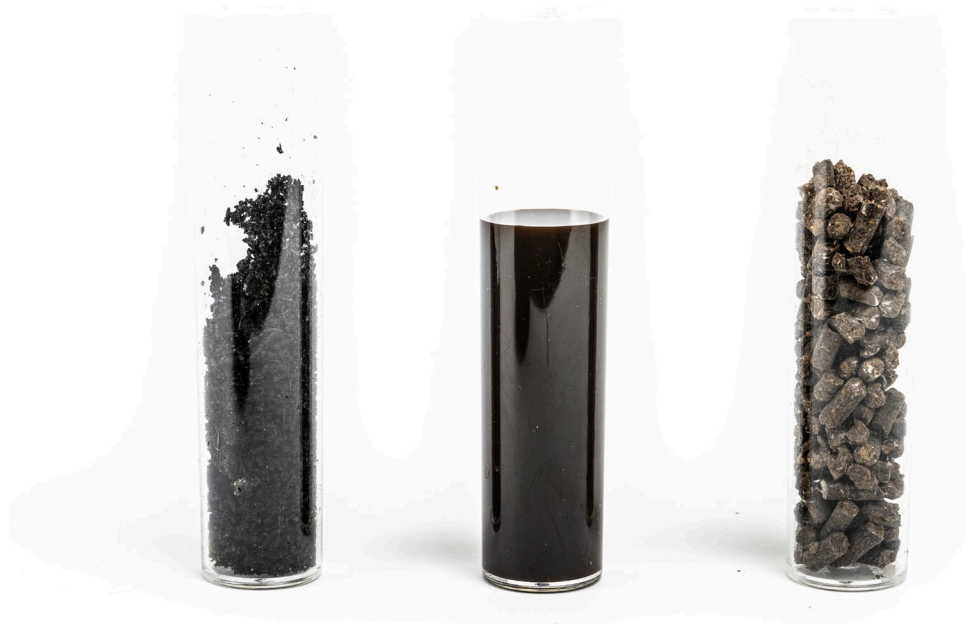
For screening av innhold av andre typer plantevernmidler er NIBIOs metoder M121 (suspect screening) og M119 (kvantitativ analyse) benyttet. Pelleterte gjødselvarer (5 gram), flytende gjødselvarer (10 gram) og dyrkingsmedium/kompost (10 gram) ble ekstrahert med acetonitril eller vann/acetonitril. Vekstregulatoren chlormequat ble ekstrahert med vann-metanolblanding. Analysene ble utført med væskechromatografi med høyoppløselig massespektrometri (Thermo Fisher Scientific UHPLC-HRMS-Q-Orbitrap) med bruk av positiv elektro spray ionisering og kvantifisering med deuterium-merket intern standard kalibrering.

Suspect screening-metoden M121 søkte etter stoff med ukjent retensjonstid ved hjelp av treff mot Environmental and Food Safety database og MS2 spektral bibliotek ([Thermo Fisher Scientific](#)) som omfatter 1627 stoff, inkl. plantevernmidler (698 stoff), miljøgifter/kontaminanter (756 stoff),

veterinære legemidler (108 stoff), mykotoksiner og plantetoksiner (44 stoff) og PFCs (21 stoff). Tentative funn i prøvene mot denne databasen ble bekreftet ved anskaffelse og analyse av referansestandard av stoffet. Bekreftet stoff blir inkludert i søkespekteret til kvantifiseringsmetoden M119. Søkespekteret til M119 inneholder 482 stoff med kjent retensjonstid, inkl. 452 plantevernmidler og nedbrytingsprodukter, 22 veterinære legemidler og 7 ko-formulanter i plantevernmiddelpreparater. Bestemmelsesgrensen for M119 er i området 3-20 µg/kg gjødselvare for de fleste stoffene, men enkelte stoff har høyere bestemmelsesgrenser. NIBIO deltar årlig i sammenlignende laboratorieprøvinger (ringtester) for metodene M121 og M119, arrangert av det europeiske referanselaboratoriet for analyse av plantevernmidler i frukt og grønt. Metodene er vist å rapportere riktig resultat, både mhp. funn av riktig plantevernmiddel og riktige konsentrasjoner og viser at metodene fungerer godt for formålet. Se også nærmere beskrivelse i Almvik et al. 2023.

Metoden måler ikke stoff som kun kan påvises som anioner etter negativ elektropray ionisering i massespektrometerets ionekilde (eksempelvis «sure herbicider» MCPA, bentazon m.fl.), eller stoff som krever tilpasset ekstraksjons- og analysemetode/spesialmetode (eksempelvis glyphosate og AMPA), eller stoff som kun kan påvises med gaskromatografi (eksempelvis DDT med metabolitter).

Alle funn/analytter er angitt med engelske navn og oppgitt i mikrogram (µg) per kilo ferskt produkt. Søkespekteret for target screening metoden M119 er vist i Vedlegg 1.



Figur 1. Eksempler på organiske gjødselvarer undersøkt i 2023. Fra venstre: dyrkingsmedium/kompost, flytende næringsløsning og pelletert organisk gjødsel. Foto: Erling Fløistad (NIBIO).

3 Resultater og diskusjon

3.1 Funn av plantevernmidler og metabolitter i gjødselvarerprøvene

Tabell 1 viser alle prøvene, både med og uten funn av plantevernmidler og metabolitter av plantevernmidler. Engelsk versjon av tabellen er vist i Vedlegg 2.

Tabell 1. Funn av plantevernmidler og metabolitter av plantevernmidler i 60 prøver av organiske gjødselvarer på det norske markedet i 2023. Funnkonsentrasjonen er oppgitt i mikrogram per kg frisk prøve (µg/kg). S = soppmiddel, V = vekstregulator, U = ugrasmiddel, I = skadedyrmiddel, M = metabolitt, C = ko-formulant

NIBIO ID	MT ID	Type gjødselvarer	Opprinnelse	Materialer	Påvist stoff (engelsk navn)	Funn (µg/kg)
V023-00024-001	90223003878	Pelletert	Import	Ben- og kjøttmel, fjærmel, vinasse, vindruekjerne	Ikke påvist	
V023-00024-002	90223003877	Pelletert	Import	Kjøttbein-, hårmel, vinasse, kompost, druekjernemel, mel fra oljefrø, animalske biprodukter	Ametoctradin (S)	21,8
					Dimetomorph (S)	12,5
					Fenhexamid (S)	35,3
					Fludioxonil (S)	43,5
					Fluopicolide (S)	29,3
					Fluopyram (S)	8,2
					Metrafenone (S)	7,2
					Pyrimethanil (S)	121
V023-00024-003	90223003876	Pelletert	Import	Ben- og kjøttmel, fjærmel, vinasse, vindruekjerne	Ikke påvist	
V023-00024-004	90223003875	Pelletert	Import	Organisk gjødsel 8-4-6	Ikke påvist	
V023-00024-005	90223003874	Pelletert	Import	Hønsegjødsel	Chlormequat (V)	363
					Mepiquat (V)	19,4
					Clopyralid (U)	78,3
V023-00040-001	150223004762	Pelletert	Norge	Frass fra melorm foret på vegetabiliske forkilder	Chlormequat (V)	401
					Mepiquat (V)	58,4
					Clopyralid (U)	69,7
					Fenhexamid (S)	44,1
					Imazalil (S)	39,1

					Piperonylbutoxide (C)	30,4
					Pyrimethanil (S)	23,0
V023-00041-001	170223004949	Pelletert	Import	Restprodukter av (økologisk) kassava produksjon	Chlormequat (V)	37,3
V023-00047-001	230223005817	Pelletert	Import	Planterester fra næringsmiddelindustrien, Husdyrgjødsel, vinasse	Ametoctradin (S)	12,0
					Clopyralid (U)	37,4
					Chlormequat (V)	66,2
					Cyromazine (I)	111
					Fluopyram (S)	17,6
					Tebuconazole (S)	15,2
					Thiabendazole (S)	8,0
V023-00048-001	230223005830	Pelletert	Norge	Husdyrgjødsel, vinasse	Clopyralid (U)	50,2
					Chlormequat (V)	237
V023-00059-001	60323007541	Pelletert	Import	Landbruksavfall	Ametoctradin (S)	65,6
					Boscalid (S)	43,2
					Cyflufenamid (S)	16,4
					Cyprodinil (S)	163
					Dimetomorph (S)	84,3
					Fenhexamid (S)	51,0
					Fludioxonil (S)	54,2
					Fluopicolide (S)	59,1
					Fluopyram (S)	18,6
					Fluxapyroxad (S)	6,10
					Metrafenone (S)	20,6
					Piperonylbutoxide (C)	10,9
					Pyrimethanil (S)	32,7
					Tebuconazole (S)	20,6
V023-00059-002	60323007541	Pelletert	Import	Landbruks- og hagebruksavfall	Clopyralid (U)	37,1
V023-00059-003	60323007541	Pelletert	Import	Landbruks- og hagebruksavfall	Clopyralid (U)	43,6
V023-00059-004	60323007541	Pelletert	Import	Organisk avfall	Ikke påvist	

V023-00061-001	80323008131	Pelletert	Import	Organisk avfall, vinasse	Ikke påvist	
V023-00070-001	280323012159	Pelletert	Norge	Husdyrgjødsel fra fjørfe	Chlormequat (V)	652
					Mepiquat (V)	36,0
					Clopyralid (U)	22,8
V023-00071-001	290323012584	Pelletert	Norge	Husdyrgjødsel fra fjørfe og storfe, blodmel, kjøttbenmel	Clopyralid (U)	12,6
					Chlormequat (V)	77,7
V023-00076-005	30032012948	Pelletert	Import	Konservesavfall, husdyrgjødsel fra fjørfe og annet	Fluopyram (S)	10,6
V023-00079-001	120423013896	Pelletert	Import	Kompost av vegetabilsk, husdyrgjødsel	Ametoctradin (I)	13,8
					Dimetomorph (S)	10
					Fluopyram (S)	9,5
					Fluxapyroxad (S)	8,0
V023-00079-002	120423013905	Pelletert	Import	Kakaoskall, valnøttolje, vinasse	Clopyralid (U)	38
V023-00084-001	130423014084	Pelletert	Norge	Avløpsslam, Husdyrgjødsel fra storfe, kjøkken- og matavfall	Cyprodinil (S)	11,4
					Fenhexamid (S)	10,8
					Fludioxonil (S)	58
					Fluopyram (S)	8,61
					Imazalil (S)	454
					Pyrimethanil (S)	247
					Spiroxamine (S)	35,9
					Thiabendazole (S)	77,3
V023-00094-001	130423014085	Pelletert	Norge	Biokull, treflis, Husdyrgjødsel fra fjørfe og hest, kjøkken- og matavfall	Azoxystrobin (S)	11,3
					Imazalil (S)	14,6
					Propiconazole (S)	159
					Pyrimethanil (S)	6,0
					Tebuconazole (S)	36,8

V023-00096-001	210423015900	Pelletert	Norge	Hage- og parkavfall, kjøkken- og matavfall	Azoxystrobin (S)	6,3
					Imazalil (S)	50,8
					Propamocarb (S)	38,5
					Pyrimethanil (S)	28,2
					Thiabendazole (S)	6,2
V023-00099-001	240423016376	Pelletert	Norge	Husdyrgjødsel fra fjørfe og storfe	Chlormequat (V)	203
					Clopyralid (U)	63,2
V023-00100-001	250423016609	Pelletert	Norge	Pelletert Hønsegjødsel	Chlormequat (V)	159
					Clopyralid (U)	55,8
V023-00223-001	110923040499	Pelletert	Norge	Natursand, maskinsand (0-2) og skogsjord/myr, kjøkken- og matavfall	Ikke påvist	
V023-00251-001	41023045628	Pelletert	Norge	Husdyrgjødsel fra fjørfe	Clopyralid (U)	31,2
					Chlormequat (V)	43,5
V023-00253-001	140923041400	Pelletert	Norge	Frass (avføring) fra melorm	Clopyralid (U)	78,8
					Chlormequat (V)	445
					Piperonylbutoxide (C)	26,6
V023-00271-001	71123051546	Pelletert	Norge	Frass (avføring/tørkede melormer)	Azoxystrobin (S)	10,8
					Chlormequat (V)	215
					Clopyralid (U)	29,2
					Imazalil (S)	23,9
					Thiabendazole (S)	12,7
V023-00286-001	41223055308	Pelletert	Import	Kakaoskall, melasse, hage/parkavfall	Ametoctradin (S)	29,3
					Clopyralid (U)	16,3
					Cyflufenamid (S)	8,63
					Dimetomorph (S)	35,7
					Fluopicolide (S)	36,7
					Fluopyram (S)	20,0
					Fluxapyroxad (S)	16,6
					Metrafenone (S)	10,2
					Piperonylbutoxide (C)	16,0

NIBIO ID	MT ID	Type gjødselvarer	Opprinnelse	Materialer	Påvist (engelsk navn)	Funn (µg/kg)
V023-00025-001	90223003857	Flytende	Import	Sukkerbeteekstrakt	Clopyralid (U)	63,6
V023-00026-001	90223003863	Flytende	Import	Produsert på basis av sukkermelasse og potetstivelse	Clopyralid (U)	8,3
					2,6-dichlorbenzamide (BAM) (M)	3,28
					Propamocarb (S)	20,9
V023-00046-001	230223005832	Flytende	Import	Fermentert grønt organisk avfall og melasse	Imazalil (S)	6,98
					Propamocarb (S)	4,3
					Pyrimethanil (S)	5,79
					Thiabendazole (S)	3,49
V023-00238-001	210923042716	Flytende	Norge	Kjøkken- og matavfall	Ikke påvist	
V023-00251-002	41023045628	Flytende	Norge	Husdyrgjødsel fra fjørfe	Ikke påvist	
V023-00277-001	101123052163	Flytende	Import	Sukkerrørmelasse	Clopyralid (U)	10,3
V023-00278-001	101123052164	Flytende	Import	Sukkerrørmelasse, potetstivelse	Clopyralid (U)	9,7
					2,6-dichlorbenzamide (BAM) (M)	13,6
					Metribuzin (S)	14,3
					Propamocarb (S)	40,4
V023-00286-002	11223055142	Flytende	Norge	Husdyrgjødsel, Kjøkken- og matavfall	Imazalil (S)	23,7
					Propamocarb (S)	4,2
					Pyrimethanil (S)	18,4
					Thiabendazole (S)	13,4
NIBIO ID	MT ID	Type gjødselvarer	Opprinnelse	Materialer	Påvist (engelsk navn)	Funn (µg/kg)
V023-00049-001	230223005831	Dyrkingsmedium /Kompost	Import	Kompostert frukt og grønnsaker	Ikke påvist	
V023-00050-001	230223005829	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Vinasse, grønn kompost	Ikke påvist	
V023-00053-001	270223006203	Dyrkingsmedium /Kompost	Import	Rent trevirke (wood chips), bark, halm, kløver og alfalfa	Ikke påvist	
V023-00054-001	10323006786	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Hage/parkavfall	Ikke påvist	
V023-00055-001	10323006792	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Hage/parkavfall	Ikke påvist	
V023-00072-001	290323012602	Dyrkingsmedium /Kompost		Husdyrgjødsel fra storfe	Ikke påvist	

V023-00073-001	300323012627	Dyrkingsmedium /Kompost	Import			Ikke påvist	
V023-00074-001	300323012626	Dyrkingsmedium /Kompost	Import	Husdyrgjødsel fra storfe, hage/parkavfall		Ikke påvist	
V023-00076-001	30032012944	Dyrkingsmedium /Kompost	Import	Husdyrgjødsel fra storfe	Azoxystrobin (S)		3,31
					Bixafen (S)		12,9
					Fluopyram (S)		4,7
					Fluopyrammet. 7-OH (M)		4,4
					Metrafenone (S)		371
					Prochloraz (S)		73
					Prochlorazmet. BTS44595 (M)		34,6
					Prochlorazmet. BTS44596 (M)		7,2
					Tebuconazole (S)		6,7
V023-00076-002	30032012945	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Husdyrgjødsel fra fjørfe		Ikke påvist	
V023-00076-003	30032012946	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Husdyrgjødsel fra fjørfe, Hage/parkavfall		Ikke påvist	
V023-00076-004	30032012947	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Husdyrgjødsel fra storfe		Ikke påvist	
V023-00079-003	120423013906	Dyrkingsmedium /Kompost	Import	Husdyrgjødsel fra storfe		Ikke påvist	
V023-00087-001	170423014813	Dyrkingsmedium /Kompost	Import	Husdyrgjødsel	Bixafen (S)		4,43
					Metrafenone (S)		122
					Prochloraz (S)		51,9
					Prochlorazmet. BTS44595 (M)		26,9
					Prochlorazmet. BTS44596 (M)		7,92
					Tebuconazole (S)		4,75
V023-00092-001	130423014177	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Hage/parkavfall		Ikke påvist	
V023-00093-001	170423014643	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Hage/parkavfall		Ikke påvist	
V023-00096-002	210423015908	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Melasse, korn, kaffegrut, hage- og parkavfall, kjøkken- og matavfall	Imazalil (S)		12,8
V023-00097-001	210423015790	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Kjøkken- og matavfall		Ikke påvist	
V023-00252-001	140923041398	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Hage/parkavfall, Avløpslam	Tebuconazole (S)		4,39
V023-00254-001	140923041403	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Hage/parkavfall		Ikke påvist	
V023-00260-001	191023048278	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Husdyrgjødsel fra hest		Ikke påvist	
V023-00261-001	191023048273	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Hage/parkavfall	Tebuconazole (S)		6,06
V023-00279-001	120423013785	Dyrkingsmedium /Kompost	Norge	Hage/parkavfall, Kjøkken- og matavfall		Ikke påvist	

3.2 Funnfrekvens og forekomst av flere plantevernmidler

Funnkonsentrasjonene i gjødselvarerne er sammenlignbare med konsentrasjonene som påvises i plantevernmiddelsprøytet jordbruksjord i Norge ved start eller slutt av sesongen (vår/høst) (Lang et al. 2023). Ved bruk blandes gjødselvarerne inn i jorda og plantevernmiddelrestene blir ytterligere fortynnet. Funn av plantevernmidler som ikke er godkjent i Norge kan imidlertid være noe mer problematisk, da slike stoff kan ha uønskede helse- og/eller miljøeffekter.

Norske vs. importerte prøver: 48 % av de norske gjødselvarerprøvene hadde funn, mens 64 % av de importerte prøvene hadde funn. Det var funn i 79 % av de pelleterte organiske gjødselvarerne og i 75 % av de flytende gjødselvarerne, mens bare 17 % av prøvene av dyrkingsmedium/kompost hadde funn .

Det var flest funn i norske pelleterte prøver. Det var funn i 12 av 13 norske pelleterte prøver og funn i 11 av 16 importerte pelleterte prøver. Men blant prøvene med mange funn hadde importerte prøver høyest antall funn. En prøve importert pelletert gjødselvarer inneholdt 14 ulike funn (median 38 µg/kg, sum 646 µg/kg).

Pelleterte prøver: Det ble tatt ut 29 pelleterte prøver, og det var funn i 23 av 29 prøver, tilsvarende en funnprosent på 79 %. Det var totalt 95 funn av ulike midler fordelt på 23 prøver. Funnkonsentrasjonene var generelt lave; 64 funn var lavere enn 50 µg/kg, 11 funn var lavere enn 10 µg/kg. 31 funn var i området 50 til 652 µg/kg. De høyeste funnkonsentrasjonene er knyttet til chlormequat, en vekstregulator/stråforkorter.

Flytende prøver: Det ble tatt ut 8 flytende gjødselvarerprøver. Det var funn i 6 av 8 prøver. Det var totalt 17 funn av ulike midler fordelt på 6 prøver. Funnkonsentrasjonene var lave, med høyeste måleverdi på 64 µg/kg (clopyralid). 16 funn var lavere enn 50 µg/kg, og 8 av disse funnene var lavere enn 10 µg/kg.

Dyrkingsmedium/kompost: Det ble tatt ut 23 prøver dyrkingsmedium/kompost og det ble gjort færrest funn i denne prøvekategorien. Det var funn i 5 av 23 prøver. Det var totalt 17 funn i de fem prøvene. Funnkonsentrasjonene var generelt lave (under 13 µg/kg), men prochloraz og metrafenone ble påvist mellom 73 – 371 µg/kg.

3.3 Rester av clopyralid i produktene

Clopyralid ble påvist i 19 av 60 gjødselvarer, tilsvarende 32 % av prøvene. Konsentrasjonene var fra 8 til 79 µg/kg. Det var funn av clopyralid i 15 av 29 pelleterte organiske gjødselvarer (median 38 µg/kg) og funn i 4 av 8 flytende organiske næringsløsninger (median 10 µg/kg). Clopyralid ble ikke påvist i prøver av dyrkingsmedium/kompost (23 prøver). Metodens bestemmelsesgrense er 2 µg/kg i dyrkingsmedium/kompost og 7 µg/kg i pelleterte/flytende gjødselvarer.

I pelleterte gjødselvarer ble clopyralid påvist i produkter som var basert på husdyrgjødsel (hønsegjødsel og storfegjødsel), vinasse/melasse og frass. Det var funn i 6 importerte produkter og i 8 norske produkter.

I flytende næringsløsninger ble clopyralid påvist i fire produkter som var basert på sukkerbeteekstrakt og sukkerrørmelasse. Dette var importerte produkter.

Clopyralid er et systemisk ugrasmiddel som etterligner plantehormonet auxin og forstyrrer ugrasets vekst selv ved lave konsentrasjoner. Det har best effekt mot tofrøbladet ugras. I Norge er clopyralid godkjent til bruk mot ugras i høst- og vårkorn, grasgjenlegg, raigras, grasfrøeng, samt gras i grøntanlegg. Clopyralid er også godkjent i bekjemping av ugras i oljeraps, oljerybs, fôrraps, formargkål, kålrot, rosenkål, hodekål og mais. Tre plantevernmidler med clopyralid som aktivt stoff er godkjent i Norge i 2024. På etikettene advares det gjerne mot gjenbruk av sprøytet planterest; «det

frarås å bruke plantemateriale behandlet med [produktnavn] i veksthus eller til kompost. Gras fra grøntanleggsarealer behandlet med [produktnavn] skal ikke benyttes til fôr».

I mars 2024 vedtok EU-kommisjonen en oppdatering i regelverket for merking av gjødselvarer som er basert på prosessert husdyrgjødsel (EC, 2024), der følgende presisering skal inn i vedlegg III (side 69) i Regulation (EU) 2019/1009:

«Where an EU fertilising product contains processed manure as referred to in Part II, CMC 10, of Annex II, the following warning shall be included on the label “This product may contain aminopyralid or clopyralid and must not be used for the production of plants susceptible to these substances, such as beans, clover, lentils, peas, salat, sunflowers and tomatoes. This product must be used in such a manner as to avoid leading to the exceedance of the maximum residue levels for food or feed set in accordance with Regulation (EC) 396/2005’, or a similar warning. Such a warning is not needed for EU fertilising products containing processed manure with no more than 50 µg aminopyralid or clopyralid/kg dry matter.»

Dette betyr at organiske gjødselvarer som inneholder prosessert husdyrgjødsel må ha en merking på etiketten om at 1) produktet kan inneholde clopyralid eller aminopyralid, 2) produktet må ikke brukes på vekster som er sensitive for clopyralid og aminopyralid. Men 3) at en slik merking ikke er nødvendig dersom den prosesserte husdyrgjødselen etter en kjemisk analyse er vist å inneholde ≤ 50 µg aminopyralid eller clopyralid per kilo tørket husdyrgjødsel.

Dette innebærer en vurdering fra EU-kommisjonens vitenskaps- og kunnskapscenter (JRC; Joint Research Centre) om at pelleterte gjødselvareprodukter basert delvis eller helt på prosessert husdyrgjødsel med et innhold på inntil 50 µg clopyralid/kg produkt utgjør en lav/ingen risiko for skade på sensitive vekster. Pelleterte og flytende gjødselvarer fortynnes i stor grad ved bruk – enten ved innblanding i jord, eller ved utspeing i vann - slik at konsentrasjonen av clopyralid i jorda som plantene står i kan bli under plantenes toleransegrenser (1 µg/kg i jorda for de mest sensitive plantene). Men sluttkonsentrasjonen i jorda vil avhenge av den anbefalte dose og fortynningsgrad, og brukshyppighet, som beskrevet på etiketten til produktene. Eksempelvis inneholdt ett av frassproduktene (V023-00040-001) 69,7 µg clopyralid per kilo, men ved anbefalt bruk (2 ss (tilsv. 7 gram) per liter jord) vil clopyralidinnholdet i jorda være under sensitive veksters toleransegrense på 1 µg/kg. Et innhold på <50 µg clopyralid per kilo i gjødselvareprodukter av dyrkingsmedium/kompost derimot, vil utgjøre en risiko for skade på clopyralidsensitive planter som dyrkes i en jord med innblandet kompost, eller som dyrkes direkte i slik kompost, ettersom produktet ikke fortynnes like mye i det endelige dyrkingsmediet som plantene står i. Konsentrasjonen av clopyralid vil være avhengig av andel prosessert husdyrgjødsel i dyrkingsmediet/komposten. Det ble ikke påvist clopyralid over metodens bestemmelsesgrense (2 µg/kg) i de 23 prøvene av dyrkingsmedium/kompost samlet i 2023.

Den nye advarselsteksten gjelder ikke for gjødselvarer som er basert på restprodukter fra sukkerrør/sukkerbeteproduksjonen (melasse/vinasse) eller som er basert på frass.

Funn over 50 µg/kg ble gjort i tre pelleterte gjødselvarer basert på husdyrgjødsel (56 - 78 µg/kg), i to pelletert gjødselvarer basert på frass (70 og 79 µg/kg) og i en flytende gjødselvare basert på sukkerbeteekstrakt (64 µg/kg). Dette er første gang det er påvist clopyralid i frassprodukter. Funn av clopyralid i frass skyldes sannsynligvis rester av clopyralid i korn som er brukt som førkilde/substrat ved produksjonen av larvene. Frass er et næringsrikt restprodukt fra insektproduksjon (t.d. melorm) og består gjerne av en blanding av ekskrementer fra larvene, rester av fôrsubstrat og skall/døde insekter.

Vi observerer at funnkonsentrasjonene av clopyralid i flytende gjødselvarer er betydelig lavere i 2023 enn de var i 2020/2021, da rester av pyralider i organiske gjødselvarer først kom opp på agendaen i Norden. I 2021 påviste NIBIO i en egen undersøkelse inntil 1200 µg/kg i flytende gjødselvare, mens kartleggingen her i 2023 viser et innhold på 8-64 µg/kg i fire produkter, mens fire produkter er uten

funn av clopyralid. I 2021 ble rester av clopyralid særskilt koblet til bruk av sukkerrør/sukkerbetemelasse som råvare i flytende produkter. I 2023 er alle funn av clopyralid i flytende gjødselvarer gjort i produkter som inneholder sukkerrør/sukkerbetemelasse/vinasse. Aminopyralid er ikke påvist. Aminopyralid er godkjent i korn i Norge, men aminopyralid brytes raskt ned i sollys og vil derfor ikke være like persistent.

3.4 Rester av plantevernmidler i pelleterte gjødselvarer

Rester av clopyralid er omtalt separat i kapittel 3.3.

3.4.1 Funnene med de høyeste måleverdiene; > 100 µg/kg i pelleterte varer

3.4.1.1 Chlormequat

Chlormequat ble påvist i 12 pelleterte gjødselvarer i konsentrasjoner fra 37 til 652 µg/kg, med en mediankonsentrasjon på 209 µg/kg. Prøvene med funn av chlormequat hadde enten a) husdyrgjødsel fra fjørfe eller storfe som en av ingrediensene (9 prøver), eller var b) frass (3 prøver).

Chlormequat er en systemisk vekstregulator som hindrer biosyntesen av plantehormonet gibberellin. I korn og eng benyttes chlormequat som stråforkorter for å minske risikoen for legde. Chlormequat, i form av saltet chlormequat chloride, er godkjent til bruk i korn og frøeng, samt i prydplanter i veksthus i Norge. Fem plantevernmidler med chlormequat chloride som aktivt stoff er godkjent i Norge i 2024. Rester av chlormequat kan gjenfinnes i korn; i 2022 ble det gjort funn av chlormequat i 6 av 43 korn/melprøver som ble testet, i konsentrasjoner på 18-1800 µg/kg (Bolli et al. 2023). Chlormequat er svært vannløselig og etter inntak skilles stoffet raskt ut i urin (75-85 % ila. 24 timer) og i avføring (<5 %) (EFSA 2008).

Funn av chlormequat i de pelleterte prøvene skyldes sannsynligvis a) rester av chlormequat i korn/grasbasert fôr til husdyr hvor chlormequat skilles ut i husdyrgjødselen og b) rester av chlormequat i korn som er brukt som fôrkilde/substrat til larvene ved produksjonen av frass.

3.4.1.2 Imazalil

Imazalil ble påvist i 5 pelleterte gjødselvarer i konsentrasjoner fra 14,6 til 454 µg/kg, med mediankonsentrasjon på 39 µg/kg. De fleste prøvene hadde lave funnkonsentrasjoner (14,6 - 51 µg/kg) mens én prøve hadde et høyere innhold. Produktene med funn av imazalil hadde enten a) kjøkken- og matavfall som en av ingrediensene (3 prøver), eller var b) frass (2 prøver).

Imazalil er et systemisk soppmiddel som hindrer biosyntesen av ergosterol i soppens cellemembraner. I Norge er imazalil godkjent til bruk mot meldugg i agurk, tomat og prydplanter i veksthus, som beisemiddel på korn mot frøoverførte soppsykdommer, og til beising av settepoteter. Tre plantevernmidler med imazalil som aktivt stoff er godkjent i Norge i dag. I overvåkingsprogrammet for plantevernmidler i næringsmidler påvises imazalil vanligst i sitrusfrukt (med skall) (Bolli et al. 2023). Sitrusfrukt (appelsin, mandarin, klementin, sitron) kan være sprøytet med imazalil etter innhøsting for å hindre vekst av råtesopp, og rester av imazalil vil da hovedsakelig foreligge i skallet.

Rester av imazalil i de organiske gjødselvarene kan skyldes bruk av kjøkken- og matavfall som råvare, kanskje med innhold av skall av sitrusfrukt. Funn av imazalil i gjødselvareprodukter av frass kan for eksempel skyldes rester av imazalil i fôrsubstratet (korn eller and vegetabiler) til larvene og/eller fôrrester i frasset.

3.4.1.3 Pyrimethanil

Pyrimethanil ble påvist i 6 prøver pelleterte gjødselvarer i konsentrasjoner fra 6 til 247 µg/kg, med en mediankonsentrasjon på 31 µg/kg.

Pyrimethanil er et systemisk soppmiddel som hemmer biosyntesen av enzymer som soppene trenger for å kunne angripe plantevevet. I Norge er godkjent ett plantevernmiddel med pyrimethanil som aktivt stoff og benyttes i bekjempelse av gråskimmel og skurv i eple, pære og jordbær på friland. I EU er bruk av pyrimethanil spesielt utstrakt i vindruer, men også i frukt og grønnsaker. I det norske overvåkingsprogrammet for plantevernmidler i næringsmidler er pyrimethanil et av de hyppigst detekterte stoffene, og påvises i sitrusfrukt (med skall), annen frukt, druer og rosiner.

Rester av pyrimethanil i de organiske gjødselvarene kan skyldes rester av stoffet i kjøkken- og matavfall brukt som råvare. Det høyeste innholdet av pyrimethanil (247 µg/kg) ble påvist i en norskprodusert gjødselvare basert på kjøkken- og matavfall, avløpsslam og husdyrgjødsel fra storfe. I pattedyr omdannes pyrimethanil til metabolitten 4-hydroxypyrimethanil, som skilles ut med urin. Derfor er storfejødsel trolig ikke opphav til rester av pyrimethanil. Pyrimethanil ble også påvist i en prøve flytende organisk gjødsel som var basert på kjøkken- og matavfall.

3.4.1.4 Cyprodinil

Cyprodinil ble påvist i 2 prøver pelleterte gjødselvarer i en konsentrasjon på 11 og 163 µg/kg. Den høyeste måleverdien ble gjort i en importert prøve som var basert på «landbruksavfall». Landbruksavfall omfatter bl.a. husdyrgjødsel, halm, silosaft og avfall fra tømmer (jmf. snl.no/landbruksavfall), men kan også omfatte annet planteavfall. Cyprodinil er for eksempel brukt i soppbekjemping i vindruerproduksjon.

Cyprodinil er et systemisk soppmiddel som hemmer biosyntesen av spesifikke enzymer i sopp. Cyprodinil har en lignende struktur og virkemåte som pyrimethanil, og blir i likhet med pyrimethanil metabolisert til hydroksylerte metabolitter som skilles ut i urin. Husdyrgjødsel er derfor trolig ikke en kilde til cyprodinilrester i gjødselvarer.

3.4.1.5 Propiconazole

Propiconazole ble påvist i én prøve norskprodusert pelletert gjødselvare i en konsentrasjon på 159 µg/kg. Prøven var basert på biokull, treflis, husdyrgjødsel og kjøkken- og matavfall. Propiconazole er et systemisk soppmiddel som ikke lenger godkjent som aktivt stoff i plantevernmidler hverken i EU eller i Norge, da stoffet er klassifisert som reprotoksisk (i kategori 1B) og har hormonforstyrrende effekter (ECHA 2024). Propiconazole er godkjent brukt som aktivt stoff i treimpregneringsmidler (biocider) i Norge og EU.

3.4.1.6 Cyromazine

Cyromazine ble påvist i én prøve importert pelletert gjødselvare i en konsentrasjon på 111 µg/kg. Prøven var basert på husdyrgjødsel, planterester fra næringsmiddelindustrien og vinasse. Det er trolig rester av cyromazine i husdyrgjødselen som er årsaken til funnet i den pelleterte gjødselvaren. Ingen plantevernmidler med cyromazine som aktivt stoff er godkjent i Norge. Som plantevernmiddel er cyromazine et skadedyrmiddel brukt i grønnsaker, potet og prydplanter, men i EU er cyromazine også godkjent som veterinært legemiddel (antiparasittmiddel i husdyr). Cyromazine er vannløselig og vil ved inntak hovedsakelig skilles ut med urin (80-94%) (EFSA 2008b) og kan derfor gjenfinnes i husdyrgjødsel.

3.4.2 Hyppigst påviste midler i pelleterte prøver

I de pelleterte organiske gjødselvarene ble ugrasmiddelet clopyralid påvist hyppigst, med funn i 15 av totalt 33 prøver. Plantevekstregulatoren/stråforkorteren chlormequat ble påvist i 12 prøver, mens soppmiddelet fluopyram ble påvist i 7 prøver. Soppmidlene imazalil og pyrimethanil ble påvist i 5 prøver.

Generelt kan man si at funn av imazalil og pyrimethanil i en organisk gjødselvare kan være en indikator på at kjøkken- og matavfall, fortrinnsvis med skall fra sitrusfrukt, er brukt som

opphavsmateriale/råvare i produksjonen. Funn av chlormequat kan være indikator på bruk av korn/halm som opphavsmateriale. Funn av clopyralid og chlormequat kan være indikator på bruk av husdyrgjødsel som materiale. Funn av clopyralid kan også indikere bruk av vinasse/melasse som materiale.

3.5 Rester av plantevernmidler i flytende gjødselvarer

Det ble tatt ut 8 prøver flytende gjødselvarer (næringsløsninger). To prøver hadde ingen funn. Foruten funn av ugrasmeddelet clopyralid (se avsnitt 3.3) ble det gjort lave funn i området 3,5 til 40 µg/kg av soppmidler (imazalil, metribuzin, propamocarb, pyrimethanil og thiabendazole), samt 2,6-dichlorobenzamide (BAM). BAM er en metabolitt av soppmeddelet fluopicolide, som foreligger i enkelte plantevernmiddelpreparater i kombinasjon med propamocarb. Fluopicolide er ikke godkjent som aktivt stoff i plantevernmidler i Norge. Blant soppmidlene var propamocarb stoffet med høyest funnkonsentrasjon (21 og 40 µg/kg) i de flytende gjødselvarene.

Soppmidlene imazalil, pyrimethanil og thiabendazole ble påvist i én prøve flytende gjødselvarer. Disse soppmidlene stammer sannsynligvis fra kjøkken- og matavfall, i samsvar med tilsvarende funn i pelleterte gjødselvarer.

3.6 Rester av plantevernmidler i dyrkingsmedium og kompost

Det ble tatt ut 23 prøver dyrkingsmedium/kompost. 18 av 23 prøver hadde ingen funn. I to prøver kompost ble det påvist rester av 4-6 soppmidler og metabolitter av soppmidler. Det ble gjort flere funn av *metabolitter* av plantevernmidler i dyrkingsmedium/kompost enn i pelletert gjødsel. Det er nærliggende å anta at komposteringen bidrar til mikrobiell nedbryting av soppmidlene, og dermed lavere/færre funn av plantevernmidler i dyrkingsmedium/kompost men litt flere funn av metabolitter. De høyeste funnene i dyrkingsmedium/kompost var av midler som brytes svært langsomt ned av mikroorganismer i jord: metrafenone (371 og 122 µg/kg) og prochloraz (73 og 52 µg/kg); øvrige soppmiddelfunn var under 12 µg/kg.

3.6.1.1 Metrafenone (>100 µg/kg i dyrkingsmedium/kompost)

Metrafenone ble påvist i 2 prøver importert kompost i konsentrasjoner på 371 og 122 µg/kg. Begge prøvene var trolig fra samme produsent, men ulike batchnummer. Begge var basert på husdyrgjødsel (fra storfe). Metrafenone er et soppmiddel som brukes til bekjempelse av sopp i korn og i vindruer. Metrafenone har en høy sorpsjonskoeffisient, brytes langsomt ned av mikroorganismer og kan bindes til planterester etter sprøyting. Metrafenone er lite vannløselig og etter inntak skiller stoffet hovedsakelig uendret ut i avføring (95 % etter 7 dager) (JMPR 2014). Dette kan indikere at rester av metrafenone kan stamme fra husdyrgjødselen som er tilsatt komposten. Ingen plantevernmidler med metrafenone som aktivt stoff er godkjent i Norge.

3.6.1.2 Prochloraz (>50 µg/kg i dyrkingsmedium/kompost)

Prochloraz og metabolittene BTS44595 og BTS44596 ble påvist i to prøver importert kompost. I tillegg ble metabolitten BTS 40348 (summeformel $C_{11}H_{14}Cl_3NO$) tentativt påvist, men ikke kvantifisert. Prochloraz hadde en konsentrasjon på 73 og 52 µg/kg, mens metabolittkonsentrasjonene var lavere. Soppmeddelet prochloraz hemmer et enzym som er viktig for soppens biosyntese av steroler. Prochloraz er i ulike studier vist å ha hormonforstyrrende effekt (f.eks. Vingaard et al. 2005; Kjærstad et al. 2010). Prochloraz mistet sin godkjenning som aktivt stoff i plantevernmidler i EU i 2021.

3.7 Hvorfor så mange funn av soppmidler?

Mange soppmidler bindes til organisk materiale og blir mindre tilgjengelig for mikrobiell nedbryting. De fleste av stoffene som er påvist gjentatte ganger er halogenerte, dvs. de inneholder klor (Cl), fluor

(F) eller bromid (Br) (Tabell 2). Halogener kan ikke så lett spaltes av ved mikrobiell nedbryting. Midlene kan ende opp i organiske gjødselvarer dersom rester av slike midler ligger igjen i sprøytet mat/plantemateriale som blir brukt som råvarer, eller dersom det sprøytede plantematerialet blir brukt som dyrefôr og skilles ut i husdyrgjødsel/frass som benyttes til produksjon av gjødselvarer.

Ugrasmidler er ofte mer vannløselige og mobile, og brytes generelt raskere ned. Både clopyralid og chlormequat brytes iht. data samlet i PPDB-databasen (Lewis et al. 2016) raskt ned i jord.

Nedbrytingen av clopyralid i/på planter er også oppgitt å være rask, med halveringstid på 4,3 til 6,7 dager etter sprøyting. Men hyppig gjenfinning av clopyralid og chlormequat i husdyrgjødselbaserte gjødselvarer kan tyde på at stoffene ikke brytes like raskt ned i/på alle typer planterester, eksempelvis i korn og halm. I et pågående prosjekt finansiert av Landbruksdirektoratet er det dokumentert betydelige rester av clopyralid i halm i åker mange måneder etter sprøyting (Almvik et al. 2024, rapport under utarbeiding). Det trengs mer data om persistens av slike plantevernmidler i/på planter og planterest.

Tabell 2. Egenskaper ved de aktive stoffene som er påvist hyppigst i de 60 gjødselvarerprøvene. RL50 = halveringstid (Residue Level) i dager målt i/på plantemateriale. U = ugrasmiddel, V = vekstregulator, S = soppmiddel, I = skadedyrmiddel, * = systemisk. Data hentet fra Pesticide Properties Database (Lewis et al. 2016).

Aktivt stoff	Type	Ant. funn	Funn (µg/kg)	Summeformel	RL50 planter	Persistens i jord	Mobilitet i jord	Vannløselighet
Clopyralid	U*	19	8-79	C ₆ H ₃ Cl ₂ NO ₂	4,3-6,7	Ikke persistent	Svært mobil	Høy
Chlormequat	V*	12	37-562	C ₅ H ₁₃ ClN	-	Ikke persistent	Moderat	Høy
Imazalil	S*	8	7-454	C ₁₄ H ₁₄ Cl ₂ N ₂ O	6.8-82	Moderat	Ikke mobilt	Moderat
Pyrimethanil	S*	8	6-247	C ₁₂ H ₁₃ N ₃	3-57	Moderat	Moderat	Moderat
Fluopyram	S*	8	4,7-20	C ₁₆ H ₁₁ ClF ₆ N ₂ O	4-9	Persistent	Moderat	Lav
Tebuconazole	S*	7	4,4-37	C ₁₆ H ₂₂ ClN ₃ O	1-59,4	Moderat	Noe	Lav
Metrafenone	S*	5	7-371	C ₁₉ H ₂₁ BrO ₅	-	Persistent	Ikke mobil	Lav

3.8 Miljøeffekter og mattrygghet

De påviste konsentrasjonene av plantevernmidler i gjødselvarerne er relativt lave, og er sammenlignbare med konsentrasjonene som påvises i plantevernmiddelsprøytet jordbruksjord i Norge ved start eller slutt av sesongen (vår/høst) (Lang et al. 2023). Ved bruk blandes gjødselvarerne inn i jorda og plantevernmiddelrestene blir ytterligere fortynnet.

Organiske gjødselvarer som inneholder rester av plantevernmidler kan imidlertid føre til spredning av uønskede plantevernmidler i jord og vann, eller føre til uønsket opptak i matplantene. Det kan være knyttet mindre risiko ved rester av stoff som allerede er godkjente som aktive stoff i plantevernmidler i Norge. Slike stoff brukes i mye større doser når de sprøytes i åker og eng i sesong i form av konsentrerte plantevernmiddelprodukter enn om de spres som rester i organiske gjødselvarer. Bidrag fra gjødselvarer er således mye lavere enn bidrag fra bruk av konsentrerte plantevernmidler. Unntaket er om stoffet har skadelige effekter på sensitive planter selv ved lave konsentrasjoner i jorda; slik som ugrasmiddelet clopyralid har. Da kan lave konsentrasjoner i organiske gjødselvarer føre til plantedød. Et annet problem kan oppstå dersom plantevernmidler i organiske gjødselvarer tas opp av matplanter som er dyrket økologisk og blir mistenkt som ulovlig bruk av plantevernmiddel etter påvisning i matvaren. Bønder/gartnere som driver økologisk planteproduksjon, risikerer dermed å bli urettmessig

mistenkt for å ha sprøytet med plantevernmidler. Bønder/gartnere som driver konvensjonell produksjon risikerer det samme, men er antagelig mindre utsatt ettersom de kan benytte uorganiske gjødselvarer i produksjonen i tillegg og ikke er like avhengig av organiske gjødselvarer. Men også konvensjonell produksjon går i retning av økt bruk av biorest og/eller bruk av kombinasjonsprodukter av mineral- og organisk gjødsel.

Piperonyl butoxide ble påvist i 4 pelleterte prøver i lave konsentrasjoner (10,9-30,4 µg/kg). Piperonyl butoxide er en ko-formulant (synergist) i enkelte insektmidler (eksempelvis pyretriner) som skal øke effektiviteten av insektmidlene. Enkelte insektmidler er godkjent til innendørs bruk og piperonyl butoxide er et av de stoffene som ble hyppigst påvist i innendørs husstøv samlet fra bondegårder i EU (Silva et al. 2023).

Spredning av ikke-godkjente plantevernmidler gjennom bruk av gjødselvarer kan representere et mulig miljø- og helseproblem. Soppmiddelet prochloraz, som ble påvist i to kompostprøver, er i ulike studier vist å ha hormonforstyrrende effekt (f.eks. Vingaard et al. 2005; Kjærstad et al. 2010) og mistet sin godkjenning som aktivt stoff i plantevernmidler i EU i 2021. Soppmiddelet propiconazole, som ble påvist i en pelletert gjødselvarer, er klassifisert som reprotoksisk/hormonforstyrrende og mistet sin godkjenning som aktivt stoff i plantevernmidler i EU i 2018. Kunnskap om hormonforstyrrende effekter av plantevernmidler som er godkjent i Norge er også økende; eksempelvis soppmiddelet pyrimethanil på trefrosk (Bernabo et al. 2017), plantevekstregulatoren chlormequat i rotter og svin (Sørensen & Danielsen, 2006) og soppmiddelet imazalil i mus og kreps (Jin et al. 2019; Marcal et al. 2020). Men det trengs mer data før midlenes godkjenning må vurderes, og i mellomtiden trengs det kunnskap om spredning av slike midler i miljøet.

Soppmidlene imazalil og pyrimethanil ble påvist i 13% av gjødselvarerne, ofte i kombinasjon med thiabendazole. Imazalil, pyrimethanil og thiabendazole ble overraskende påvist i bekkevann i et jordbruksdominert nedbørfelt på Sørlandet (Vasshaglona) i 2020, uten at disse var rapportert brukt i overvåkingsperioden (Bechmann et al. 2023). Det er mulig at årsaken til funnene skyldes spredning av organisk gjødselvarer med slike plantevernmiddelrester i nedbørfeltet. I næringsmiddelovervåkingen påvises disse tre soppmidlene typisk i sitrusfrukt med skall (appelsiner, klementiner, mandariner) (Bolli et al., 2023). Skall av sitrusfrukt i matavfall brukt til produksjon av gjødselvarer kan føre til rester av imazalil, pyrimethanil og thiabendazole i gjødselvarerproduktene. Konsentrasjonene av disse plantevernmidlene er i denne kartleggingen vist å være lave.

Gitt de konsentrasjonene som er påvist i denne kartleggingen, så vil konsentrasjonen i vegetabiliske matvarer etter bruk av disse gjødselvarerne sannsynligvis være under tillatte grenseverdier (MRL). Opptaksstudier i matplanter og modellberegninger ville gitt større sikkerhet i konklusjonen. Anbefalingen er å utvikle mer kunnskap og modeller for beregning av opptak i matplanter som grunnlag for å gjøre en helhetlig risikovurdering. Slike beregninger er krevende da det må tas hensyn til type plantevernmiddel, dose gjødselvarer, jordvolum, type plante og opptak i rot og translokering til spiselige deler med mer.

3.9 Funn av andre typer stoff

Andre typer stoff som ikke er plantevernmidler, men alkaloider fra planter, legemidler og veterinære legemidler ble også påvist i enkelte av prøvene, etter en kvalitativ screening mot en utvidet stoffdatabase [Thermo Fisher Scientific EFS HRAM Compound Database and Spectra Library]. En del av funnene er bekreftet ved sammenligning mot nyinnkjøpt referansestandarder av stoffene, mens andre funn foreløpig er bare tentative og ennå ikke bekreftet med sammenligning mot referansestandard.

Plantealkaloider og legemidler påvist og bekreftet i enkelte prøver:

Ricinine: pyridin alkaloid fra lakseroljeplant; *Ricinus communis*. Etter utvinning av lakserolje fra planten benyttes presskakeresten (*Castor cake*) som nitrogenrik gjødselvarer. Materialet

varmebehandles for å bryte ned det svært giftige proteinet ricin til ricinine. Eventuelle rester av proteinet ricin kan ikke måles med NIBIOs screeningmetode da proteiner krever spesialmetode. Metabolitten ricinine er betydelig mindre toksisk enn morstoffet ricin, men har virkning mot insekter (insektmiddel). Ricinine er lett vannløselig og løses ut i jordvannet og kan da være tilgjengelig for opptak i planter (Zheng et al. 2023). Ricinine ble påvist i én importert pelletert prøve basert på organisk avfall. Tyskland innførte restriksjoner for ricinholdige gjødselvarer i den tyske gjødselvarerforskriften etter en rekke forgiftninger av hunder som hadde spist gjødselvarer sprøytet på åkeren (Worbs et al. 2011). EUs gjødselvarerforordning (Forordning (EU) 2019/1009) krever at gjødselvarer som inneholder morstoffet ricin merkes med «*Hazardous to animals in case of ingestion*».

Andre plantealkaloider ble påvist i flere prøver; eksempelvis solanidine, solanine og nicotine (alkaloider som forekommer i planter av søtvierfamilien (*Solanaceae*), slik som potet og tomat. Alkaloidene er toksiske ved høyere doser), caffeine og theobromine (alkaloider med virkning mot skadedyr/insekter, som bl.a. finnes i te-blader og kakaoskall). EUs forskrift krever at gjødselvarer som inneholder kakaoskall merkes med «*Toxic to dogs and cats*». Dipyridamole (legemiddel) og enrofloxacin (veterinært legemiddel) ble påvist i enkeltprøver.

Legemidler *tentativt* påvist (dvs. ikke endelig bekreftet) i én pelletert prøve:

Citalopram/escitalopram (legemiddel), amitriptyline (legemiddel) og fexofenadine (legemiddel) er *tentativt* påvist i en norskprodusert pelletert gjødselvarer som (bl.a.) var basert på avløps slam. Funnene vil bekreftes/avkreftes ved sammenligning med innkjøpte referansestandarder av stoffene. Funn av dipyridamole (legemiddel) ble bekreftet i den samme prøven.

3.10 Forslag til søkespekter for organiske gjødselvarer

Gjødselvarerforskriften §10.2 krever at «*Den som produserer eller omsetter produkter etter denne forskrift skal vise aktsomhet og treffe rimelige tiltak for å begrense og forebygge at produktet inneholder organiske miljøgifter, plantevernmidler, antibiotika/kjemoterapeutika eller andre miljøfremmede organiske stoffer i mengder som kan medføre skade på helse eller miljø ved bruk*» (FOR-2003-07-04-951).

Det er imidlertid ikke angitt noen grenseverdier for plantevernmiddelrester i slike produkter i forskriften. Det foreligger heller ikke noe anbefalt søkespekter over stoffer som slike prøver bør analyseres for. Med unntak av clopyralid, er det lite kunnskap om rester av plantevernmidler generelt i organiske gjødselvarer. Screeningmetoden som ble benyttet i dette OK-prosjektet for 2023 har påvist en rekke plantevernmidler, metabolitter/nedbrytingsprodukter av plantevernmidler og noen plantetoksiner, og dette foreslås som et utgangspunkt for et søkespekter for analyse av plantevernmidler i organiske gjødselvarer; se Tabell 3. Listen er ikke uttømmende for plantetoksiner ettersom en rekke ulike plantetoksiner krever spesialanalysemetoder og ikke var inkludert i screeningen. Hyppige funn av glyfosat i urin fra storfe (f.eks. Krüger et al. 2014) gjør det aktuelt å også inkludere glyfosat og metabolitten AMPA i søkespekteret for (husdyrgjødselbaserte) gjødselvarer. Men dette krever spesialmetode.

Det er i screeningen påvist enkelte legemidler/veterinære legemidler (dipyridamol, enrofloxacin), men det trengs mer målrettede analyser for denne stoffgruppen. Det er ikke screenet for stoffer som bare kan påvises med gasskromatografi (GC-MS), eksempelvis plantevernmidler i gruppen persistente organiske miljøgifter (POPs) (eksempelvis DDT, endosulfan, chlordan mm.) og det anbefales egne undersøkelser for denne stoffgruppen.

Tabell 3. Anbefalt søkespekter for analyse av plantevernmidler, samt noen plantetoksiner, i organiske gjødselvarer, basert på funn i 60 prøver av organiske gjødselvarer på det norske markedet i 2023. Grønn farge angir stoff som er godkjent til bruk i plantevernmidler eller biocider i Norge per 2024. Median er beregnet for prøvene med funn; prøver uten funn er ikke inkludert.

Plantevernmiddel	Antall funn	Laveste (µg/kg)	Høyeste (µg/kg)	Median (µg/kg)
2,6-dichlorbenzamide (BAM) (metabolitt)	2	3,3	13,6	8,4
Ametoctradin	5	12,0	65,6	21,8
Azoxystrobin	4	3,3	11,3	8,6
Bixafen	2	4,4	12,9	8,7
Boscalid	1	43,2	43,2	43,2
Chlormequat	12	37,3	652	209
Cyflufenamid	2	8,6	16,4	12,5
Cyprodinil	2	11,4	163	87,2
Cyromazine	1	111	111	111
Dimetomorph	4	10,1	84,3	24,0
Fenhexamid	4	10,8	51,0	39,7
Fludioxonil	3	43,5	58,0	54,2
Fluopicolide	3	29,3	59,1	36,7
Fluopyram	8	4,7	20	10,0
Fluopyram-7-OH (metabolitt)	1	4,4	4,4	4,4
Fluxapyroxad	3	6,1	16,6	8,0
Imazalil	8	7,0	454	23,8
Mepiquat	3	19,4	58,4	36,0
Metrafenone	5	7,2	371	20,6
Metribuzin	1	14,3	14,3	14,3
Piperonyl butoxide	4	10,9	30,4	21,3
Prochloraz	2	51,9	73,4	62,7
Prochloraz BTS44595 (metabolitt)	2	26,9	34,6	30,8
Prochloraz BTS44596 (metabolitt)	2	7,2	7,9	7,5
Propamocarb	5	4,2	40,4	20,9
Propiconazole	1	159	159	159
Pyrimethanil	8	5,8	247	25,6
Tebuconazole	7	4,4	36,8	6,4
Thiabendazole	6	3,5	77,3	10,4
Andre aktuelle stoff:				
Prochloraz BTS40348 (metabolitt)	2	-	-	-
Ricinine (metabolitt av planteproteinet ricin)	1	-	-	-
Solanidine (plantealkaloid)	4	-	-	-
Solanine (plantealkaloid)	3	-	-	-
Caffeine (plantealkaloid)	6	-	-	-
Theobromine (plantealkaloid)	7	-	-	-
Andre aktuelle plantevernmidler (krever spesialmetoder):				
Glyphosate	-	-	-	-
AMPA (metabolitt av glyphosate)	-	-	-	-
Aminopyralid	0	0	0	0
Clopyralid	19	8,3	78,8	37,4

4 Konklusjoner

Blant 60 organiske gjødselvarer på markedet i Norge i 2023 som ble screenet for innhold av plantevernmidler, så var det funn i 48 % av de norske gjødselvarerprøvene og i 64 % av de importerte prøvene. Det var funn i 79 % av de pelleterte organiske gjødselvarerene, funn i 75 % av de flytende gjødselvarerene, men funn i bare 17 % av prøvene av dyrkingsmedium/kompost.

Ugrasmiddelet clopyralid:

- Selv lave rester av clopyralid kan gi skade på planter som er sensitive for clopyralid. Restnivåene av clopyralid i flytende organiske gjødselvarer på det norske markedet er mye lavere i 2023 sammenlignet med funn i 2021. Tidligere hadde særskilt produkter basert på vinasse et høyt clopyralidinnhold. Det er færre flytende gjødselvarerprodukter på markedet i 2023 med vinasse som råvare. Dette reflekteres i det lave antallet flytende gjødselvarer (kun 8) som ble samlet inn i 2023. De flytende prøvene basert på vinasse hadde i 2023 et innhold av clopyralid som ved fortykning av produktene i vann ikke utgjør noen risiko for sensitive planter. Reduksjonen i clopyralidnivået må sees i sammenheng med Mattilsynets anbefaling til næringen fra 2021 om at gjødselvarer ikke bør markedsføres til sensitive vekster dersom anbefalt bruk fører til et innhold på mer enn 1 µg/kg av clopyralid i jord/dyrkingsmedium.
- Det ble tatt ut mange (23) prøver dyrkingsmedium/kompost i 2023, men det var ingen funn av clopyralid i disse, over analysemetodens bestemmelsesgrense på 2 µg/kg.
- Det var mange funn av clopyralid i pelleterte organiske gjødselvarer i 2023. Risiko for skade er først og fremst knyttet til pelleterte produkter med et innhold over 50 µg/kg, hvis brukt i dyrking av planter som er svært sensitive for clopyralid; eksempelvis tomat, erter, salat, bønner, kløver, linser, erter og solsikke. Funn på 50 – 79 µg/kg ble gjort i fem pelleterte gjødselvarer basert på husdyrgjødsel eller frass (larveavføring) og i én flytende gjødselvarer basert på sukkerbeteekstrakt. Dette er første gang clopyralid er påvist i frass. Men det er bruken av produktene iht. anbefaling på etikett som avgjør om jorda tilføres skadelige nivåer av clopyralid for planter. Eksempelvis var ett av frassproduktene markedsført for bruk i grønnsaker og inneholdt 69,7 µg clopyralid/kg, men ved anbefalt bruksmengde vil clopyralidinnholdet i gjødselinnblandet jord være under sensitive grønnsaksveksters toleransegrense på 1 µg/kg. Ikke alle produktene var markedsført til bruk i sensitive planter, og da vil bruken av dem ikke utgjøre noen risiko for skade.
- I produksjonen av gjødselvarer som er tiltenkt brukt i clopyralidsensitive planter bør en unngå å bruke plantematerialer behandlet med clopyralid som råvare, forsikre seg om at det ikke er brukt clopyralidbehandlet fôr/substrat til husdyr/insekter, alternativt kontrollere at husdyrgjødselen er fri for clopyralid. EU-kommisjonen innfører nytt krav til merking av gjødselvarer som inneholder prosessert husdyrgjødsel som skal gjøre produsent og forbruker mer oppmerksom på problemstillingen.

Andre plantevernmidler:

- Funnkonsentrasjonene av plantevernmidler var generelt lave (3- 660 µg/kg). Kun 7 plantevernmidler ble påvist i konsentrasjoner over 100 µg/kg. Foruten ugrasmiddelet clopyralid, som var det hyppigst påviste stoffet (19 av 60 prøver), ble plantevekstregulatoren/stråforkorteren chlormequat påvist i 12 av 60 prøver, mens soppmidlene fluopyram, imazalil og pyrimethanil ble påvist i 8 av 60 prøver.
- De påviste konsentrasjonene av plantevernmidler i gjødselvarerene er sammenlignbare med konsentrasjonene som påvises i plantevernmiddelbehandlet jordbruksjord i Norge ved start eller slutt av sesongen. Ved bruk blandes gjødselvarerene inn i jorda og plantevernmiddelrestene blir ytterligere fortynnet.

- Gitt de lave konsentrasjonene som er påvist i denne kartleggingen, så vil nivået i vegetabiliske matvarer etter bruk av disse gjødselvarerne sannsynligvis være under tillatte grenseverdier (MRL). Opptaksstudier i matplanter og modellberegninger ville gitt større sikkerhet i konklusjonen. Anbefalingen er å utvikle mer kunnskap og modeller for beregning av opptak av ulike typer plantevernmidler i matplanter som grunnlag for å sette grenseverdier og gjøre en helhetlig risikovurdering.
- For yrkesutøvere som bruker organiske gjødselvarer kan det være problematisk dersom det blir gjort funn av plantevernmidler i matvaren som ikke er godkjent brukt i kulturen som er dyrket eller det blir gjort funn i økologiske produkter.
- Enkelte importerte gjødselvarer inneholdt rester av plantevernmidler med uheldig helseeffekt (hormonforstyrrende) som ikke er godkjent som plantevernmiddel i Norge (propiconazole, metrafenone og prochloraz). De påviste konsentrasjonene i gjødselvarerne var lave.
- Gjødselvarerforskriften angir ikke grenseverdier for plantevernmiddelrester i organiske gjødselvarer, så vi har ikke kunnet vurdere funnene mot etablerte grenseverdier. Det trengs mer bakgrunnskunnskap, inkludert opptaksstudier, for å sette slike grenseverdier. Det er problematisk at den som produserer eller omsetter produkter i henhold til gjødselvarerforskriften er forpliktet til å (sitat) «begrense og forebygge at produktet inneholder [...] plantevernmidler eller andre miljøfremmede organiske stoffer i mengder som kan medføre skade på helse eller miljø ved bruk», uten at man vet hva som er skadelige mengder.
- Dyrkingsmedium/kompost var den produktkategorien som inneholdt færrest rester av plantevernmidler. En årsak til dette kan være en aktivt mikrobiell nedbryting av plantevernmidler i slike produkter. Det ble påvist flere nedbrytingsprodukter/metabolitter av plantevernmidler i denne prøvekategori, sammenlignet med de andre prøvetypene.
- Noen rester av plantevernmidler (f.eks. clopyralid, chlormequat, cyromazine og metrafenone) kan mest sannsynlig kobles til rester i fôr (korn/halm) til husdyr, som skilles ut i husdyrgjødsel som blir brukt som råvare i gjødselvarerprodukter.
- Andre rester av plantevernmidler (f.eks. imazalil, pyrimethanil, thiabendazole) kan trolig knyttes til bruk av kjøkken- og matavfall som råvarer i gjødselproduksjonen, og da særskilt skall fra sitrusfrukt.
- Basert på funnene i de 60 prøvene av organiske gjødselvarer fra 2023 foreslås et søkespekter på 39 plantevernmidler, metabolitter/nedbrytingsprodukter av plantevernmidler og noen plantetoksiner, men et enda større søkespekter er fordelaktig. Søkespekteret gjelder først og fremst for gjødselvarer basert på husdyrgjødsel, korn/halmrester, kjøkken- og matavfall og hage- og parkavfall som det var mest av i prøvesettet. Det var kun få prøver basert på avløpsslam i denne undersøkelsen, men enkelte funn som ble gjort indikerer at gjødselvarer basert på avløpsslam bør undersøkes for rester av legemidler. Gjødselvarer basert f.eks. på fiskeslam eller biorest fra biogassanlegg, anbefales undersøkt for innhold av andre typer uønskede stoff og miljøgifter i tillegg, eksempelvis antibiotika, POPs (persistente organiske miljøgifter), industrijemikalier og tungmetaller.
- Det er i screeningen påvist flere toksiske plantealkaloider, inkludert ricinine i én prøve; ricinine er en metabolitt av det toksiske proteinet ricin i lakseroljeplanten. Det er også påvist enkelte legemidler/veterinære legemidler (dipyridamol, enrofloxacin), men det trengs mer målrettede analyser for disse stoffgruppene. Det er ikke screenet for stoffer som bare kan påvises med gasskromatografi (GC-MS), eksempelvis plantevernmidler i gruppen persistente organiske miljøgifter (POPs) (eksempelvis DDT, endosulfan, chlordan mm.) og det anbefales egne undersøkelser for denne stoffgruppen.

Litteraturreferanser

- Almvik, M., Lang K., Bolli R., Christiansen A., Stenrød M., Fernández-Alba AR.; Qiu J.; Liu X. 2023. Pesticide residues in food from Asia on the Norwegian market and the importance of efficient screening methods for pesticides. NIBIO POP 9 (17), 2023. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/3084501/NIBIO_POP_2023_9_17.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Almvik, M., Lang, K., Alsbirij, M., McKinnon, K. & Enger, S. 2024. Bedre kunnskap om persistens av klorpyralid i norsk jord og planterest. Prosjekt 2022/74995 finansiert av Landbruksdirektoratets Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler 2023. Rapport under utarbeiding.
- Bechmann, M., Stenrød M., Hauken M., Deelstra J., Eggestad HE., Bøe F., Kværnø S., Krzeminska D., Maurset M., Riley H., Selnes S., Lunnan T., Mæland T., Seljeåsen R., Molversmyr Å. og Dreyer L-I. (2023). Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Feltrapporter fra programmet i 2020/2021. NIBIO rapport 9/24/2023. <https://hdl.handle.net/11250/3052080>
- Bernabò, I., Guardia A., Macirella R. et al. 2017. Chronic exposures to fungicide pyrimethanil: multi-organ effects on Italian tree frog (*Hyla intermedia*). *Sci Rep* 7, 6869 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07367-6>
- Bolli, R. et al. 2023. Overvåkingsresultater for plantevernmiddelester i næringsmidler 2022. Rapport Mattilsynet og NIBIO. https://mattilsynet-xp7prod.enonic.cloud/_/attachment/inline/9124a9ee-febb-453a-83c2-74137ac56adb:e22a3112ff51c9bf961f6076f7b356726a95dof5/Rapport_Rester_av_plantevernmidler_i_n%C3%A6ringsmidler_2022.pdf
- EC 2024. ANNEXES to the COMMISSION DELEGATED REGULATION amending Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council as regards adding processed manure as a component material in EU fertilising products. C(2024) 1309 final. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-7493-2024-ADD-1/en/pdf>
- ECHA 2024. Propiconazole Substance Infocard. <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.056.441>
- EFSA 2008. Conclusion on the peer review of chlormequat. EFSA Scientific Report (2008) 179, s. 1-77. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.179r>
- EFSA 2008b. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance cyromazine. EFSA Scientific Report (2008) 168, side 10. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2008.168r>
- FOR (2023). Fritidsodlingens riksorganisasjon, Sverige, hjemmeside om pyralidaffären: <https://for.se/pyralidaffaren/>
- FOR-2003-07-04-951. Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. Fastsatt av Helse- og omsorgsdepartementet, Klima- og miljødepartementet og Landbruks- og matdepartementet i Norge. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951>
- Jin C, Zhang R, Fu Z, Jin Y. Maternal exposure to imazalil disrupts the endocrine system in F1 generation mice. *Mol Cell Endocrinol*. 2019 Apr 15;486:105-112. doi: 10.1016/j.mce.2019.03.002. Epub 2019 Mar 7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30853599/>
- JMPR 2014. Metrafenone. In: Pesticide residues in food – 2014, Toxicological evaluations. s. 307-356. https://iris.who.int/bitstream/10665/164597/1/9789241665308_eng.pdf
- Krüger M., Schledorn P., Schrödl W., Hoppe HW., Lutz W., Shehata AA. (2014). Detection of glyphosate residues in animals and humans. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*,

- 4 (2014), p. 210. <https://www.hilarispublisher.com/open-access/detection-of-glyphosate-residues-in-animals-and-humans-2161-0525.1000210.pdf>
- Kjærstad, M.B., Taxvig C., Nellemann C., Vinggaard A.M., Andersen H.R. (2010). Endocrine disrupting effects in vitro of conazole antifungals used as pesticides and pharmaceuticals. *Repro.Toxicol.*30(4), pp.573-82, doi: 10.1016/j.reprotox.2010.07.009.
- Lang, K., Almvik M., Stenrød M. 2023. Kartlegging av plantevernmidler i jordbruksjord. Kunnskapsbehov for å vurdere sammenhenger med jordhelse. NIBIO Rapport vol. 9 (146). NIBIO Ås, 2023. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/3107291/NIBIO_RAPPORT_2023_9_146.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Lewis, K.A., Tzilivakis J., Warner D. and Green A. (2016) An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050-1064. <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm>
- Marçal R. Marçal, M. Pacheco, S. Guilherme, 2020. DNA of crayfish spermatozoa as a target of waterborne pesticides – An ex vivo approach as a tool to short-term spermiotoxicity screening, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 400, 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389420312899>
- Silva et al. 2023. Pesticide residues with hazard classifications relevant to non-target species including humans are omnipresent in the environment and farmer residences. *Environment International* Volume 181, 2023. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412023005536>
- Sørensen, M.T. and Danielsen, V. (2006), Effects of the plant growth regulator, chlormequat, on mammalian fertility. *International Journal of Andrology*, 29: 129-133. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2005.00629.x>
- Vinggaard, A.M., Hass, U., Dalgaard, M., Andersen, H.R., Bonefeld-Jørgensen, E., Christiansen, S., Laier, P. og Poulsen, M.E. (2006), Prochloraz: an imidazole fungicide with multiple mechanisms of action. *International Journal of Andrology*, 29: 186-192. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2005.00604.x>
- Worbs S, Köhler K, Pauly D, Avondet MA, Schaer M, Dorner MB, Dorner BG (2011). *Ricinus communis* intoxications in human and veterinary medicine-a summary of real cases. *Toxins* (Basel). 2011 Oct;3(10):1332-72. doi: 10.3390/toxins3101332. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3210461/>
- Zheng, Liu, Wang, Tzou, Chiang, Lin, Yang, Wu & Chuang (2023). Evaluating the release and metabolism of ricinine from castor cake fertilizer in soils using a LC-QTOF/MS coupled with SIRIUS workflow, *Chemosphere*, Volume 310, 2023, 136865, ISSN 0045-6535, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136865>

Vedlegg 1. Søkespekter for NIBIO metode M119

Compound Name	Compound Formula	Compound Name	Compound Formula
Co-formulant:			
1,2-Benzisothiazolin-3-one	C7H5NOS	Clofentezine	C14H8Cl2N4
Mefenpyr-diethyl	C16H18Cl2N2O4	Clomazone	C12H14ClNO2
Piperonyl-butoxide	C19H30O5	Clopyralid	C6H3Cl2NO2
Dimethyl adipate	C8H14O4	Clothianidin	C6H8ClN5O2S
Dimethyl glutarate	C7H12O4	Coumaphos	C14H16ClO5PS
Dimethyl succinate	C6H10O4	Cyanazine	C9H13ClN6
Triethanolamine	C6H15NO3	Cyanofenphos	C15H14NO2PS
Pesticide:		Cyantraniliprole	C19H14BrClN6O2
1-Naphthylacetamide	C12H11NO	Cyazofamid	C13H13ClN4O2S
4-Bromophenylurea	C7H7BrN2O	Cycloheximide	C15H23NO4
Abamectin B1a	C48H72O14	Cycloxydim	C17H27NO3S
Acephate	C4H10NO3PS	Cyflufenamid	C20H17F5N2O2
Acetamidprid	C10H11ClN4	Cyflumetofen	C24H24F3NO4
Acrinathrin	C26H21F6NO5	Cyhalofop-butyl	C20H20FNO4
Alachlor	C14H20ClNO2	Cymiazole	C12H14N2S
Ametoctradin	C15H25N5	Cymoxanil	C7H10N4O3
Amitraz	C19H23N3	Cypermethrin	C22H19Cl2NO3
Ancymidol	C15H16N2O2	Cyproconazole	C15H18ClN3O
Atrazine	C8H14ClN5	Cyprodinil	C14H15N3
Azadirachtin A	C35H44O16	Cyromazine	C6H10N6
Azoxystrobin	C22H17N3O5	Demeton-S-methyl	C6H15O3PS2
Benalaxyl	C20H23NO3	Diafenthiuron	C23H32N2OS
Benfuracarb	C20H30N2O5S	Diazinon	C12H21N2O3PS
Benthiavalicarb-isopropyl	C18H24FN3O3S	Dichlofluanid	C9H11Cl2FN2O2S2
Benzovindiflupyr	C18H15Cl2F2N3O	Dichlorvos	C4H7Cl2O4P
Beta-cyfluthrin	C22H18Cl2FNO3	Dicrotophos	C8H16NO5P
Bifenazate	C17H20N2O3	Diethofencarb	C14H21NO4
Bifenthrin	C23H22ClF3O2	Diethyl Toluamide (DEET)	C12H17NO
Binapacryl	C15H18N2O6	Difenoconazole	C19H17Cl2N3O3
Bitertanol	C20H23N3O2	Diflubenzuron	C14H9ClF2N2O2
Bixafen	C18H12Cl2F3N3O	Diflufenican	C19H11F5N2O2
Boscalid	C18H12Cl2N2O	Dimethenamid	C12H18ClNO2S
Bromuconazole	C13H12BrCl2N3O	Dimethoate	C5H12NO3PS2
Bupirimate	C13H24N4O3S	Dimethomorph	C21H22ClNO4
Buprofezin	C16H23N3OS	Dimoxystrobin	C19H22N2O3
Cadusafos	C10H23O2PS2	Diniconazole	C15H17Cl2N3O
Carbaryl	C12H11NO2	Dinotefuran	C7H14N4O3
Carbendazim	C9H9N3O2	Diphenylamine	C12H11N
Carbofuran	C12H15NO3	Disulfoton	C8H19O2PS3
Carbosulfan	C20H32N2O3S	Diuron	C9H10Cl2N2O
Carboxin	C12H13NO2S	Dodemorph	C18H35NO
Carfentrazone-ethyl	C15H14Cl2F3N3O3	Dodine	C13H29N3
		Emamectin benzoate B1a	C49H75NO13

Chlorantraniliprole	C18H14BrCl2N5O2	Emamectin benzoate B1b	C48H73NO13
Chlorbufam	C11H10ClNO2	Epoxiconazole	C17H13ClFN3O
Chlorfenvinphos	C12H14Cl3O4P	Esfenvalerate	C25H22ClNO3
Chlorfluazuron	C20H9Cl3F5N3O3	Esprocarb	C15H23NOS
Chloridazon	C10H8ClN3O	Ethiofencarb	C11H15NO2S
Chlorpropham	C10H12ClNO2	Ethion	C9H22O4P2S4
Chlorpyrifos	C9H11Cl3NO3PS	Ethirimol	C11H19N3O
Cinerin I	C20H28O3	Ethoprophos	C8H19O2PS2
Cinerin II	C21H28O5	Ethoxyquin	C14H19NO
Clethodim	C17H26ClNO3S	Ethylenethiourea	C3H6N2S
Etofenprox	C25H28O3	Halauxifen-methyl	C14H11Cl2FN2O3
Etoxazole	C21H23F2NO2	Haloxypop	C15H11ClF3NO4
Etrimfos	C10H17N2O4PS	Heptenophos	C9H12ClO4P
Famoxadone	C22H18N2O4	Hexaconazole	C14H17Cl2N3O
Fenamidone	C17H17N3OS	Hexaflumuron	C16H8Cl2F6N2O3
Fenamiphos	C13H22NO3PS	Hexythiazox	C17H21ClN2O2S
Fenarimol	C17H12Cl2N2O	Imazalil	C14H14Cl2N2O
Fenazaquin	C20H22N2O	Imazapic	C14H17N3O3
Fenbuconazole	C19H17ClN4	Imazapyr	C13H15N3O3
Fenbutatin-oxide	C60H78OSn2	Imidacloprid	C9H10ClN5O2
Fenhexamid	C14H17Cl2NO2	Indoxacarb	C22H17ClF3N3O7
Fenobucarb	C12H17NO2	Iodosulfuron-methyl	C14H14IN5O6S
Fenoxaprop-P	C16H12ClNO5	Iprodione	C13H13Cl2N3O3
Fenoxaprop-P-ethyl	C18H16ClNO5	Iprovalicarb	C18H28N2O3
Fenoxycarb	C17H19NO4	Isofenphos	C15H24NO4PS
Fenpicoxamid	C31H38N2O11	Isofenphos-methyl	C14H22NO4PS
Fenpropathrin	C22H23NO3	Isofetamid	C20H25NO3S
Fenpropidin	C19H31N	Isoprocarb	C11H15NO2
Fenpropimorph	C20H33NO	Isoprothiolane	C12H18O4S2
Fenpyrazamine	C17H21N3O2S	Isoproturon	C12H18N2O
Fenpyroximate	C24H27N3O4	Isopyrazam	C20H23F2N3O
Fenthion	C10H15O3PS2	Isoxaben	C18H24N2O4
Fenvalerate	C25H25ClN2O3	Isoxaflutole	C15H12F3NO4S
Fipronil	C12H4Cl2F6N4OS	Isoxaflutole	C15H12F3NO4S
Flamprop	C16H13ClFNO3	Jasmolin I	C21H30O3
Flonicamid	C9H6F3N3O	Jasmolin II	C22H30O5
Florasulam	C12H8F3N5O3S	Kresoxim-methyl	C18H19NO4
Florpyrauxifen-benzyl	C20H14Cl2F2N2O3	Lactofen	C19H15ClF3N1O7
Fluacrypyrim	C20H21F3N2O5	Lambda-cyhalothrin	C23H19ClF3NO3
Fluazifop	C15H12F3NO4	Linuron	C9H10Cl2N2O2
Fluazifop-P-butyl	C19H20F3NO4	Lufenuron	C17H8Cl2F8N2O3
Flubendiamide	C23H22F7IN2O4S	Malaoxon	C10H19O7PS
Flucythrinate	C26H23F2NO4	Malathion	C10H19O6PS2
Fludioxonil	C12H9F2N3O2	Mandipropamid	C23H22ClNO4
Flufenacet	C14H13F4N3O2S	Mecarbam	C10H20NO5PS2
Flufenoxuron	C21H11ClF6N2O3	Mefentrifluconazole	C18H15ClF3N3O2
Flumethrin	C28H22Cl2FNO3	Mepanipyrim	C14H13N3
Flumioxazin	C19H15FN2O4	Mepronil	C17H19NO2

Fluopicolide	C14H8Cl3F3N2O	Metaflumizone	C24H16F6N4O2
Fluopyram	C16H11ClF6N2O	Metalaxyl	C15H21NO4
Fluoxastrobin	C21H16ClFN4O5	Metaldehyde	C8H16O4
Flupyradifurone	C12H11ClF2N2O2	Metamitron	C10H10N4O
Fluquinconazole	C16H8Cl2FN5O	Metazachlor	C14H16ClN3O
Fluroxypyr	C7H5Cl2FN2O3	Metconazole	C17H22ClN3O
Fluroxypyr	C7H5Cl2FN2O3	Methacrifos	C7H13O5PS
Flusilazole	C16H15F2N3Si	Methamidophos	C2H8NO2PS
Flutianil	C19H14F4N2OS2	Methfuroxam	C14H15NO2
Flutolanil	C17H16F3NO2	Methidathion	C6H11N2O4PS3
Flutriafol	C16H13F2N3O	Methiocarb	C11H15NO2S
Fluxapyroxad	C18H12F5N3O	Methomyl	C5H10N2O2S
Folpet	C9H4Cl3NO2S	Methoxyfenozide	C22H28N2O3
Fomesafen	C15H10ClF3N2O6S	Metobromuron	C9H11BrN2O2
Fonofos	C10H15OPS2	Metolachlor	C15H22ClNO2
Forchlorfenuron	C12H10ClN3O	Metolcarb	C9H11NO2
Formetanate	C11H15N3O2	Metrafenone	C19H21BrO5
Fosthiazate	C9H18NO3PS2	Metribuzin	C8H14N4OS
Halauxifen	C13H9Cl2FN2O3	Metsulfuron-methyl	C14H15N5O6S
Mevinphos	C7H13O6P	Pyraclostrobin	C19H18ClN3O4
Molinate	C9H17NOS	Pyrazophos	C14H20N3O5PS
Monocrotophos	C7H14NO5P	Pyrethrin I	C21H28O3
Monolinuron	C9H11ClN2O2	Pyrethrin II	C22H28O5
Myclobutanil	C15H17ClN4	Pyridaben	C19H25ClN2OS
Nitenpyram	C11H15ClN4O2	Pyridalyl	C18H14Cl4F3NO3
Novaluron	C17H9ClF8N2O4	Pyridate	C19H23ClN2O2S
Omethoate	C5H12NO4PS	Pyrifenoxy	C14H12Cl2N2O
Orthosulfamuron	C16H20N6O6S	Pyrimethanil	C12H13N3
Oxadiazyl	C15H14Cl2N2O3	Pyriofenone	C18H20ClNO5
Oxadixyl	C14H18N2O4	Pyriproxyfen	C20H19NO3
Oxamyl	C7H13N3O3S	Pyroquilon	C11H11NO
Oxamyl-oxime	C5H10N2O2S	Pyroxsulam	C14H13F3N6O5S
Oxasulfuron	C17H18N4O6S	Quinalphos	C12H15N2O3PS
Oxathiapiprolin	C24H22F5N5O2S	Quinclorac	C10H5Cl2NO2
Oxycarboxin	C12H13NO4S	Quinoclamine	C10H6ClNO2
Oxydemeton-methyl	C6H15O4PS2	Quinoxifen	C15H8Cl2FN0
Oxyfluorfen	C15H11ClF3NO4	Quizalofop	C17H13ClN2O4
Paclobutrazol	C15H20ClN3O	Resmethrin	C22H26O3
Paraoxon	C10H14NO6P	Rimsulfuron	C14H17N5O7S2
Paraoxon-methyl	C8H10NO6P	Rotenone	C23H22O6
Penconazole	C13H15Cl2N3	Simazine	C7H12ClN5
Pencycuron	C19H21ClN2O	Spinetoram	C42H69NO10
Pendimethalin	C13H19N3O4	Spinosyn A	C41H65NO10
Penflufen	C18H24FN3O	Spinosyn D	C42H67NO10
Penthiopyrad	C16H20F3N3OS	Spirodiclofen	C21H24Cl2O4
Permethrin	C21H20Cl2O3	Spiromesifen	C23H30O4
Phenmedipham	C16H16N2O4	Spirotetramat	C21H27NO5
Phenthoate	C12H17O4PS2	Spiroxamine	C18H35NO2

Phorate	C7H17O2PS3	Sulfotep	C8H20O5P2S2
Phosalone	C12H15ClNO4PS2	Sulfoxaflor	C10H10F3N3OS
Phosmet	C11H12NO4PS2	Tau-fluvalinate	C26H22ClF3N2O3
Phosphamidon	C10H19ClNO5P	Tebuconazole	C16H22ClN3O
Phoxim	C12H15N2O3PS	Tebufenozide	C22H28N2O2
Picloram	C6H3Cl3N2O2	Tebufenpyrad	C18H24ClN3O
Picolinafen	C19H12F4N2O2	Teflubenzuron	C14H6Cl2F4N2O2
Picoxystrobin	C18H16F3NO4	Terbufos	C9H21O2PS3
Pinoxaden	C23H32N2O4	Terbutylazine	C9H16ClN5
Pirimicarb	C11H18N4O2	Tetrachlorvinphos	C10H9Cl4O4P
Pirimiphos-methyl	C11H20N3O3PS	Tetraconazole	C13H11Cl2F4N3O
Prochloraz	C15H16Cl3N3O2	Tetramethrin	C19H25NO4
Profenofos	C11H15BrClO3PS	Thiabendazole	C10H7N3S
Prometryn	C10H19N5S	Thiacloprid	C10H9ClN4S
Propachlor	C11H14ClNO	Thiamethoxam	C8H10ClN5O3S
Propamocarb	C9H20N2O2	Thifensulfuron-methyl	C12H13N5O6S2
Propaquizafop	C22H22ClN3O5	Thiodicarb	C10H18N4O4S3
Propargite	C19H26O4S	Thiometon	C6H15O2PS3
Propazine	C9H16ClN5	Thiophanate-methyl	C12H14N4O4S2
Propham	C10H13NO2	Tolclofos-methyl	C9H11Cl2O3PS
Propiconazole	C15H17Cl2N3O2	Tolfenpyrad	C21H22ClN3O2
Propoxur	C11H15NO3	Tolyfluanid	C10H13Cl2FN2O2S2
Propoxycarbazone	C15H18N4O7S	Triadimefon	C14H16ClN3O2
Propyzamide	C12H11Cl2NO	Triadimenol	C14H18ClN3O2
Proquinazid	C14H17IN2O2	Triallate	C10H16Cl3NOS
Prosulfocarb	C14H21NOS	Triazophos	C12H16N3O3PS
Prothioconazole	C14H15Cl2N3OS	Tribenuron-methyl	C15H17N5O6S
Pymetrozine	C10H11N5O	Trichlorfon	C4H8Cl3O4P
Tricyclazole	C9H7N3S	Pesticide metabolite:	
Trifloxystrobin	C20H19F3N2O4	Ethiofencarb-sulfoxide	C11H15NO3S
Triflumizole	C15H15ClF3N3O	Fenamiphos-sulfone	C13H22NO5PS
Triflumuron	C15H10ClF3N2O3	Fenamiphos-sulfoxide	C13H22NO4PS
Triforine	C10H14Cl6N4O2	Fenhexamid-met KBR 5613	C14H18ClNO2
		Fenhexamid-met WAK	
Trinexapac	C11H12O5	7004	C14H16ClNO2
		Fenpropimorphic acid	
Trinexapac-ethyl	C13H16O5	BF421-2	C20H31NO3
Triticonazole	C17H20ClN3O	Fenthion oxon sulfone	C10H15O6PS
Tritosulfuron	C13H9F6N5O4S	Fenthion oxon sulfoxide	C10H15O5PS
Valifenalate	C19H27ClN2O5	Fenthion-oxon	C10H15O4PS
Vamidothion	C8H18NO4PS2	Fenthion-sulfone	C10H15O5PS2
Zoxamide	C14H16Cl3NO2	Fenthion-sulfoxide	C10H15O4PS2
Aldicarb	C7H14N2O2S	Fluopyram-7-hydroxy	C16H11ClF6N2O2
Pesticide metabolite:		Fluopyram-benzamide	C8H6F3NO
		Fluroxypyr-	
2,6-dichlorbenzamide (BAM)	C7H5Cl2NO	methylheptylester	C15H21Cl2FN2O3
2-Trifluoromethyl-pyridine	C6H4F3N	Hydroxy-Isoxaben	C16H20N2O5
3-OH-Quizalofop	C17H13ClN2O5	Hydroxy-tebuconazole	C16H22ClN3O2
Acetamiprid-N-desmethyl	C9H9ClN4	Imidacloprid,desnitro	C9H11ClN4

AE-F101630	C8H13N5O7S2	IN-70941	C14H17N5O5S
AEM hexenoyl isoxaben	C18H26N2O4	IN-70942	C13H16N4O4S
Aldicarb-sulfone	C7H14N2O4S	IN-A4098	C5H8N4O
Aldicarb-sulfoxide	C7H14N2O3S	IN-L5296	C6H10N4O
Amitraz met. DMF	C9H11NO	Isofenphos-oxon	C15H24NO5P
Amitraz met. DMPF	C10H14N2	Isoxabenmet 2,6-dimethoxybenzamide	C9H11NO3
Atrazine-Desethyl	C6H10ClN5	Isoxaflutole met. RPA 202248	C15H12F3NO4S
Atrazine-desethyl-desisopropyl	C3H4ClN5	Metalaxylmet. CGA 62826	C14H19NO4
Atrazine-desisopropyl	C5H8ClN5	Methiocarb-sulfone	C11H15NO4S
Azinphos-ethyl	C12H16N3O3PS2	Methiocarb-sulfoxide	C11H15NO3S
Azinphos-methyl	C10H12N3O3PS2	Metribuzin-desamino	C8H13N3OS
Bifenazate diazene	C17H18N2O3	Metribuzin-	
Boscalid-hydroxy M510F01	C18H12Cl2N2O2	desaminodiketo	C7H11N3O2
Boscalidmet M510F49	C18H13ClN2O2	Metribuzin-diketo	C7H12N4O2
Boscalidmet MF10F08	C18H13ClN2O	O-demethyl-azoxystrobin	C21H15N3O5
Carbendazimmet 2-aminobenzimidazole	C7H7N3	Penconazolemet. CGA 179944	C11H9Cl2N3O2
Carbofuran-3-hydroxy	C12H15NO4	Pencycuron-PB-amine (M16)	C12H16NCl
Carboxin sulfoxide	C12H13NO3S	Phorate oxon	C7H17O3PS2
Chlorantraniliprolemet.	C18H12N5OCl2Br	Phorate-sulfone	C7H17O4PS3
Chloridazon-desphenyl	C4H4ClN3O	Phorate-sulfoxide	C7H17O3PS3
Chlorothalonilmet R471811	C8H5Cl3N2O5S	Phosmet-oxon	C11H12NO5PS
Chlorpyrifos-methyl	C7H7Cl3NO3PS	Pirimicarb-desamido	C8H13N3O
Clethodim sulfone	C17H26ClNO6S	Prochloraz met. BTS 40348	C11H14Cl3NO
Clethodim sulfoxide	C17H26ClNO5S	Prochloraz met. BTS 44595	C12H15Cl3N2O2
Clomazonemet. FMC 653167	C12H16ClNO2	Prochloraz met. BTS 44596	C13H15Cl3N2O3
CM-0237 (Thiofanatemet)	C12H12N4O5S	Proquinazid met. IN-MM671	C14H18N2O2
Cyazofamidmet CCIM	C11H8ClN3	Prothioconazole-desthio	C14H15Cl2N3O
Cycloxydim sulfoxide	C17H27NO4S	Pyraclostrobinmet BF 500-3	C18H16ClN3O3
Cyprodinilmet. CGA 249287	C8H11N3	Pyraclostrobinmet BF 500-6	C32H24Cl2N6O3
Cyprodinilmet. CGA 275535	C14H15N3O	Pyraclostrobinmet BF 500-7	C32H24Cl2N6O2
Demeton-S-methyl-sulfone	C6H15O5PS2	Thiaclopid-sulfonic acid	C10H12ClN4O5S
Desamino-metamitron	C10H9N3O	Thiaclopid-sulphonicacid amide M34	C9H12ClN3O4S
Desmethyl-formamido-pirimicarb	C11H16N4O3	Trifloxystrobin acid CGA321113	C19H17F3N2O4
Dichlofluanid met. DMSA	C4H6O4S2	Triflumizole FM-6-1	C12H14ClF3N2O
Difenoconazole met. CGA205375	C16H13N3O2Cl2	Spirotetramat-enol-glucoside	C24H33NO8
Disulfoton-sulfone	C8H19O4PS3	Spirotetramat-monohydroxy	C18H25NO3
Disulfoton-sulfoxide	C8H19O3PS3	Spirotetramat-ketohydroxy	C18H23NO4
DMST (Tolyfluanid met.)	C9H14N2O2S	Terbufos-sulfone	C9H21O4PS3
Ethiofencarb-sulfone	C11H15NO4S	Terbufos-sulfoxide	C9H21O3PS3
		Terbutylazinemet CGA 324007	C7H12N4O2

Thiabendazole,5OH	C10H7N3SO	Plant growth regulator:	
Thiacloprid-amide M02	C10H11ClN4OS	Benzyladenine	C12H11N5
Thiaclopridmet. M37	C10H11ClN4O2S	Chlormequat	C5H12ClN
Terbutylazinemet SYN545666	C8H14N4O2	Mepiquat	C7H15N
Pyridat-met. (Pyridafol)	C10H7ClN2O	Pharmaceutical:	
Spirodiclofen-enol	C15H14Cl2O3	Dipyridamole	C24H40N8O4
Spirotetramat-enol	C18H23NO3	Plant Toxin:	
Veterinary drug:		Caffeine	C8H10N4O2
Fenbendazole Sulfoxide (M)	C15H13N3O3S	Nicotine	C10H14N2
Amoxicillin	C16H19N3O5S	Ricinine	C8H8N2O2
Azithromycin	C38H72N2O12	Solanidine	C27H43NO
Ciprofloxacin	C17H18FN3O3	Theobromine	C7H8N4O2
Doramectin	C50H74O14		
Emamectin benzoate B1a	C49H75NO13		
Enrofloxacin	C19H22FN3O3		
Eprinomectin	C50H75NO14		
Fenbendazole	C15H13N3O2S		
Ivermectin B1a	C48H74O14		
Milbemycin A3 oxime	C31H43NO7		
Milbemycin A4 oxime	C32H45NO7		
Moxidectin	C37H53NO8		
Nalidixic Acid	C12H12N2O3		
Oxytetracycline	C22H24N2O9		
Penicillin-G	C16H18N2O4S		
Praziquantel	C19H24N2O2		
Selamectin	C43H63NO11		
Sulfadiazine	C10H10N4O2S		
Sulfadoxine	C12H14N4O4S		
Sulfapyridine	C11H11N3O2S		
Trimethoprim	C14H18N4O3		

Vedlegg 2. Pesticide and metabolite residues in the fertilizer samples

Table4. Detected residues of pesticides and metabolites ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fresh mass) in 60 samples of organic fertilizers on the Norwegian market in 2023. S = fungicide, V = Growth regulator, U = herbicide, I = insecticide, M = metabolite, C = co-formulant

NIBIO ID	MT ID	Fertilizer type	Origin	Materials	Analyte	Amount ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
V023-00024-001	90223003878	Pelleted	Import	Bone-, meat- and feather meal, vinasse, grapewinekernels	Not detected	
V023-00024-002	90223003877	Pelleted	Import	Meatbone-, feather meal, vinasse, compost, grapewinekernels, oilseed meal, animalistic sources	Ametoctradin (S)	21,8
					Dimetomorph (S)	12,5
					Fenhexamid (S)	35,3
					Fludioxonil (S)	43,5
					Fluopicolide (S)	29,3
					Fluopyram (S)	8,2
					Metrafenone (S)	7,2
					Pyrimethanil (S)	121
V023-00024-003	90223003876	Pelleted	Import	Bone-, meat- and feather meal, vinasse, grapewinekernels	Not detected	
V023-00024-004	90223003875	Pelleted	Import	Organic fertilizer 8-4-6	Not detected	
V023-00024-005	90223003874	Pelleted	Import	Poultry manure	Chlormequat (V)	363
					Mepiquat (V)	19,4
					Clopyralid (U)	78,3
V023-00040-001	150223004762	Pelleted	Norge	Frass from mealworm fed on på vegetabile sources	Chlormequat (V)	401
					Mepiquat (V)	58,4
					Clopyralid (U)	69,7
					Fenhexamid (S)	44,1
					Imazalil (S)	39,1
					Piperonylbutoxide (C)	30,4
					Pyrimethanil (S)	23,0

V023-00041-001	170223004949	Pelleted	Import	Residues from organic cassava production	Chlormequat (V)	37,3
V023-00047-001	230223005817	Pelleted	Import	Plant residues from food industry, livestock manure, vinasse	Ametoctradin (S)	12,0
					Clopyralid (U)	37,4
					Chlormequat (V)	66,2
					Cyromazine (I)	111
					Fluopyram (S)	17,6
					Tebuconazole (S)	15,2
					Thiabendazole (S)	8,0
V023-00048-001	230223005830	Pelleted	Norway	Livestock manure, vinasse	Clopyralid (U)	50,2
					Chlormequat (V)	237
V023-00059-001	60323007541	Pelleted	Import	Agriculture waste	Ametoctradin (S)	65,6
					Boscalid (S)	43,2
					Cyflufenamid (S)	16,4
					Cyprodinil (S)	163
					Dimetomorph (S)	84,3
					Fenhexamid (S)	51,0
					Fludioxonil (S)	54,2
					Fluopicolide (S)	59,1
					Fluopyram (S)	18,6
					Fluxapyroxad (S)	6,10
					Metrafenone (S)	20,6
					Piperonylbutoxide (C)	10,9
					Pyrimethanil (S)	32,7
					Tebuconazole (S)	20,6
V023-00059-002	60323007541	Pelleted	Import	Agriculture/Garden waste	Clopyralid (U)	37,1
V023-00059-003	60323007541	Pelleted	Import	Agriculture/Garden waste	Clopyralid (U)	43,6
V023-00059-004	60323007541	Pelleted	Import	Organic waste	Not detected	
V023-00061-001	80323008131	Pelleted	Import	Organic waste, vinasse	Not detected	
V023-00070-001	280323012159	Pelleted	Norway	Poultry manure	Chlormequat (V)	652
					Mepiquat (V)	36,0
					Clopyralid (U)	22,8

V023-00071-001	290323012584	Pelleted	Norway	Livestock manure (poultry and cattle), blood meal, meatbone meal	Clopyralid (U)	12,6
					Chlormequat (V)	77,7
V023-00076-005	30032012948	Pelleted	Import	Canning waste, livestock manure (poultry a.o.)	Fluopyram (S)	10,6
V023-00079-001	120423013896	Pelleted	Import	Compost of vegetable origin, livestock manure	Ametoctradin (I)	13,8
					Dimetomorph (S)	10
					Fluopyram (S)	9,5
					Fluxapyroxad (S)	8,0
V023-00079-002	120423013905	Pelleted	Import	Cocoa shell, walnut oil, vinasse	Clopyralid (U)	38
V023-00084-001	130423014084	Pelleted	Norway	Seawage sludge, cattle manure, kitchen- and food waste	Cyprodinil (S)	11,4
					Fenhexamid (S)	10,8
					Fludioxonil (S)	58
					Fluopyram (S)	8,61
					Imazalil (S)	454
					Pyrimethanil (S)	247
					Spiroxamine (S)	35,9
					Thiabendazole (S)	77,3
V023-00094-001	130423014085	Pelleted	Norway	Biochar, wood chips, poultry and horse manure, kitchen- and food waste	Azoxystrobin (S)	11,3
					Imazalil (S)	14,6
					Propiconazole (S)	159
					Pyrimethanil (S)	6,0
					Tebuconazole (S)	36,8
V023-00096-001	210423015900	Pelleted	Norway	Garden and park waste, kitchen- and food waste	Azoxystrobin (S)	6,3
					Imazalil (S)	50,8
					Propamocarb (S)	38,5
					Pyrimethanil (S)	28,2
					Thiabendazole (S)	6,2

V023-00099-001	240423016376	Pelleted	Norway	Manure from poultry and cattle	Chlormequat (V)	203
					Clopyralid (U)	63,2
V023-00100-001	250423016609	Pelleted	Norway	Pelleted poultry manure	Chlormequat (V)	159
					Clopyralid (U)	55,8
V023-00223-001	110923040499	Pelleted	Norway	Nature sand, machine sand (0-2) og forest soil/peat, kitchen- and food waste	Not detected	
V023-00251-001	41023045628	Pelleted	Norway	Poultry manure	Clopyralid (U)	31,2
					Chlormequat (V)	43,5
V023-00253-001	140923041400	Pelleted	Norway	Frass from meal worm	Clopyralid (U)	78,8
					Chlormequat (V)	445
					Piperonylbutoxide (C)	26,6
V023-00271-001	71123051546	Pelleted	Norway	Frass from meal worm	Azoxystrobin (S)	10,8
					Chlormequat (V)	215
					Clopyralid (U)	29,2
					Imazalil (S)	23,9
					Thiabendazole (S)	12,7
V023-00286-001	41223055308	Pelleted	Import	Cocoa shell, molassea, garden- and park waste	Ametoctradin (S)	29,3
					Clopyralid (U)	16,3
					Cyflufenamid (S)	8,63
					Dimetomorph (S)	35,7
					Fluopicolide (S)	36,7
					Fluopyram (S)	20,0
					Fluxapyroxad (S)	16,6
					Metrafenone (S)	10,2
					Piperonylbutoxide (C)	16,0
NIBIO ID	MT ID	Fertilizer type	Origin	Materials	Analyte	Amount (µg/kg)
V023-00025-001	90223003857	Flytende	Import	Sugarbeet extract	Clopyralid (U)	63,6
V023-00026-001	90223003863	Flytende	Import	Sugrasmolasses and potato starch	Clopyralid (U)	8,3
					2,6-dichlorbenzamide (BAM) (M)	3,28

					Propamocarb (S)	20,9
V023-00046-001	230223005832	Flytende	Import	Fermented green organic waste and molasses	Imazalil (S)	6,98
					Propamocarb (S)	4,3
					Pyrimethanil (S)	5,79
					Thiabendazole (S)	3,49
V023-00238-001	210923042716	Flytende	Norway	Kitchen- and food waste	Not detected	
V023-00251-002	41023045628	Flytende	Norway	Poultry manure	Not detected	
V023-00277-001	101123052163	Flytende	Import	Sugarcane molasses	Clopyralid (U)	10,3
V023-00278-001	101123052164	Flytende	Import	Sugarcane molasses, potato starch	Clopyralid (U)	9,7
					2,6-dichlorbenzamide (BAM) (M)	13,6
					Metribuzin (S)	14,3
					Propamocarb (S)	40,4
V023-00286-002	11223055142	Flytende	Norway	Livestockfertilizer, kitchen- and food waste	Imazalil (S)	23,7
					Propamocarb (S)	4,2
					Pyrimethanil (S)	18,4
					Thiabendazole (S)	13,4
NIBIO ID	MT ID	Fertilizer type	Origin	Materials	Analyte	Amount (µg/kg)
V023-00049-001	230223005831	Growth medium/compost	Import	Composted fruit and vegetables	Not detected	
V023-00050-001	230223005829	Growth medium/compost	Norway	Vinasse, green compost	Not detected	
V023-00053-001	270223006203	Growth medium/compost	Import	Wood chips, barc, straw, clover and alfalfa	Not detected	
V023-00054-001	10323006786	Growth medium/compost	Norway	Garden/park waste	Not detected	
V023-00055-001	10323006792	Growth medium/compost	Norway	Garden/park waste	Not detected	
V023-00072-001	290323012602	Growth medium/compost		Cattle manure	Not detected	
V023-00073-001	300323012627	Growth medium/compost	Import		Not detected	
V023-00074-001	300323012626	Growth medium/compost	Import	Cattle manure, garden/park waste	Not detected	
V023-00076-001	30032012944	Growth medium/compost	Import	Cattle manure	Azoxystrobin (S)	3,31
					Bixafen (S)	12,9
					Fluopyram (S)	4,7

					Fluopyrammet. 7-OH (M)	4,4
					Metrafenone (S)	371
					Prochloraz (S)	73
					Prochlorazmet. BTS44595 (M)	34,6
					Prochlorazmet. BTS44596 (M)	7,2
					Tebuconazole (S)	6,7
V023-00076-002	30032012945	Growth medium/compost	Norway	Poultry manure	Not detected	
V023-00076-003	30032012946	Growth medium/compost	Norway	Poultry manure, Garden/park waste	Not detected	
V023-00076-004	30032012947	Growth medium/compost	Norway	Cattle manure	Not detected	
V023-00079-003	120423013906	Growth medium/compost	Import	Cattle manure	Not detected	
V023-00087-001	170423014813	Growth medium/compost	Import	Livestock manure	Bixafen (S)	4,43
					Metrafenone (S)	122
					Prochloraz (S)	51.9
					Prochlorazmet. BTS44595 (M)	26.9
					Prochlorazmet. BTS44596 (M)	7,92
					Tebuconazole (S)	4,75
V023-00092-001	130423014177	Growth medium/compost	Norway	Garden/park waste	Not detected	
V023-00093-001	170423014643	Growth medium/compost	Norway	Garden/park waste	Not detected	
V023-00096-002	210423015908	Growth medium/compost	Norway	Molasses, cereals, coffee grout, garden/park waste, kitchen- and food waste	Imazalil (S)	12,8
V023-00097-001	210423015790	Growth medium/compost	Norway	kitchen- and food waste	Not detected	
V023-00252-001	140923041398	Growth medium/compost	Norway	Garden/park waste, sewage sludge	Tebuconazole (S)	4,39
V023-00254-001	140923041403	Growth medium/compost	Norway	Garden/park waste	Not detected	
V023-00260-001	191023048278	Growth medium/compost	Norway	Horse manure	Not detected	
V023-00261-001	191023048273	Growth medium/compost	Norway	Garden/park waste	Tebuconazole (S)	6,06
V023-00279-001	120423013785	Growth medium/compost	Norway	Garden/park waste, kitchen- and food waste	Not detected	

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.