



# Onderzoek Experiment Gesloten Coffeeshopketen

Rapportage nulmeting  
contaminantenanalyse

Pieter Oomen, Rosa Andree, Sander Rigter & Margriet van Laar

Het Trimbos-instituut is hét onafhankelijke kennisinstituut voor mentale gezondheid, het gebruik van alcohol, tabak en drugs en over gamen, digitale balans en gokken. Ga voor meer informatie over het Trimbos-instituut naar [www.trimbos.nl](http://www.trimbos.nl)

© 2024 Trimbos-instituut.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door printouts, kopieën, of op welke andere manier dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteursrechthebbenden.

Cover: iStock/Olga Tsareva

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>Voorwoord</b>	<b>7</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>8</b>
<i>Het Experiment Gesloten Coffeeshopketen</i>	8
<i>Cannabiscontaminanten</i>	9
<i>Aflatoxines</i>	10
<i>Zware metalen</i>	11
<i>Microbiologie</i>	11
<i>Gewasbeschermingsmiddelen</i>	12
<b>2. Methode</b>	<b>14</b>
<i>Bemonstering</i>	14
<i>Chemische analyse</i>	15
<i>Data-analyse</i>	15
<b>3. Resultaten</b>	<b>17</b>
<i>Aflatoxines</i>	17
<i>Zware metalen</i>	17
<i>Microbiologie</i>	18
<i>Gewasbeschermingsmiddelen</i>	19
<b>4. Discussie</b>	<b>22</b>
<i>Aflatoxines</i>	22
<i>Zware metalen</i>	22
<i>Microbiologie</i>	23
<i>Gewasbeschermingsmiddelen</i>	24
<i>Beperkingen van dit onderzoek</i>	28
<b>5. Conclusies</b>	<b>30</b>
<i>Referenties</i>	31
<i>Bijlage I: Brief aan coffeeshopeigenaar in het kader van de aankoop van cannabismonsters</i>	35



## Samenvatting

Het “Experiment Gesloten Coffeeshopketen” (EGC) heeft als doel om te kijken of en hoe telers gedecriminaliseerd op kwaliteit gecontroleerde cannabis aan de coffeeshops in 10 Nederlandse gemeenten kunnen leveren en wat de effecten hiervan zijn. De kwaliteitscontrole wordt uitgevoerd door de telers, onder toezicht van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). Voor de cannabis die verkocht wordt tijdens het EGC zijn limieten gesteld voor verschillende mogelijke contaminanten: aflatoxines, zware metalen, micro-organismen en gewasbeschermingsmiddelen. Om vast te stellen wat de situatie is ten aanzien van de aanwezigheid van contaminanten voorafgaand aan de beschikbaarheid van legaal geteelde cannabis is een verkennende *baselinemeting* uitgevoerd in opdracht van het Wetenschappelijk Onderzoek- en Datacentrum (WODC). Hiertoe zijn in Nederlandse coffeeshops 105 hasj- en wietmonsters aangekocht en geanalyseerd. De resultaten zijn vervolgens vergeleken met de voor het EGC gestelde limieten. Geen van de cannabismonsters had een concentratie

aflatoxines die hoger was dan de limieten. Op twintig procent van de aangekochte wietmonsters werd een microbiologische overschrijding geconstateerd – de oorsprong en gezondheidsimpact hiervan is moeilijk te bepalen. Eén cannabismonster bevatte te veel zware metalen: het betrof een hasjsample waarop lood werd aangetroffen. De gezondheidsimpact van de gevonden concentratie is waarschijnlijk beperkt, maar wel reden om alert te zijn op deze vorm van contaminatie. In 34% van de geanalyseerde hasj- en wietmonsters werden gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen welke binnen het EGC niet zijn toegestaan. Na kwantitatieve analyse zijn mogelijke blootstellingen van de cannabisconsument aan de gevonden gewasbeschermingsmiddelen berekend. Met de nu beschikbare kennis kan gesteld worden dat blootstelling aan residuen gewasbeschermingsmiddelen zoals in deze studie geconstateerd waarschijnlijk geen extra gezondheidsrisico's oplevert.

## Summary

The aim of the “Controlled Cannabis Supply Chain Experiment” (*Experiment Gesloten Coffeeshopketen*, EGC) is to assess whether and how growers can supply decriminalized, quality-controlled cannabis to coffeeshops in 10 Dutch municipalities and what the associated effects are. Quality control is carried out by the growers, monitored by the Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (NVWA). For the cannabis sold during the EGC, limits have been set for various possible contaminants: aflatoxins, heavy metals, micro-organisms and pesticides. To determine the situation regarding the presence of contaminants prior to the availability of legally grown cannabis, an exploratory baseline measurement was carried out – as commissioned by the Research and Data Centre (WODC). To this end, 105 cannabis samples (both resin/hashish and inflorescence/weed) were purchased in Dutch coffeeshops

and analyzed. The results were then compared with the limits set for the EGC. None of the cannabis samples had aflatoxin concentrations exceeding the limits. Microbiological transgressions were found on twenty percent of the purchased weed samples – the origin and health impact of this is difficult to determine. One hashish sample was found to contain too much lead. The health impact of the concentration that was found is probably limited, yet a reason to be alert to this form of contamination. Pesticides that are not permitted within the EGC were found in 34% of the hashish and weed samples. After quantitative analysis, possible exposures of the cannabis consumer to the detected pesticides were calculated. Based on currently available knowledge, it can be stated that exposure to pesticide residues as found in this study probably does not pose any additional health risks.

## Voorwoord

Deze rapportage van de cannabiscontaminantenanalyse is het gevolg van een addendum met betrekking tot het Onderzoek naar het Experiment Gesloten Coffeeshopketen in opdracht van het Wetenschappelijk Onderzoek- en Datacentrum (WODC). Het betreft een verkennende *baselinemeting* waarin gekeken wordt wat de situatie is ten aanzien van de aanwezigheid van contaminanten op cannabis die gedoogd wordt verkocht in Nederlandse coffeeshops. Het onderzoek naar het EGC wordt uitgevoerd door een consortium van de onderzoeksinstituten Breuer&Intraval, RAND Europe en het Trimbos-instituut. Het onderdeel cannabiscontaminantenanalyse werd uitgevoerd door medewerkers van het Trimbos-instituut. Het deelproject werd geleid door Pieter Oomen. Rapportage werd verzorgd door Pieter Oomen, Rosa Andree en Margriet van Laar. De bemonstering van coffeeshops werd gedaan door Pieter Oomen, Rosa Andree, Sander Rigter, Ruben van Beek, Iza Muradin en Maud

Groothuizen. De algemene projectleider van het Onderzoek naar het Experiment Gesloten Coffeeshopketen bij het Trimbos-instituut is Margriet van Laar. Echter, in zowel de totstandkoming, uitvoering als de rapportage van deze cannabiscontaminantenanalyse hebben wij veel hulp gehad van verschillende partijen. Wij willen graag de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA, o.a. Pieter Rijswijk) danken voor de prettige samenwerking vanaf het begin van dit onderzoek. Ook zijn wij erkentelijk voor het kritisch meelesen van de begeleidingscommissie van het EGC tijdens de verschillende stadia. De laagdrempelige gegevensuitwisseling met het laboratorium van Wageningen Food Safety Research (WFSR, o.a. Jeroen van Dijk) was van onschatbare waarde. Ten slotte willen wij Hester Hendriks van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) bedanken voor het begeleiden van de humaan-toxicologische interpretatie van de resultaten van dit onderzoek.

## 2. Inleiding

### Het Experiment Gesloten Coffeeshopketen

Het “Experiment Gesloten Coffeeshopketen” (EGC) heeft als doel om te kijken of en hoe telers gedecriminaliseerd op kwaliteit gecontroleerde cannabis aan de coffeeshops in 10 Nederlandse gemeenten kunnen leveren. Het bijbehorende “Onderzoek naar het EGC” wordt uitgevoerd door een consortium van de onderzoeksinstituten Breuer&Intraval, RAND Europe en het Trimbos-instituut. Binnen het onderzoek wordt met verschillende instrumenten de situatie voor en tijdens het EGC in de 10 deelnemende “interventiegemeenten” gemonitord. Deze zelfde instrumenten worden ingezet in 10 vergelijkbare gemeenten waar de gereguleerde cannabis niet verkrijgbaar zal zijn, en de resultaten worden vergeleken. Een voor- en nulmeting zijn inmiddels gepubliceerd.[1], [2]

In het bijbehorend onderzoek is o.a. voorzien in een onderdeel chemische analyse, waar de binnen het EGC geteelde en op coffeeshopniveau bemonsterde cannabis wordt gecontroleerd op gehalten THC, CBD en CBN. Ook worden op dezelfde wijze de gehalten THC, CBD en CBN in cannabis verkocht in controlegemeentes geanalyseerd. Echter, binnen het EGC zelf wordt de kwaliteit van de cannabis ook gecontroleerd – niet alleen qua cannabinoïdegehalten, maar ook qua mogelijke contaminanten. Deze contaminanten zijn potentieel schadelijk voor de gezondheid van de

consument. De verantwoordelijkheid voor deze kwaliteitscontrole ligt bij de telers, maar de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) houdt hier toezicht op en kan zelf ook steekproefsgewijs controles uitvoeren. Voor de analyses werkt de NVWA samen met Wageningen Food Safety Research (WFSR). De NVWA controleert in principe slechts op telerniveau, hoewel er indien nodig zeker een mogelijkheid is om op coffeeshopniveau in te grijpen. Echter, wat de NVWA *niet* doet is cannabis verkocht in vergelijkingsgemeenten controleren op dezelfde contaminanten, deze resultaten vergelijken met die van de interventiegemeenten, en hierover rapporteren. Ook was in de plannen rondom het EGC initieel geen *baselinemeting* voorzien. Op 5 juli 2022 is er in de Tweede Kamer een technische briefing geweest aangaande de voortgang van het Onderzoek naar het EGC. Hier werd het onderzoeksconsortium gevraagd naar de mogelijkheid om het onderzoek uit te breiden met een aanvullende analyse van cannabissamples op de kwaliteit van de hennep en hasj. Naast de reeds beoogde analyse van het THC-, CBD-, en CBN-gehalte zou het gaan om een extra analyse van contaminanten (aflatoxines, zware metalen, microbiologie en gewasbeschermingsmiddelen). De achterliggende redenering is hierbij dat er voordelen voor de volksgezondheid zijn wanneer de consument op de hoogte is van de samenstelling van de cannabis in termen van



THC, CBD en CBN én indien de kwaliteit van de cannabis gegarandeerd is. Om vast te kunnen stellen of dit daadwerkelijk een voordeel is, is informatie nodig over de kwaliteit van de huidige gedoogde cannabis, waarvan de kwaliteit niet is gecontroleerd en gegarandeerd. Hierop is vanuit de bij het EGC betrokken ministeries het verzoek gekomen om uit te zoeken of eventuele implementatie van een contaminantenanalyse binnen het Onderzoek mogelijk is, en hoeveel dit zou kosten. Daarbij is ook gewezen op mogelijkheden om gegevens te benutten die de NVWA verzamelt of zal gaan verzamelen. Na onderzoek en overleg met de begeleidingscommissie op 17 november 2022 is het Trimbos-instituut in samenwerking met de NVWA en WFSR begonnen met het uitbreiden van een door de NVWA reeds ingezette beperkte *baselinemeting* – dit in eerste instantie in het kader van de evaluatie van hun eigen bemonsterings- en analyseprotocollen. In deze eerste ronde analyses zijn in coffeeshops in verschillende interventiegemeenten door medewerkers van de NVWA een aantal hasj- en wietmonsters aangekocht. De resultaten van deze meting zijn uitgebreid met extra monsters gekocht door Trimbos-medewerkers in coffeeshops in zowel interventie- als vergelijkingsgemeenten. Het gaat hierbij om een

verkennende studie op basis van een relatief kleine steekproef met als doel om vast te stellen wat de situatie is ten aanzien van de aanwezigheid van contaminanten (aflatoxines, zware metalen, microbiologie en gewasbeschermingsmiddelen) op gedoogde hasj en wiet voorafgaand aan de beschikbaarheid van legaal geteelde cannabis.

## Cannabiscontaminanten

Hieronder worden de contaminanten die in het kader van het experiment worden gecontroleerd kort geïntroduceerd. Net als voor medicinale wiet zijn voor deze contaminanten ook binnen het EGC limieten gesteld – zie Tabel 1. Ook wordt waar bekend de eventuele overdracht van contaminanten naar de consument besproken. Hierbij is het vooraf goed op te merken dat verreweg de meeste cannabisconsumenten in Nederland wiet of hasj roken[3], [4] – al dan niet met tabak. Daarnaast wordt cannabis ook verdampt: hierbij wordt de wiet of hasj niet verbrand, maar verhit tot (net) boven het kookpunt van de werkzame stoffen (voor THC ligt dit rond de 155 °C[5]). In mindere mate wordt cannabis ook gegeten – in de vorm van zogenaamde *edibles*.

**Tabel 1** Limieten voor aflatoxines, zware metalen en micro-organismen.

Contaminant	Grenswaarde binnen EGC[6]	Limiet voor medicinale cannabis[7]
<i>Aflatoxines</i>		
Som van B1, B2, G1 en G2	≤ 4 µg/kg	≤ 4 µg/kg
<i>Zware metalen</i>		
Lood	≤ 5 mg/kg	≤ 20 ppm (20 mg/kg)*
Kwik	≤ 0,5 mg/kg	≤ 0,5 ppm (0,5 mg/kg)*
Cadmium	≤ 0,5 mg/kg	≤ 0,5 ppm (0,5 mg/kg)*
Arseen	≤ 3 mg/kg	-
<i>Microbiologische zuiverheid</i>		
Totaal aeroob kiemgetal	≤ 1.000.000 kve**/g	≤ 100 kve/g
Totaal kiemgetal schimmels en gisten	≤ 100.000 kve/g	≤ 10 kve/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	≤ 100.000 kve/g	0

\* Aangenomen wordt 1 ppm (*parts per million*) = 1 mg/kg

\*\* kolonievormende eenheid

## Aflatoxines

Aflatoxines zijn stoffen die worden aangemaakt door schimmels uit het geslacht *Aspergillus* – met name *Aspergillus flavus* en *Aspergillus parasiticus*. Ze zijn daarmee een subset van de mycotoxines (toxische verbindingen afkomstig van schimmels). De schimmelsoorten uit het geslacht *Aspergillus* kunnen *an sich* (levensgevaarlijke) longinfecties veroorzaken wanneer sporen worden ingeademd. Maar daarnaast groeien *Aspergillus*-soorten ook op veel gewassen die worden geteeld als voedsel. Als deze gewassen worden verwerkt in voedsel, of direct gegeten, komen aangemaakte aflatoxines ook in de mens terecht. Acute blootstelling aan grote hoeveelheden aflatoxines kan schade aan de lever veroorzaken.[8] Chronische blootstelling aan kleine hoeveelheden aflatoxines kan kankers van de lever of galblaas veroorzaken.[9] Gezien deze mogelijke gevolgen wordt er binnen de

voedselindustrie vaak gecontroleerd op aflatoxines. De primaire aflatoxines (aangemaakt door schimmels zelf) zijn aflatoxines B1, B2, G1 en G2. De concentratie van deze stoffen samen wordt ook wel “totaal aflatoxines” genoemd. Aflatoxineproducerende *Aspergillus*-soorten kunnen op cannabis groeien. De toxines zouden derhalve dus ook in de mens terecht kunnen komen – al dan niet tijdens het werken met het plantmateriaal of na consumptie van wiet of hasj. Het is echter niet onomstotelijk vastgesteld dat aflatoxines als gevolg van de temperaturen waaraan cannabisproducten worden blootgesteld tijdens roken en verdampen chemisch onveranderd blijven. Aflatoxine B1 blijkt niet bestand tegen temperaturen hoger dan 180 °C.[10] Bij het roken van cannabis worden temperaturen vanaf 850 °C gezien.[11] Bij een onderzoek naar voorkeuren onder mensen die cannabis verdampen werd een gemiddelde ingestelde temperatuur van 195 °C

gevonden.[12] Echter, er zijn aanwijzingen dat degradatieproducten van sommige mycotoxines gelijke toxiciteit kunnen vertonen als de originele verbinding.[13] Derhalve mag het totale gehalte aflatoxines (de som van B1, B2, G1 en G2) op cannabis die binnen het EGC in coffeeshops wordt aangeboden niet meer dan 4 µg/kg product zijn.[6] Deze limiet wordt in Nederland ook gesteld voor medicinale cannabis.[7]

### Zware metalen

Zware metalen zijn elementen met een relatief hoge dichtheid. Enkele van deze elementen, met name cadmium, arseen, kwik en lood, zijn zeer schadelijk voor de mens.[14], [15] Deze zware metalen kunnen verschillende ziektes veroorzaken en zijn kankerverwekkend. Ook accumuleren zware metalen in het lichaam. De cannabisplant staat bekend om zijn groot "bioaccumulerend" vermogen: zware metalen worden door de plant in sterke mate opgenomen uit de grond waarin deze groeit. Mogelijk kan deze eigenschap zelfs worden ingezet om vervuilde grond te zuiveren. [16] Het nadeel van deze eigenschap is dat mensen die wiet of hasj gebruiken afkomstig van planten die gegroeid zijn op grond of met voedingsstoffen die vervuild zijn met zware metalen hier ook aan kunnen worden blootgesteld. Zware metalen kunnen over het algemeen ook worden opgenomen door de longen – soms zelfs efficiënter dan via de spijsvertering. Het is aangetoond dat zware metalen (net als bij tabak) ook in cannabisrook kunnen overgaan.[17]

Aangezien zware metalen al in lage concentraties schadelijk kunnen zijn, is ook aanwezigheid van enkele elementen binnen het EGC aan strikte voorwaarden gebonden. Cannabis die binnen het EGC wordt aangeboden mag niet meer dan 5 mg/kg lood, 0,5 mg/kg kwik, 0,5 mg/kg cadmium of 3 mg/

kg arseen bevatten.[6] Deze eisen zijn enigszins strenger dan bij medicinale cannabis. Daar mag in Nederland 20 ppm (20 mg/kg) lood, 0,5 ppm (0,5 mg/kg) kwik en 0,5 ppm (0,5 mg/kg) cadmium in worden aangetroffen.[7] Voor arseen bestaan geen limieten voor medicinale cannabis in Nederland. De reden voor de discrepantie tussen de limieten gesteld binnen het EGC en die voor medicinale cannabis is niet bekend. Voor zover kan worden nagegaan hield tot 2023 alleen de Australische Therapeutic Goods Administration dezelfde limieten aan die worden voorschreven binnen het EGC voor zware metalen.[18]

### Microbiologie

Cannabis en afgeleide producten (zoals wiet en hasj) worden op verschillende momenten blootgesteld aan verschillende micro-organismen, zoals bacteriën en schimmels. Dit kan plaatsvinden tijdens de teelt, oogst, verwerking of in de coffeeshop. Hoewel sommige micro-organismen vooral van belang zijn als plantpathogeen[19], [20], bespreken we in de context van dit rapport alleen die micro-organismen die (ook) als potentieel gevaarlijke contaminatie van het uiteindelijke cannabisproduct zouden kunnen worden gezien.

Zeer veel verschillende bacteriën en schimmels kunnen groeien op cannabis. Voorbeelden van schimmels zijn, naast de eerder genoemde *Aspergillus*-soorten, soorten in de genera *Penicillium*, *Fusarium* en *Mucor*.

[21], [22] Naast afgifte van toxines, kunnen dergelijke schimmels, zeker in immuungecompromitteerde personen\* ook infecties veroorzaken. Omdat er verscheidene casussen bekend zijn waarbij cannabisrokers dergelijke infecties opliepen[21], lijkt het evident dat in ieder geval niet alle sporen gedood worden bij de temperaturen die bij het roken van cannabis worden gezien. Ook verdampers

\* Personen met een niet goed functionerend immuunsysteem, veroorzaakt door een ziekte of medicijngebruik.

lijken niet alle schimmels en bacteriën afdoende te kunnen doden.[23] Qua bacteriën loopt het soort op cannabis aangetroffen micro-organismen enorm uiteen – van onschuldige bacteriën tot *Salmonella*. [24] Voor medicinale cannabis is in Nederland de limiet voor totale schimmel en gisten op  $\leq 10$  kolonievormende eenheden (kve)/gram gesteld.[7] Het totale aerobe kiemgetal mag niet hoger dan 100 kve/gram zijn. Dit wordt doorgaans gerealiseerd doormiddel van sterilisatietechnieken.[25] Binnen het EGC is de limiet voor schimmels en gisten 100.000 kve/gram en voor het aerob kiemgetal 1.000.000 kve/gram.[6] Deze waarden liggen hoger omdat niet-immuungecompromitteerde personen minder risico lopen op ernstige infecties door bacteriën, schimmels en gisten. Voor medicinale cannabis geldt in Nederland bovendien de eis dat bepaalde pathogene bacteriën helemaal niet aanwezig mogen zijn. [7] Binnen het EGC is hieromtrent alleen gesteld dat voor *Staphylococcus aureus* niet meer dan 100.000 kve/gram op de cannabis mag zitten.[6] Aangezien *S. aureus* vrijwel overal voorkomt, maar bij een goede persoonlijke hygiëne al flink in transmissie beperkt wordt, kan het kiemgetal hiervan ook worden gezien als een secundaire indicator voor de algehele hygiënische omstandigheden waaronder de cannabis in kwestie zich heeft bevonden.

## Gewasbeschermingsmiddelen

Gewasbeschermingsmiddelen zijn bestrijdingsmiddelen die landbouwproducten beschermen tegen bijvoorbeeld microbiologische besmetting, insecten of onkruid. Omdat veel gewasbeschermingsmiddelen gevaarlijk kunnen zijn voor de mens of het milieu[26] bestaat er strenge regelgeving. Deze risico's zijn er in theorie ook voor de uiteindelijke consument van cannabis[24], [27], want veel gewasbeschermingsmiddelen blijven deels waarneembaar in cannabisrook[28]. Voor zover bekend zijn er echter geen gevallen gerapporteerd van schade die cannabisconsumenten als direct gevolg van gewasbeschermingsmiddelen hebben opgelopen[27] – hetgeen uiteraard niet hoeft te betekenen dat deze schade niet optreedt. Echter, ook telers van cannabis kunnen grote risico's lopen wanneer zij gevaarlijke gewasbeschermingsmiddelen gebruiken, zeker wanneer geen adequate beschermingsmaatregelen worden genomen. [29] Hetzelfde geldt voor politiemedewerkers of anderen die beroepshalve op kweeklocaties komen of deze moeten opruimen.[30]

**Tabel 2** Binnen het EGC toegestane bestrijdingsmiddelen.

Middel	Aantal toepassingen per teelt	Dosering (gram stof/ha) per toepassing	Interval	PHI (pre-harvest interval)	Type	Werkzame stof of micro-organisme	Maximale Residu Limiet (MRL)
<i>Kumulus S</i>	6/jaar	4 kg/ha	10	-	Fungicide	Zwavel	Geen (zie Annex IV van (EC) 396/2005)[20]
<i>Karma</i>	8/jaar	3 kg/ha	7	1	Fungicide	Kaliumwaterstof-carbonaat	Geen (zie Annex IV van (EC) 396/2005)[20]
<i>Serenade</i>	9/jaar	72 L/ha	5	-	Fungicide	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (voorheen <i>subtilis</i> ) QST 713	Geen (zie Annex IV van (EC) 396/2005)[20]
<i>Botanigard WP</i>	25/jaar	0,9 kg	5	-	Insecticide	<i>Beauveria bassiana</i> stam GHA	Geen (zie Annex IV van (EC) 396/2005)[20]
<i>Mycotal</i>	12/jaar	2 kg/ha	7	1	Insecticide	<i>Lecanicillium muscarium</i>	Geen (zie Annex IV van (EC) 396/2005)[20]
<i>PreFeRal</i>	12/jaar	3 kg/ha	7	-	Insecticide	<i>Isaria fumosorosea</i> (voorheen <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> )	Geen (zie Annex IV van (EC) 396/2005)[20]
<i>NeemA-zal-T/S</i>	3/jaar	9 L/ha	7	3	Insecticide	Azadirachtine A	0,01 mg/kg conform richtlijnen Thee, koffie, kruiden thee en cacao, zie Annex III, deel A van (EC) 149/2008.

De Europese Commissie staat een aantal bestrijdingsmiddelen toe voor gebruik in de EU. De European Food Safety Agency (EFSA) onderzoekt en communiceert over de gezondheidsrisico's en effecten van toegestane gewasbeschermingsmiddelen. Deze wet- en regelgeving is echter van geen belang bij de illegale teelt van cannabis, daar de teelt zelf al illegaal is. Binnen het EGC is geen enkel gewasbeschermingsmiddel toegestaan,

behalve de in Tabel 2 weergegeven stoffen/ micro-organismen die door het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) zijn uitgezonderd voor dit experiment op basis van een wetenschappelijk rapport van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)[20]. Dit betekent dat bij chemische analyse ook geen residuen van andere bestrijdingsmiddelen aangetroffen mogen worden.

## 2. Methode

### Bemonstering

Voor de analyse van de verschillende groepen contaminanten zijn bij het WFSR de volgende hoeveelheden cannabis nodig:

1. Aflatoxines: 4 gram
2. Zware metalen: 0,5 gram
3. Microbiologie: 3,5 gram
4. Gewasbeschermingsmiddelen: 2 gram

In totaal betekent dit per cannabismonster een hoeveelheid van 10 gram. In totaal werd voor deze studie gericht op 50 monsters uit vergelijkingsgemeenten, en 50 monsters uit interventiegemeenten. Van de 50 monsters uit iedere gemeentegroep waren er 25 hasj en 25 wiet. De cannabis werd aangekocht bij willekeurig geselecteerde coffeeshops. Om een evenwichtig beeld te schetsen werden vergelijkbare hoeveelheden hasj of wiet gekocht die als "populairste", "goedkoopste" of "duurste" werden geïndiceerd door het coffeeshoppersoneel.

Het aantal monsters in deze studie is fors hoger dan de in totaal 25 monsters die tijdens een eerdere studie naar contaminanten op cannabis door het RIVM werden geanalyseerd[31]. Een grondige poweranalyse is gezien de aard van de analisten niet goed te maken. Voorts moet gezien de verwachte variantie (gesteld op basis van de resultaten van de analyse van de eerste ronde monsters verzameld door de NVWA) deze

studie vooral gezien worden als een verkennend onderzoek naar het aantal transgressies van de binnen het EGC gestelde limieten voor contaminanten op gedoogde cannabis. Er zijn derhalve ook geen statistische vergelijkingen gedaan tussen de groepen hasj en wiet, en interventie- en vergelijkingsgemeenten.

De eerste ronde monsters is gedurende enkele maanden verzameld door medewerkers van de NVWA in 2021. Hierbij werd uitsluitend in coffeeshops in interventiegemeenten gedoogde hasj en wiet aangekocht. Chemische analyses werden binnen 1 week na aankoop uitgevoerd door WFSR. Niet alle contaminantengroepen werden evenredig geanalyseerd – 22 hasj- en 25 wietsamples werden bijvoorbeeld microbiologisch geëvalueerd, terwijl slechts 12 hasj- en 9 wietmonsters op aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen werden gecontroleerd. Zoals beschreven werd in alle gevallen het aantal analyses naar n=50 gebracht voor zowel wiet als hasj, waarbij de helft van de samples uit de interventiegemeenten en de helft uit vergelijkingsgemeenten afkomstig was. De volgende bemonsteringsrondes die hiervoor nodig waren zijn uitgevoerd in de laatste twee kwartalen van 2023 door medewerkers van het Trimbos-instituut onder Opiumwetonthefing 108461 CO/W. Aangezien coffeeshops aan één persoon maximaal 5 gram cannabis per dag mogen verkopen, werden de coffeeshops door twee medewerkers tegelijk bezocht. Na aanschaf van twee dezelfde soort monsters van

5 gram, werd de coffeeshopmedewerker medegedeeld dat de monsters bedoeld zijn voor wetenschappelijk onderzoek in het kader van de volksgezondheid. Ook werd een brief overhandigd met uitleg over het onderzoek en contactgegevens voor eventuele vragen (zie Bijlage I). De monsters werden circa 1 week na aanschaf door een koerier bij WFSR bezorgd om daar geanalyseerd te worden.

## Chemische analyse

Het WFSR heeft de cannabismonsters geanalyseerd middels de labanalysemethodieken die voor gebruik binnen het Experiment Gesloten Coffeeshopketen zijn vastgelegd. Zie voor een complete beschrijving hiervan de website van de NVWA.[32] Kort gezegd zijn voor de verschillende groepen contaminanten de volgende technieken gehanteerd:

1. Aflatoxines: na monstervoorbewerking worden de verschillende aflatoxines gedetecteerd en gekwantificeerd met behulp van LC-MS/MS (vloeistofchromatografie gekoppeld met tandem-massaspectrometrie). De resultaten worden uitgedrukt in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  product. De kwantificatielimiet is  $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ .
2. Zware metalen: na monstervoorbewerking worden de verschillende zware metalen gedetecteerd en gekwantificeerd middels ICP-MS (inductief-gekoppelde plasmamassaspectrometrie). De resultaten worden uitgedrukt in  $\text{mg}/\text{kg}$  product. De kwantificatielimiet voor arseen is  $0,2 \text{ mg}/\text{kg}$ ; voor cadmium, kwik en lood  $0,05 \text{ mg}/\text{kg}$ .
3. Microbiologie: na monstervoorbewerking worden monsters verdeeld over agarplaten die specifiek (alleen groei van het doelorganisme) en/of electief (specifieke kolonie-eigenschap) zijn voor de verschillende micro-organismen die worden geanalyseerd. Na incubatie worden de eventueel gevormde kolonies geteld. De resultaten worden uitgedrukt in kolonievormende eenheden per gram ( $\text{kve}/\text{g}$ ) product.
4. Gewasbeschermingsmiddelen: na monstervoorbewerking worden de verschillende gewasbeschermingsmiddelen gedetecteerd en gekwantificeerd met behulp van LC-MS/MS (vloeistofchromatografie gekoppeld met tandem-massaspectrometrie). De resultaten worden als aanwezig/niet aanwezig uitgedrukt en de concentratie als  $\mu\text{g}/\text{kg}$  product (mits een geslaagde kwantificatie heeft plaatsgevonden). De kwantificatielimiet voor gewasbeschermingsmiddelen is  $0,05 \text{ mg}/\text{kg}$ . Er wordt gescreend op 145 stoffen in wiet en 135 stoffen in hasj, waarbij de nadruk ligt op fungiciden en insecticiden. De lijst stoffen is opgesteld door WFSR en de NVWA, op basis van internationaal onderzoek en stoffen die zijn aangetroffen tijdens invallen bij illegale cannabissteelt.

## Data-analyse

De resultaten van de laboratoriumanalyse zijn gecodeerd (ja/nee) op basis van gevonden transgressies van gestelde limieten voor het voorkomen van de verschillende contaminanten (zie Tabel 1). Voor de subgroepen contaminanten zijn de aantallen transgressies uitgesplitst in type cannabis (wiet/hasj) en experimentgroep (interventie/controle). Voor de gewasbeschermingsmiddelen die zijn gekwantificeerd is tevens een berekening gemaakt van de te verwachten blootstelling bij gebruikers van cannabis. Hierbij is uitgegaan van data verzameld binnen het CanDep-onderzoek.[33] Uit dit onderzoek bleek dat jongvolwassen, frequente en afhankelijke gebruikers van cannabis gemiddeld  $28,8 \text{ gram}$  cannabis per maand gebruiken. Dit betekent een dagelijkse inname van gemiddeld  $\sim 1 \text{ gram}$

cannabis. Blootstelling is uitgedrukt in het percentage van de ADI (*acceptable daily intake*) van het desbetreffende gewasbeschermingsmiddel dat bereikt wordt bij dergelijk gebruik van het cannabismonster met de *hoogste* aangetroffen concentratie door een persoon van gemiddeld lichaamsgewicht (60 kg, zoals ook standaard gehanteerd bij

risicobeoordelingen[34]). Tevens wordt een berekening gegeven van de hoeveelheid van die soort cannabis die per dag zal moeten worden gebruikt voordat de ADI van het betreffende gewasbeschermingsmiddel wordt bereikt. De resultaten en implicaties van deze berekening worden besproken in de Discussie van dit rapport.



### 3. Resultaten

In totaal zijn er 105 cannabissamples verzameld. Van deze samples kwamen er 55 uit de interventiegemeenten en 50 uit de vergelijkingsgemeenten. Echter, door verschillende vereisten qua hoeveelheid cannabis en aanwezigheid van materialen benodigd voor de analyse, zijn de aantallen door WFSR uitgevoerde analyses niet gelijk voor de verschillende subgroepen. Ook ontbreekt soms binnen subgroepen data. Als dit het geval is, is dit duidelijk aangegeven in de tabellen in dit hoofdstuk.

#### Aflatoxines

In totaal zijn 103 cannabismonsters geanalyseerd op aanwezigheid van aflatoxines. Hiervan waren 50 monsters afkomstig uit controlegemeentes (25 keer wiet, 25 keer hasj),

en 53 uit interventiegemeentes (28 keer wiet, 25 keer hasj). In de hele dataset zijn er geen overschrijdingen van de limiet voor aflatoxines gevonden. De som van B1-, B2-, G1- en G2-aflatoxines was voor iedere sample < 2 µg/kg.

#### Zware metalen

In totaal zijn 103 cannabismonsters geanalyseerd op aanwezigheid van zware metalen. Hiervan waren 50 monsters afkomstig uit controlegemeentes (25 keer wiet, 25 keer hasj), en 53 uit interventiegemeentes (28 keer wiet, 25 keer hasj). In de dataset is er één overschrijding op gebied van zware metalen. Deze overschrijding was voor lood (28,5 mg/kg) en betrof een hasjsample uit de interventiegroep (zie Tabel 3).

**Tabel 3** Aantal transgressies van zware metalen, uitgesplitst in type cannabis en experimentgroep (n = 103). Percentages ten opzichte van aantal monsters in die groep.

		Transgressies zware metalen	
		<i>Ja</i>	<i>Nee</i>
<b>Type cannabis</b>	<i>Wiet</i>	0 (0%)	53 (100%)
	<i>Hasj</i>	1 (2,0%)	49 (98,0%)
<b>Experimentgroep</b>	<i>Interventie</i>	1 (1,9%)	52 (98,1%)
	<i>Controle</i>	0 (0%)	50 (100%)

## Microbiologie

In totaal zijn 105 cannabismonsters geanalyseerd op aanwezigheid van bacteriën, schimmels en gisten. Er zijn verschillende microbiologische overschrijdingen gevonden. Dit betrof 4 overschrijdingen van de limiet voor

het vóórkomen van schimmels (187500 kve/gram), 0 overschrijdingen op het gebied van aerobe bacteriën en 6 overschrijdingen van *Staphylococcus aureus* (van ~100.000 kve/gram – >250.000 kve/gram). Tabel 4 laat zien dat alle overschrijdingen werden gevonden op wietsamples uit de interventiegemeenten.

**Tabel 4** Aantal transgressies van microbiologie, uitgesplitst in type cannabis en experimentgroep (n = 99)\*. Percentages ten opzichte van aantal monsters in die groep.

		Transgressies microbiologie	
		Ja	Nee
<b>Type cannabis</b>	<i>Wiet</i>	10 (20,0%)	40 (80,0%)
	<i>Hasj</i>	0 (0,0%)	49 (100%)
<b>Experimentgroep</b>	<i>Interventie</i>	10 (18,9%)	43 (81,1%)
	<i>Controle</i>	0 (0,0%)	46 (100%)

\*Door missende data zijn er 6 samples niet meegenomen in de analyse

**Tabel 5** Aantal transgressies van schimmels, uitgesplitst in type cannabis en experimentgroep (n = 104)\*. Percentages ten opzichte van totaal aantal monsters.

		Transgressies schimmels	
		Ja	Nee
<b>Type cannabis</b>	<i>Wiet</i>	4 (7,5%)	49 (92,5%)
	<i>Hasj</i>	0 (0,0%)	51 (100%)
<b>Experimentgroep</b>	<i>Interventie</i>	4 (7,4%)	50 (92,6%)
	<i>Controle</i>	0 (0,0%)	50 (100%)

\*Door missende data is er 1 sample niet meegenomen in de analyse

**Tabel 6** Aantal transgressies van aerobe bacteriën, uitgesplitst in type cannabis en experimentgroep (n = 104)\*. Percentages ten opzichte van totaal aantal monsters.

		Transgressies aerobe bacteriën	
		Ja	Nee
<b>Type cannabis</b>	<i>Wiet</i>	0 (0,0%)	53 (100%)
	<i>Hasj</i>	0 (0,0%)	51 (100%)
<b>Experimentgroep</b>	<i>Interventie</i>	0 (0,0%)	54 (100%)
	<i>Controle</i>	0 (0,0%)	50 (100%)

\*Door missende data is er 1 sample niet meegenomen in de analyse

**Tabel 7** Aantal transgressies van *Staphylococcus aureus*, uitgesplitst in type cannabis en experimentgroep (n = 99)\*. Percentages ten opzichte van totaal aantal monsters.

		Transgressies <i>Staphylococcus aureus</i>	
		Ja	Nee
<b>Type cannabis</b>	<i>Wiet</i>	6 (12,0%)	44 (88,0%)
	<i>Hasj</i>	0 (0,0%)	49 (100%)
<b>Experimentgroep</b>	<i>Interventie</i>	6 (11,3%)	47 (88,7%)
	<i>Controle</i>	0 (0,0%)	46 (100%)

\*Door missende data zijn er 6 samples niet meegenomen in de analyse

## Gewasbeschermingsmiddelen

In totaal zijn 103 cannabismonsters geanalyseerd op aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen. Hiervan waren 50 monsters afkomstig uit controlegemeentes (25 keer wiet, 25 keer hasj), en 53 uit interventiegemeentes (28 keer wiet, 25 keer hasj). Er zijn verschillende overschrijdingen gevonden op gebied van gewasbeschermingsmiddelen. Zie Tabel 8 voor

de gewasbeschermingsmiddelen waarvoor overschrijdingen zijn gevonden en de frequentie van in hoeveel samples deze gewasbeschermingsmiddelen zijn aangetoond. Indien een gewasbeschermingsmiddel werd aangetoond werd deze in de veel gevallen – maar niet altijd – ook succesvol gekwantificeerd. De implicaties van de aangetroffen concentraties worden besproken in de Discussie van dit rapport.

**Tabel 8** Aantal overschrijdingen per gewasbeschermingsmiddel (kwantificatielimiet = 0,05 mg/kg)

Gewasbeschermings- middel	Aantal transgressies	Minimale concentratie (mg/kg)	Maximale concentratie (mg/kg)
azoxystrobine	6	<0,05	0,072
bifenazaat	3	0,09	0,14
carbendazim	8	0,12	0,2
difenoconazool	1	0,0051	0,0051
dimethoaat	1	<0,05	<0,05
fenhexamide	1	0,78	0,78
fludioxonil	1	<0,05	<0,05
imidacloprid	1	0,58	0,58
mandipropamid	1	NA	NA
methiocarb	1	<0,05	<0,05
metolachloor	2	<0,05	<0,05
methomyl	1	0,18	0,18
myclobutanil	3	<0,05	0,562
paclobutrazol	4	0,37	0,636
penconazool	1	0,432	0,432
piperonylbutoxide	8	0,053	5,255
pirimicarb	1	<0,05	<0,05
propamocarb	1	<0,05	<0,05
tebuconazool	3	0,06	1,46
tetraconazool	3	0,054	0,07
trifloxystrobin	5	0,08	1,13

Tabel 9 laat zien dat gewasbeschermingsmiddelen op cannabis ongeveer even vaak voorkomen op wiet als op hasj. Het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen is ongeveer

gelijk verdeeld over de interventie- en controlegroep. In 14 gevallen werd meer dan één gewasbeschermingsmiddel aangetroffen.

**Tabel 9** Transgressies van gewasbeschermingsmiddelen, uitgesplitst in type cannabis en experimentgroep (n = 103). Percentages ten opzichte van totaal aantal monsters.

		Transgressies gewasbeschermingsmiddelen	
		<i>Ja</i>	<i>Nee</i>
<b>Type cannabis</b>	<i>Wiet</i>	18 (34,0%)	35 (66,0%)
	<i>Hasj</i>	17 (34,0%)	33 (66,0%)
<b>Experimentgroep</b>	<i>Interventie</i>	20 (37,7%)	33 (62,3%)
	<i>Controle</i>	15 (30,0%)	35 (70,0%)

## 4. Discussie

### Aflatoxines

In geen van de geanalyseerde cannabissamples is een totaalgehalte aflatoxines van 4 µg/kg of meer aangetroffen. Uitgesplitst in individuele aflatoxines B1, B2, G1 en G2, waarvan B1 de meest potent toxische stof is[35], werden geen concentraties gelijk of hoger dan de kwantificatielimiet van 0,5 µg/kg cannabis gedetecteerd. Hoewel niet zeker is of aflatoxines de temperaturen die bij verbranding in een joint (of verhitting in de meeste verdampers) kunnen weerstaan, zijn er vermoedens dat afbraakproducten ook toxisch kunnen werken. Het niet kunnen aantonen van de aanwezigheid van aflatoxines op de voor dit onderzoek in coffeeshops aangekochte cannabis is dus gunstig vanuit het perspectief van de gezondheid van potentiële consumenten van deze producten. Het niet kunnen aantonen van aflatoxines is ook in het buitenland vaker gerapporteerd bij zowel illegaal[36] als gereguleerd[37] gekweekte cannabis. Ook in een eerder, kleiner onderzoek naar contaminanten op Nederlandse coffeeshopwiet werden geen aflatoxines aangetroffen.[31] Aanwezigheid van andere maar minder potente mycotoxines zoals ochratoxine[36] en sterigmatocystine[38] is in andere onderzoeken wel aangetoond op cannabis.

### Zware metalen

In de totale set van 100 monsters werd één transgressie van de limieten voor zware metalen gevonden. Het betrof een hasjsample uit een interventiegemeente: hier werd 28,5 mg/kg lood in gedetecteerd. Dit is fors hoger dan de binnen het EGC voor lood gestelde limiet van 5 mg/kg, en ook hoger dan de door het Bureau Medicinale Cannabis gestelde limiet van 20 mg/kg medicinale cannabis (zie Tabel 1). Als wordt uitgegaan van een consumptie van gemiddeld 1 gram per dag[33] (welke dan in totaal 28,5 µg lood bevat) door een volwassene van 60 kg, komt dit neer op een inname van 0,475 µg/kg lg/d (uitgaande van een 100% efficiënte overgang van de lood in de rook en opname via de longen). De EFSA stelt een bodemconcentratie voor kritische effecten van lood (de zogenoemde BMDL<sub>10</sub>) van 0,63 µg/kg lg/d (hier geassocieerd met een verhoogd risico op chronische nierziekte bij volwassenen).[39] Blootstelling aan lood vindt ook plaats via bijvoorbeeld voedsel en kraanwater. Deze inname bij volwassenen wordt geschat op 0,37 µg/kg lg/d (uitgaande van een moderne woning zonder loden waterleidingen).[40] Het dagelijks gebruik van met lood verontreinigde hasj levert dus een grote bijdrage aan de dagelijkse blootstelling waardoor gezondheidseffecten (op de lange termijn) niet uit te sluiten zijn. Lood en andere zware metalen zijn sterk toxisch. Het kan naast kanker ook orgaanschade en

afwijkingen aan het zenuwstelsel en de hersenen veroorzaken.[14], [15] Lood en arseen zijn zo giftig dat er geen toelaatbare dagelijkse inname (TDI) voor is vastgesteld door de EFSA. Zeker bij herhaaldelijke blootstelling aan met zware metalen vervuilde cannabis is gezondheidsschade te verwachten. Dit omdat zware metalen overgaan in (cannabis)rook, opgenomen kunnen worden door de longen en accumuleren in het lichaam. In de Verenigde Staten is uit onderzoek gebleken dat mensen die cannabis (maar geen tabak) gebruiken een verhoogde concentratie lood en cadmium in hun bloed en urine hadden.[41] Er is weinig data voorhanden uit andere landen over de concentraties zware metalen in al dan niet legaal gekweekte cannabis. In Zwitserland bleek in 2017 dat een klein deel van 151 gecontroleerde illegale cannabismonsters met zware metalen was vervuild, maar van de binnen het EGC gecontroleerde elementen werd alleen lage concentraties cadmium aangetroffen.[42] Hasj is een geconcentreerd product dat op verschillende manieren kan worden gemaakt. Een van de meest voorkomende hasjproducten in de Nederlandse coffeeshops is Marokkaanse hasj. Traditioneel wordt deze hasj gemaakt door hars die wordt uitgescheiden op de trichomen van wietplanten te verzamelen en deze samen te persen. Het plantmateriaal dat voor deze hasj wordt gebruikt is vaak buiten gekweekt.[43] Gezien het accumulerend vermogen dat cannabisplanten hebben ten opzichte van zware metalen, zou het telen van cannabis in de buitenlucht op mogelijk met lood besmette grond een goede oorzaak van deze contaminatie kunnen zijn. De laatste jaren is er echter in toenemende sprake van aanbod van “moderne” hasjsoorten in de Nederlandse coffeeshops. Deze zijn doorgaans niet gebaseerd op buiten gekweekte cannabis, maar worden gemaakt met binnen gekweekte, vaak nederwietachtige planten.[43] Hoewel er naast vervuilde grond ook zware metalen in plantenvoeding kunnen zitten, lijkt dit binnen de binnen deze studie

aangekochte hasjsamples niet het geval te zijn. Hetzelfde geldt voor de wietmonsters. In coffeeshops is het overgrote merendeel van het aanbod wietsoorten afkomstig van binnenteelt in Nederland. Ook hier is het risico op vervuilde grond kleiner dan bij buitenteelt. Daarnaast is wiet wel gedroogd, maar geen concentratieproduct zoals hasj. De kans dat de concentratie van eventueel aanwezige zware metalen boven de binnen het EGC gestelde limieten komt te liggen is daardoor kleiner.

## Microbiologie

Van de binnen dit onderzoek geanalyseerde wiet bleek twintig procent van de monsters een microbiologische contaminatie te bevatten die een van de gestelde limieten overschrijdt. Van de 50 geanalyseerde hasjmonsters was geen van de kiemgetallen hoger dan de gestelde limiet. Bij enkele monsters kon geen goede bepaling van de kiemgetallen worden uitgevoerd. Hoewel wiet wordt gedroogd voordat het in een coffeeshop wordt aangeboden, kunnen (sporen van) bacteriën en schimmels blijkbaar toch overleven. Hasj is over het algemeen een nog droger product, dat bovendien langer onderweg lijkt te zijn dan wiet naar coffeeshops (bijvoorbeeld omdat het moet worden geïmporteerd). Dit is ook te zien aan de concentratie cannabinal (CBN, een degradatieproduct van THC) in hasj, dat over het algemeen hoger is in hasj dan wiet.[44] Dit verklaart mogelijk waarom in dit onderzoek geen microbiologische transgressies bij hasj werden aangetroffen, maar wel bij wiet. Er waren geen overschrijdingen van de grens voor het kiemgetal van aerobe bacteriën: geen van de 53 onderzochte wietmonsters had een kiemgetal hoger dan 1 miljoen kve/gram. Mochten deze er zijn geweest zijn de gezondheidsimplicaties van eventuele overschrijdingen voor de gebruiker niet goed in te schatten: er wordt bij het bepalen hiervan geen onderscheid gemaakt tussen pathogene of

onschuldige micro-organismen. Bovendien is niet bekend of en met welke mate van activiteit of besmettelijk vermogen deze micro-organismen overgaan in cannabisrook. Wanneer gekeken wordt naar een subset van deze aerobe organismen, de schimmels en gisten, valt op dat er een beperkt aantal overschrijdingen worden geconstateerd: 4 wietmonsters (7,5%) hebben een hoger kiemgetal dan de gestelde limiet van 100.000 kve/gram. Schimmels en gisten die op cannabis groeien kunnen (ook) ziekmakend zijn. Een voorbeeld hiervan zijn de *Aspergillus*-soorten die in de introductie zijn besproken. Los van de aanmaak van aflatoxines – die in deze studie niet zijn aangetroffen – kunnen dergelijke soorten longinfecties veroorzaken bij (met name) immuungecompromitteerde gebruikers, zelfs als deze de cannabis roken.[21] Ook andere schimmels lijken infecties te kunnen veroorzaken. Onder Amerikaanse cannabisgebruikers kwamen schimmelinfecties 3,5 keer vaker voor dan bij niet-gebruikers, hoewel in de studie die hierover rapporteert niet vast kan worden gesteld of dit specifiek door cannabisproducten kwam.[45] Wel werd uit dit onderzoek ook duidelijk dat naast immuungecompromitteerd cannabisgebruikers met een schimmelinfectie ook vaker tabaksrokers waren. Wat de mogelijke consequenties van de overschrijdingen van de limieten voor de gemiddelde (niet-immuungecompromitteerde) Nederlandse coffeeshopbezoeker zijn is op basis van de beschikbare informatie moeilijk te zeggen, maar gebruik van tabak in combinatie met cannabis komt in Nederland zeer veel voor.[3], [4] Ook van de limiet voor het kiemgetal van *Staphylococcus aureus* werden overschrijdingen aangetroffen: 6 wietmonsters hebben een hoger kiemgetal dan de gestelde limiet van 100.000 kve/gram. Hoewel *S. aureus* in potentie sterk-pathogeen is, en ook geassocieerd met antibioticaresistentie – bijvoorbeeld MRSA – is op basis van uitsluitend

het kiemgetal het infectiepotentieel niet vast te stellen. Ook is niet te zeggen of besmetting met *S. aureus* heeft plaatsgevonden tijdens de teelt, de verwerking of de verkoop van de cannabis. Hoewel bij de bemonstering en het vervoer van de cannabisamples de uiterste voorzichtigheid is betracht (schone handen, monsters direct verpakken), is zelfs niet uit te sluiten dat besmetting op dat moment heeft plaatsgevonden.

Al met al is van op cannabis groeiende schimmels bekend dat deze bij (immuungecompromitteerde) mensen voor infecties kunnen zorgen. Van de meeste andere micro-organismen is niet goed bekend in welke mate ze over kunnen gaan in rook, hoewel de temperaturen die bij het roken van cannabis worden gemeten dermate hoog zijn dat veel bacteriën en schimmels dit niet zullen overleven. Eventuele orale consumptie van cannabis kan bij besmetting met bijvoorbeeld *Salmonella* alsnog voor infectie zorgen.[46] En zoals gezegd in de introductie is in een recent onderzoek aangetoond dat verdamperen waarschijnlijk niet heet genoeg worden voor een significante microbiologische reductie.[23] In de eerder genoemde Zwitserse studie werden ook enkele forse kiemgetallen gevonden voor micro-organismen, maar onduidelijk is precies hoe hoog. Duidelijk is dat microbiologische besmetting soms voorkomt op illegaal gekweekte cannabis verkocht in de Nederlandse coffeeshop, en dan met name op wiet. Hoewel alle transgressies geconstateerd werden op wiet afkomstig uit interventiegemeenten kunnen wij op basis daarvan geen conclusies trekken. Dit gezien het zeer beperkt aantal gevallen en het verkennende karakter van deze studie.

## Gewasbeschermingsmiddelen

De teelt van cannabis gaat gepaard met risico's op allerlei infecties of ongedierte. Het weren van schimmels, mijten en insecten middels gewasbeschermingsmiddelen komt dan ook



regelmatig voor – zowel bij cannabis bestemd voor medicinaal als recreatief gebruik is dit door buitenlandse studies aangetoond[27], [28], [30]. Het is derhalve ook geen verrassing dat in de illegaal geteelde cannabis die voor dit onderzoek in coffeeshops is aangekocht veel monsters positief testen op aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen. Wel is het aandeel monsters waarop gewasbeschermingsmiddelen werd aangetroffen kleiner dan in een eerder onderzoek door het RIVM, toen op 23 van de 25 wietmonsters één of meerdere pesticiden werden aangetroffen.[31] Los van de illegale teelt, is gebruik van veel van deze stoffen überhaupt niet toegestaan in de EU (zie Tabel 10). Bij de meeste monsters waarbij een gewasbeschermingsmiddel werd aangetroffen kon hiervan ook een kwantificatie worden gegeven – enkele uitzonderingen daargelaten, bijvoorbeeld voor het middel mandipropamid. In enkele gevallen kon het middel wel worden gedetecteerd, maar was de concentratie lager dan de kwantificatielimiet (in Tabel 8 weergegeven als < 0,05 mg/kg). Opvallend is dat de transgressies zowel gelijk verdeeld lijken te zijn over interventie- en vergelijkingsgemeenten, maar ook over de monsters wiet en hasj. Of de concentratie van gewasbeschermingsmiddelen hoger is in het concentratieproduct hasj dan in wiet, is door het beperkt aantal monsters en de grote verscheidenheid aan aangetroffen stoffen niet te zeggen.

Opvallend is dat van eerder gerapporteerde gewasbeschermingsmiddelen op in Nederlandse coffeeshops gekochte cannabis alleen carbendazim en tebuconazool worden aangetroffen – hierbij is carbendazim bovendien in flink lagere concentraties aangetroffen dan eerder: 0,12-0,2 mg/kg *versus* 8,5 mg/kg.[47] In het buitenland zijn eerder de ook hier gevonden gewasbeschermingsmiddelen propamocarb (nu <0,05 mg/kg, toen <0,05-9,80 mg/kg) en imidacloprid (nu 0,58 mg/kg, toen 80 mg/kg) aangetroffen, maar ook toen in hogere

concentraties dan nu.[48] Enkele in deze studie aangetroffen gewasbeschermingsmiddelen werden eerder ook in Zwitserland (propamocarb, imidacloprid, dimethoaat)[42], Oostenrijk (carbendazim en trifloxystrobin)[38] en België (bifenazaat, imidacloprid, myclobutanil, propamocarb, tebuconazool)[30] gezien op cannabis, maar deze werden niet gekwantificeerd. In een Amerikaans artikel uit 2021 over gewasbeschermingsmiddelen op cannabis worden de hier ook geziene bifenazaat, imidacloprid, methomyl, myclobutanil, azoxystrobine, trifloxystrobin, fludioxonil, tebuconazool, fenhexamide, paclobutrazol en piperonylbutoxide genoemd, maar het is niet duidelijk waar de geanalyseerde cannabismonsters vandaan komen, of hoe ze zijn geanalyseerd.[49]

Zoals ook beschreven in de introductie zijn pesticiden in principe vaak schadelijk wanneer ze in de mens terecht komen[26], en gaan ze (al dan niet gedegradeerd) over in cannabisrook[28]. Dientengevolge zijn binnen het EGC zeer strenge limieten gesteld omtrent gewasbeschermingsmiddelen: deze mogen niet aanwezig zijn met uitzondering van enkele specifieke middelen/organismen (zie Tabel 2). Deze toegestane gewasbeschermingsmiddelen zijn niet gemonitord binnen het onderhavige onderzoek, daar deze zullen worden toegestaan tijdens het EGC. Van de aangetroffen gewasbeschermingsmiddelen is doorgaans niet bekend wat de specifieke toxiciteit is wanneer ze aanwezig zijn op cannabis en/of wanneer deze worden gerookt. Om toch een inschatting van de implicaties van gebruik van deze cannabis te kunnen maken is een berekening gemaakt van dosis gewasbeschermingsmiddel die iemand binnen zou kunnen krijgen. Hierbij zijn de volgende aannames gedaan:

- Opname van de pesticide in kwestie (ongeacht of dit via de longen of oraal gaat) is 100%
- Het gebruik is ca 1 gram per dag (volgens de

CanDep-studie is dit het gemiddelde daggebruik van een frequente, cannabisafhankelijke jongvolwassene[33])

De aldus berekende doseringen van de aangetroffen gewasbeschermingsmiddelen zijn vervolgens vergeleken met de respectievelijke *acceptable daily intake*-waarden (ADI) zoals gerapporteerd door de EFSA, waarbij werd uitgegaan van een persoon van 60 kg[34]. Deze vergelijking is uitgedrukt als percentage in Tabel 9. Ook is berekend hoeveel gram iemand zal moeten gebruiken om de ADI te bereiken. Bij deze berekeningen is uitgegaan

van de hoogst gevonden concentratie van dat specifieke gewasbeschermingsmiddel. Uit de berekeningen blijkt dat de gevonden concentraties voor alle stoffen dermate laag zijn dat bij intensief gebruik zoals hierboven beschreven nog geen 0,5% van de ADI zal worden bereikt. Van de cannabis met de hoogst gevonden concentratie van een middel (5,255 mg/kg piperonylbutoxide) zal een gebruiker van gemiddeld lichaamsgewicht maar liefst 2,28 kg moeten consumeren alvorens de ADI overschreden wordt.

Tabel 10 Implicaties van maximaal gemeten concentraties van aangetroffen bestrijdingsmiddelen.

Gewasbescher- mingsmiddel	ADI (mg/kg lichaams- gewicht/ dag)	Maximale concentra- tie (mg/kg cannabis)	Blootstelling (mg/kg li- chaams-ge- gewicht/dag)	%ADI bij fre- quent ge- bruik**	ADI bereikt (gram can- nabis)	Toegestaan in EU?
azoxystrobine	0,2[50]	0,072	1,20*10 <sup>-6</sup>	0,001	1,67*10 <sup>5</sup>	ja
bifenazaat	0,01[51]	0,14	2,33*10 <sup>-6</sup>	0,023	4,29*10 <sup>3</sup>	ja
carbendazim	0,02[52]	0,2	3,33*10 <sup>-6</sup>	0,017	6,00*10 <sup>3</sup>	nee
difenoconazool	0,01[53]	0,0051	8,50*10 <sup>-8</sup>	8,50*10 <sup>-4</sup>	1,18*10 <sup>5</sup>	ja
dimethoaat	0,0001[54]	<0,05	NA	NA	NA	nee
fenhexamide	0,2[55]	0,78	1,30*10 <sup>-5</sup>	0,007	1,54*10 <sup>4</sup>	ja
fludioxonil	0,37[56]	<0,05	NA	NA	NA	ja
imidacloprid	0,06[57]	0,58	9,67*10 <sup>-6</sup>	0,016	6,21*10 <sup>3</sup>	nee
mandipropamid	0,15[58]	NA	NA	NA	NA	ja
methiocarb	0,00025[59]	<0,05	NA	NA	NA	nee
metolachloor	0,03[60]*	<0,05	NA	NA	NA	nee
methomyl	0,0025[61]	0,18	3,00*10 <sup>-6</sup>	0,120	8,33*10 <sup>2</sup>	nee
myclobutanil	0,025[62]	0,562	9,37*10 <sup>-6</sup>	0,037	2,67*10 <sup>3</sup>	nee
paclobutrazol	0,022[63]	0,636	1,06*10 <sup>-5</sup>	0,048	2,08*10 <sup>3</sup>	ja
penconazool	0,03[64]	0,432	7,20*10 <sup>-6</sup>	0,024	4,17*10 <sup>3</sup>	ja
piperonylbutoxide	0,2[65]	5,255	8,76*10 <sup>-5</sup>	0,044	2,28*10 <sup>3</sup>	NA
pirimicarb	0,007[66]	<0,05	NA	NA	NA	ja
propamocarb	0,24[67]	<0,05	NA	NA	NA	ja
tebuconazool	0,03[68]	1,46	2,43*10 <sup>-5</sup>	0,081	1,23*10 <sup>3</sup>	ja
tetraconazool	0,004[69]	0,07	1,17*10 <sup>-6</sup>	0,032	3,43*10 <sup>3</sup>	ja
trifloxystrobin	0,1[70]	1,13	1,88*10 <sup>-5</sup>	0,019	5,31*10 <sup>3</sup>	ja

\* ADI voor S-metachloor.

\*\* Indien geen kwantificatie heeft plaatsgevonden of de maximale concentratie gerapporteerd is als <0,05 mg/kg kan de berekening niet worden gemaakt

De berekende blootstellingen in Tabel 10 zijn vergelijkbaar of (enkele ordes van groter) lager dan eerder berekende blootstellingen aan gewasbeschermingsmiddelen op basis van analyse van cannabis uit Nederlandse coffeeshops.[47] Wat de blootstellingsberekeningen echter niet in overweging kunnen nemen is wat de precieze

implicaties zijn van het roken en inhaleren van deze gewasbeschermingsmiddelen. Het lijkt dat filters de concentratie pesticiden in cannabisrook danig kunnen reduceren[28], maar in de praktijk worden deze niet of nauwelijks gebruikt door cannabisconsumenten. Bovendien is er geen kennis over de combinatie en interactie van de

gevonden gewasbeschermingsmiddelen met andere gewasbeschermingsmiddelen (al dan niet aanwezig op cannabis) of andere stoffen in cannabis of tabak. Ten slotte zijn er gewasbeschermingsmiddelen die bij verbranding uiteenvallen in eveneens giftige degradatieproducten, zoals HCN, COs en NOs – hoewel de concentraties hiervan in cannabis- en tabaksrook al fors[17] zijn en waarschijnlijk niet significant hoger worden gezien de in ons onderzoek gevonden gehalten gewasbeschermingsmiddelen. Van andere gewasbeschermingsmiddelen is over de effecten van verbranding überhaupt geen kennis beschikbaar. Het vergelijken met de door de EFSA gestelde ADI's is derhalve interessant, maar moet niet worden overschat: de consequenties van langdurig gebruik van cannabis met lage concentraties gewasbeschermingsmiddelen, al dan niet gerookt, zijn simpelweg niet bekend. Het is overigens goed mogelijk dat de mensen die op illegale cannabiswekerijen werken – of deze ontmantelen – worden blootgesteld aan gevaarlijke concentraties van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen.[30] Zoals eerder besproken worden regelmatig gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen op cannabis. In Zwitserland werd zelfs de eerste oogst van een legalisatie-experiment vernietigd wegens te hoge gehalten pesticiden.[71] Omdat ook hier de limieten zeer scherp werden gesteld moest de cannabis voor het Zwitserse experiment zonder gebruik van gewasbeschermingsmiddelen worden geteeld. De oorzaak van de toch aangetroffen stoffen werd gezocht in vervuilde grond waarin de cannabis buiten in werd geteeld. Ook is het mogelijk dat pesticiden overwaaien uit nabijgelegen akkers waar wél gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt. Daar veel van de in de coffeeshop verkochte cannabis binnen wordt gekweekt lijkt het aannemelijk dat de aangetroffen gewasbeschermingsmiddelen in ons

onderzoek wél moedwillig zijn aangebracht.

## Beperkingen van dit onderzoek

Voor dit verkennende onderzoek zijn monsters uit zowel interventie- als controlegemeenten geanalyseerd. Er is geen statistische vergelijking gemaakt tussen de twee gemeentegroepen gezien de beperkte samplegrootte, maar ook omdat er relatief veel tijd tussen de initiële bemonstering door de NVWA en die van het Trimbos-instituut zat. Daar in Nederland verkochte cannabis – met name wiet – doorgaans binnen wordt geteeld[43] zal de invloed van verschillende jaargetijden minimaal zijn. Ondanks het beperkt aantal in coffeeshops gekochte monsters komt een duidelijk beeld naar voren over het vóórkomen van contaminaties.

Er is binnen dit onderzoek alleen gekeken naar de in Tabel 1 en 2 vermelde contaminanten. De aanwezigheid van partikels (bijvoorbeeld afval of insecten) is niet onderzocht. Ook glazen deeltjes, die volgens sommigen doelbewust worden toegevoegd aan cannabis om deze zwaarder te maken, zijn niet bestudeerd. In het buitenland is in ieder geval één case study verschenen waarin gebruik van dergelijke cannabis bij twee patiënten resulteerde in schade aan de luchtwegen.[72] In Nederland zijn geen incidenten bekend in de literatuur. Ten slotte is ook niet gekeken naar doelbewuste bewerking van cannabis met (semi-)synthetische cannabinoïden. In de laatste paar jaar is een aantal maal cannabis met weinig tot geen THC (de werkzame stof in cannabis) aangetroffen, met daarop synthetische cannabinoïden. Aangezien deze cannabis ook in coffeeshops werd verkocht is in 2020 zelfs een zogenaamde Red Alert uitgevaardigd door het Drugs Informatie en Monitoring Systeem (DIMS).[73] Deze waarschuwing is in 2021 afgeschaald nadat het aantal verdachte en vervolgens daadwerkelijk vervuild gebleken samples

drastisch terugliep. Ook semi-synthetische cannabinoïden zoals hexahydrocannabinol (HHC) zijn niet meegenomen in de analyse. Uit de literatuur is bekend dat cannabisconcentraten (producten waarin de werkzame stoffen uit cannabis worden geëxtraheerd en in een geconcentreerde vorm worden aangeboden, zoals oliën) resten van oplosmiddelen kunnen bevatten.[74] De verkoop van dergelijke concentraten door Nederlandse coffeeshops is binnen het EGC verboden en is derhalve ook niet meegenomen in dit onderzoek. Doordat slechts beperkt gegevens beschikbaar zijn over de humaan-toxicologische implicaties van gevonden concentraties van contaminanten, is de discussie hierover enigszins gelimiteerd. Daarom zullen aangetroffen gehalten contaminanten in eerste instantie worden getoetst aan de limieten als vermeld in Tabel 1 en 2. Indien een limiet overschreden wordt zal gekeken worden in hoeverre dat bijdraagt aan de *acceptable daily intake* (ADI) volgens de EFSA. Er weinig bekend over de invloed van verhitting en verbranding op sommige contaminanten

(bijvoorbeeld de pyrolyse van contaminanten de in Nederland meest gezien toedieningswijze van cannabis: roken[3], [4]), de invloed van andere stoffen uit cannabis op toxicologische processen als gevolg van gelijktijdige blootstelling aan contaminanten of de invloed van tabak (in Nederland roken de meeste mensen die cannabis gebruiken dit samen met tabak[3], [4]).

De verkoop van edibles (zoals bijvoorbeeld spacecake) wordt binnen het EGC toegestaan zolang deze niet op cannabisextracten gebaseerd zijn. Op dit moment mogen niet alle coffeeshops dit, omdat per gemeente het gedoogbeleid omtrent edibles mag worden aangepast. Er is dan ook voor gekozen om edibles buiten beschouwing te laten. Ten slotte bestaat dit onderzoek uitsluitend uit deze baselinemeting. De coffeeshops in interventiegemeenten mogen tijdens het EGC alleen op kwaliteit gecontroleerde cannabis verkopen. Wat eventuele veranderingen qua cannabiscontaminanten in vergelijkingsgemeenten zullen zijn, zal zonder een volgende meting onbekend blijven.

## 5. Conclusies

Uit deze indicatieve baselinemeting voorafgaand aan de experimentfase van het EGC is gebleken dat in wiet en hasj die in Nederlandse coffeeshops verkocht wordt verschillende contaminanten aanwezig kunnen zijn.

De kennis over de toxicologische implicaties van (langdurig) gebruik van vervuilde cannabis is zeer beperkt. Met de nu beschikbare kennis kan wel gesteld worden dat blootstelling aan residuen gewasbeschermingsmiddelen zoals in deze studie geconstateerd waarschijnlijk geen extra gezondheidsrisico's oplevert, omdat de blootstelling ruim onder de hiervoor relevante grenswaarden blijft. Meer onderzoek naar de opname van contaminanten vanuit (gerookte) cannabis door consumenten en de specifieke effecten hiervan is noodzakelijk om de schadelijkheid beter in kaart te brengen. Extra alertheid wordt aangeraden omtrent zware metalen, hoewel slechts één hasjmonster werd aangetroffen met een te hoog gehalte lood. De limieten die binnen het EGC worden gesteld aan de aanwezigheid van microbiota, zware metalen, aflatoxines en

gewasbeschermingsmiddelen hebben als doel om de gebruiker van de mogelijke gezondheidsconsequenties van dergelijke contaminaties te beschermen. De telers zijn belast met de bewaking van de kwaliteit van de cannabis die binnen het EGC wordt aangeboden, en de NVWA houdt hier toezicht op. Voorts is er een zogenaamd *track & trace*-systeem, dat de cannabis die in de coffeeshops wordt verkocht linkt aan de teler en een bepaalde batch – met bijbehorende analyserapporten. Of de gereguleerde cannabis in de coffeeshop zelf voldoet aan de gestelde limieten zal echter normaal gesproken niet worden gecontroleerd door de NVWA omdat de controle van de kwaliteitseisen in de wetgeving is voorgeschreven aan de telers. Dit zou eventueel doormiddel van een nieuwe meting tijdens de experimentfase in de interventiegemeenten in kaart kunnen worden gebracht. Ook een eventueel effect van de legale teelt op de aanwezigheid van contaminanten op cannabis verkocht in vergelijkingsgemeenten kan zonder een nieuwe meting niet worden gedetecteerd.

## Referenties

- [1] R. Mennes *et al.*, "Onderzoek Experiment gesloten coffeeshopketen. Rapportage voormeting 2021," 2023.
- [2] R. Mennes *et al.*, "Onderzoek Experiment gesloten coffeeshopketen. Rapportage nulmeting 2022," 2024.
- [3] Trimbos-instituut and WODC, "Cannabis 3.2.3 Gebruikspatronen en wijze van verkrijgen – Nationale Drug Monitor," Nationale Drug Monitor. Accessed: Jun. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.nationaledrugmonitor.nl/cannabis-gebruikspatronen-en-wijze-van-verkrijgen/>
- [4] L. Strada, S. Rigter, M. Van Laar, and M. Bossong, "Gebruikswijzen van cannabis en hun effecten en gezondheidsrisico's," *Utr. Trimbos-instituut*, 2019.
- [5] Y. Gaoni and R. Mechoulam, "Isolation, Structure, and Partial Synthesis of an Active Constituent of Hashish," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 86, no. 8, pp. 1646–1647, Apr. 1964, doi: 10.1021/ja01062a046.
- [6] "Eisen ten aanzien van de afwezigheid van zware metalen, micro-organismen en aflatoxines op de geproduceerde hennep of hasjiesj als bedoeld in artikel 28, eerste lid, van het besluit en artikel 12 van de regeling." Accessed: Jun. 24, 2024. [Online]. Available: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0043749/2023-12-16#BijlageIII>
- [7] Office of Medicinal Cannabis, "Monograph Cannabis Flower Cannabis Flos," 2021. [Online]. Available: <https://www.cannabisbureau.nl/kwaliteit/documenten/richtlijnen/2021/11/01/omc-monograph-cannabis-flower-version-8-0-november-01-2021>
- [8] J. H. Williams, T. D. Phillips, P. E. Jolly, J. K. Stiles, C. M. Jolly, and D. Aggarwal, "Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions," *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 80, no. 5, pp. 1106–1122, Nov. 2004, doi: 10.1093/ajcn/80.5.1106.
- [9] J. Koshiol *et al.*, "Association of Aflatoxin and Gallbladder Cancer," *Gastroenterology*, vol. 153, no. 2, pp. 488–494.e1, Aug. 2017, doi: 10.1053/j.gastro.2017.04.005.
- [10] M. Raters and R. Matissek, "Thermal stability of aflatoxin B1 and ochratoxin A," *Mycotoxin Res.*, vol. 24, no. 3, pp. 130–134, Sep. 2008, doi: 10.1007/BF03032339.
- [11] M. A. Oar, C. H. Savage, E. S. Rufer, R. P. Rucker, and J. A. Guzman, "Thermography of cannabis extract vaporization cartridge heating coils in temperature- and voltage-controlled systems during a simulated human puff," *PLoS One*, vol. 17, no. 1, p. e0262265, Jan. 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0262265.
- [12] J. Morgan, G. Gschwend, M. Houston, A. Jones, and C. Kelso, "Vaping preferences of individuals who vaporise dry herb cannabis, cannabis liquids and cannabis concentrates," *Drug Alcohol Depend.*, vol. 240, p. 109632, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.drugalcdep.2022.109632.
- [13] B. Kabak, "The fate of mycotoxins during thermal food processing," *J. Sci. Food Agric.*, vol. 89, no. 4, pp. 549–554, Mar. 2009, doi: 10.1002/jsfa.3491.
- [14] M. Balali-Mood, K. Naseri, Z. Tahergorabi, M. R. Khazdair, and M. Sadeghi, "Toxic Mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium, and Arsenic," *Front. Pharmacol.*, vol. 12, Apr. 2021, doi: 10.3389/fphar.2021.643972.
- [15] A. L. Wani, A. Ara, and J. A. Usmani, "Lead toxicity: a review," *Interdiscip. Toxicol.*, vol. 8, no. 2, pp. 55–64, Jun. 2015, doi: 10.1515/intox-2015-0009.
- [16] E. E. Golia, J. Bethanis, N. Ntinopoulos, G.-G. Kaffe, A. A. Komnou, and C. Vasilou, "Investigating the potential of heavy metal accumulation from hemp. The use of industrial hemp (*Cannabis Sativa* L.) for phytoremediation of heavily and moderated polluted soils," *Sustain. Chem.*



- Pharm.*, vol. 31, p. 100961, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.scp.2022.100961.
- [17] D. Moir *et al.*, "A Comparison of Mainstream and Sidestream Marijuana and Tobacco Cigarette Smoke Produced under Two Machine Smoking Conditions," *Chem. Res. Toxicol.*, vol. 21, no. 2, pp. 494–502, Feb. 2008, doi: 10.1021/tx700275p.
- [18] Therapeutic Goods Administration, Department of Health and Aged Care, "Conforming with Therapeutic Goods (Standard for Medicinal Cannabis) (TGO 93) Order 2017." [Online]. Available: <https://www.tga.gov.au/resources/resource/guidance/conforming-therapeutic-goods-standard-medicinal-cannabis-tgo-93-order-2017>
- [19] Z. K. Punja, D. Collyer, C. Scott, S. Lung, J. Holmes, and D. Sutton, "Pathogens and Molds Affecting Production and Quality of Cannabis sativa L.," *Front. Plant Sci.*, vol. 10, Oct. 2019, doi: 10.3389/fpls.2019.01120.
- [20] K. Mahieu, J. D. Te Biesebeek, and C. Graven, "Inventarisatie van gewasbescherming toepasbaar in de teelt van Cannabis binnen het 'Experiment met een gesloten coffeeshopketen,'" 2020. [Online]. Available: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0232.pdf>
- [21] K. D. Gwinn, M. C. K. Leung, A. B. Stephens, and Z. K. Punja, "Fungal and mycotoxin contaminants in cannabis and hemp flowers: implications for consumer health and directions for further research," *Front. Microbiol.*, vol. 14, Oct. 2023, doi: 10.3389/fmicb.2023.1278189.
- [22] V. Vujanovic, D. R. Korber, S. Vujanovic, J. Vujanovic, and S. Jabaji, "Scientific Prospects for Cannabis-Microbiome Research to Ensure Quality and Safety of Products," *Microorganisms*, vol. 8, no. 2, p. 290, Feb. 2020, doi: 10.3390/microorganisms8020290.
- [23] D. S. Sopovski *et al.*, "Investigation of microorganisms in cannabis after heating in a commercial vaporizer," *Front. Cell. Infect. Microbiol.*, vol. 12, Jan. 2023, doi: 10.3389/fcimb.2022.1051272.
- [24] L. M. Dryburgh *et al.*, "Cannabis contaminants: sources, distribution, human toxicity and pharmacologic effects," *Br. J. Clin. Pharmacol.*, vol. 84, no. 11, pp. 2468–2476, Nov. 2018, doi: 10.1111/bcp.13695.
- [25] A. Hazekamp, "Evaluating the Effects of Gamma-Irradiation for Decontamination of Medicinal Cannabis," *Front. Pharmacol.*, vol. 7, Apr. 2016, doi: 10.3389/fphar.2016.00108.
- [26] M. F. Ahmad *et al.*, "Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures," *Heliyon*, vol. 10, no. 7, p. e29128, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e29128.
- [27] A. Taylor and J. W. Birkett, "Pesticides in cannabis: A review of analytical and toxicological considerations," *Drug Test. Anal.*, vol. 12, no. 2, pp. 180–190, Feb. 2020, doi: 10.1002/dta.2747.
- [28] N. Sullivan, S. Elzinga, and J. C. Raber, "Determination of Pesticide Residues in Cannabis Smoke," *J. Toxicol.*, vol. 2013, pp. 1–6, 2013, doi: 10.1155/2013/378168.
- [29] S. Lenton, V. A. Frank, M. J. Barratt, G. R. Potter, and T. Decorte, "Growing practices and the use of potentially harmful chemical additives among a sample of small-scale cannabis growers in three countries," *Drug Alcohol Depend.*, vol. 192, pp. 250–256, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.drugalcdep.2018.07.040.
- [30] E. Cuypers, W. Vanhove, J. Gotink, A. Bonneure, P. Van Damme, and J. Tytgat, "The use of pesticides in Belgian illicit indoor cannabis plantations," *Forensic Sci. Int.*, vol. 277, pp. 59–65, Aug. 2017, doi: 10.1016/j.forsciint.2017.05.016.
- [31] B. Venhuis and S. van Der Nobelen, "Cannabis Contaminanten," 2015. [Online]. Available: [www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0205.pdf](http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2015-0205.pdf)
- [32] NVWA, "Afzonderlijke lab analyse methodieken WFSR." Accessed: Jun. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.nvwa.nl/documenten/consument/eten-drinken-roken/cannabis/publicaties/afzonderlijke-lab-analyse-methodieken-wfsr>
- [33] P. van der Pol, N. Liebrechts, R. de Graaf, D. J. Korf, W. van den Brink, and M. van Laar, "Predicting the transition from frequent cannabis use to cannabis dependence: A three-year prospective study," *Drug Alcohol Depend.*, vol. 133, no. 2, pp. 352–359, Dec. 2013, doi: 10.1016/j.drugalcdep.2013.06.009.
- [34] E. C. Agency, "Default human factor values for use in exposure assessments for biocidal products," 2013. [Online]. Available: <http://urbanext.illinois.edu/babysitting/age-toddler.html>
- [35] B. R. Rushing and M. I. Selim, "Aflatoxin B1: A review on metabolism, toxicity, occurrence in food, occupational exposure, and detoxification methods," *Food Chem. Toxicol.*, vol. 124, pp. 81–100, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.fct.2018.11.047.
- [36] L. Buchicchio, L. Asselborn, S. Schneider, A. van



- Nieuwenhuysse, G. Moris, and C. Schummer, "Investigation of aflatoxin and ochratoxin A contamination of seized cannabis and cannabis resin samples," *Mycotoxin Res.*, vol. 38, no. 1, pp. 71–78, Feb. 2022, doi: 10.1007/s12550-022-00449-z.
- [37] A. K. Brown *et al.*, "Validated quantitative cannabis profiling for Canadian regulatory compliance – Cannabinoids, aflatoxins, and terpenes," *Anal. Chim. Acta*, vol. 1088, pp. 79–88, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.aca.2019.08.042.
- [38] M. Stempfer, V. Reinstadler, A. Lang, and H. Oberacher, "Analysis of cannabis seizures by non-targeted liquid chromatography-tandem mass spectrometry," *J. Pharm. Biomed. Anal.*, vol. 205, p. 114313, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.jpba.2021.114313.
- [39] "Scientific Opinion on Lead in Food," *EFSA J.*, vol. 8, no. 4, Apr. 2010, doi: 10.2903/j.efsa.2010.1570.
- [40] P. E. Boon, M. Van der Aa, A. Dusseldorp, P. Janssen, M. J. Zeilmaker, and S. Schulpen, "Loodinname via kraanwater – Blootstellingsschatting en risicobeoordeling voor diverse risicogroepen (RIVM Briefrapport 2019-0090)," 2019. [Online]. Available: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)
- [41] N. Seltenrich, "Untested, Unsafe? Cannabis Users Show Higher Lead and Cadmium Levels," *Environ. Health Perspect.*, vol. 131, no. 9, Sep. 2023, doi: 10.1289/EHP13519.
- [42] W. Bernhard *et al.*, "Untersuchung von Cannabis auf Streckmittel, Verschnittstoffe, Pestizide, mikrobiologische und anorganische Kontaminationen," Bern, 2017. [Online]. Available: <https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/npp/forschungsberichte/forschungsberichte-cannabis/untersuchung-cannabisverunreinigung.pdf.download.pdf/Untersuchung+Cannabisverunreinigungen.pdf>
- [43] Pieter Oomen and Sander Rigter, "THC-concentraties in wiet, nederwiet en hasj in Nederlandse coffeeshops (2021-2022)," Utrecht, 2022. [Online]. Available: <https://www.trimbos.nl/wp-content/uploads/2022/11/AF1997-THC-monitor-2021-2022.pdf>
- [44] R. J. M. Niesink, S. Rigter, M. W. Koeter, and T. M. Brunt, "Potency trends of [Grieks-Delta]9-tetrahydrocannabinol, cannabidiol and cannabinol in cannabis in the Netherlands: 2005-15," *Addiction*, vol. 110, no. 12, pp. 1941–1950, 2015, doi: 10.1111/add.13082.
- [45] K. Benedict, G. R. Thompson, and B. R. Jackson, "Cannabis Use and Fungal Infections in a Commercially Insured Population, United States, 2016," *Emerg. Infect. Dis.*, vol. 26, no. 6, pp. 1308–1310, Jun. 2020, doi: 10.3201/eid2606.191570.
- [46] D. N. Taylor *et al.*, "Salmonellosis Associated with Marijuana," *N. Engl. J. Med.*, vol. 306, no. 21, pp. 1249–1253, May 1982, doi: 10.1056/NEJM198205273062101.
- [47] A. A. Kienhuis, K. Mahieu, J. Dirk, and B. Venhuis, "Residuen van gewasbeschermings- middelen in cannabis," 2018.
- [48] S. Schneider, R. Bebing, and C. Dauberschmidt, "Detection of pesticides in seized illegal cannabis plants," *Anal. Methods*, vol. 6, no. 2, pp. 515–520, 2014, doi: 10.1039/C3AY40930A.
- [49] D. V. Pinkhasova *et al.*, "Regulatory status of pesticide residues in cannabis: Implications to medical use in neurological diseases," *Curr. Res. Toxicol.*, vol. 2, pp. 140–148, 2021, doi: 10.1016/j.crtcx.2021.02.007.
- [50] G. Bellisai *et al.*, "Modification of the existing maximum residue level for azoxystrobin in hops," *EFSA J.*, vol. 21, no. 8, Aug. 2023, doi: 10.2903/j.efsa.2023.8124.
- [51] M. Anastassiadou *et al.*, "Modification of the existing maximum residue level for bifenazate in elderberries," *EFSA J.*, vol. 17, no. 11, Nov. 2019, doi: 10.2903/j.efsa.2019.5878.
- [52] "Statement on the assessment of quality of data available to EFSA to derive the health-based guidance values for carbendazim," *EFSA J.*, vol. 22, no. 5, May 2024, doi: 10.2903/j.efsa.2024.8756.
- [53] G. Bellisai *et al.*, "Modification of the existing maximum residue levels for difenoconazole in wheat and rye," *EFSA J.*, vol. 21, no. 8, Aug. 2023, doi: 10.2903/j.efsa.2023.8207.
- [54] M. Arena *et al.*, "Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance dimethoate," *EFSA J.*, vol. 16, no. 10, Oct. 2018, doi: 10.2903/j.efsa.2018.5454.
- [55] A. Brancato *et al.*, "Modification of the existing maximum residue levels for fenhexamid in various crops," *EFSA J.*, vol. 16, no. 1, Jan. 2018, doi: 10.2903/j.efsa.2018.5158.
- [56] M. Anastassiadou *et al.*, "Modification of the existing maximum residue levels for fludioxonil in certain small fruits and berries," *EFSA J.*, vol. 19, no. 3, Mar. 2021, doi: 10.2903/j.efsa.2021.6477.
- [57] H. Abdourahime *et al.*, "Review of the existing maximum residue levels for imidacloprid according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005," *EFSA J.*, vol. 17, no. 1, Jan. 2019, doi: 10.2903/j.efsa.2019.5570.

- [58] G. Bellisai *et al.*, "Modification of the existing maximum residue level for mandipropamid in radish leaves," *EFSA J.*, vol. 21, no. 12, Dec. 2023, doi: 10.2903/j.efsa.2023.8421.
- [59] M. Arena *et al.*, "Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance methiocarb," *EFSA J.*, vol. 16, no. 10, Oct. 2018, doi: 10.2903/j.efsa.2018.5429.
- [60] F. Alvarez *et al.*, "Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance S-metolachlor excluding the assessment of the endocrine disrupting properties," *EFSA J.*, vol. 21, no. 2, Feb. 2023, doi: 10.2903/j.efsa.2023.7852.
- [61] "Review of the existing maximum residue levels for methomyl according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005," *EFSA J.*, vol. 13, no. 10, p. 4277, Oct. 2015, doi: 10.2903/j.efsa.2015.4277.
- [62] "Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance myclobutanil," *EFSA J.*, vol. 8, no. 10, p. 1682, Oct. 2010, doi: 10.2903/j.efsa.2010.1682.
- [63] G. Bellisai *et al.*, "Evaluation of confirmatory data following the Article 12 MRL review for paclobutrazol," *EFSA J.*, vol. 20, no. 11, Nov. 2022, doi: 10.2903/j.efsa.2022.7651.
- [64] G. Bellisai *et al.*, "Evaluation of confirmatory data following the Article 12 MRL review and modification of the existing maximum residue levels for penconazole in various crops," *EFSA J.*, vol. 21, no. 3, Mar. 2023, doi: 10.2903/j.efsa.2023.7889.
- [65] WHO, "FAO Plant Production and Protection Paper, 167, 2001 – Pesticide residues in food – 2001. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group," 2001.
- [66] EFSA, "Statement concerning the review of the approval of the active substance pirimicarb," *EFSA J.*, vol. 21, no. 2, Feb. 2023, doi: 10.2903/j.efsa.2023.7807.
- [67] G. Bellisai *et al.*, "Modification of the existing maximum residue level for propamocarb in honey," *EFSA J.*, vol. 21, no. 11, Nov. 2023, doi: 10.2903/j.efsa.2023.8422.
- [68] A. Brancato *et al.*, "Modification of the existing maximum residue levels for tebuconazole in olives, rice, herbs and herbal infusions (dried)," *EFSA J.*, vol. 16, no. 6, Jun. 2018, doi: 10.2903/j.efsa.2018.5257.
- [69] G. Bellisai *et al.*, "Review of the existing maximum residue levels for tetraconazole according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005," *EFSA J.*, vol. 20, no. 1, Jan. 2022, doi: 10.2903/j.efsa.2022.7111.
- [70] G. Bellisai *et al.*, "Modification of the existing maximum residue level for trifloxystrobin in honey," *EFSA J.*, vol. 21, no. 8, Aug. 2023, doi: 10.2903/j.efsa.2023.8189.
- [71] "Bio-Richtlinie verhindert legalen Cannabis-Verkauf." Accessed: Jun. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.srf.ch/news/schweiz/basler-pilotprojekt-bio-richtlinie-verhindert-legalen-cannabis-verkauf>
- [72] J. Delourme, C. Delattre, P. Godard, F. Steenhouwer, and N. Just, "Conséquences respiratoires de l'inhalation d'herbe de cannabis frelatée," *Rev. Mal. Respir.*, vol. 26, no. 5, pp. 552–556, May 2009, doi: 10.1016/S0761-8425(09)74675-3.
- [73] P. E. Oomen *et al.*, "Cannabis adulterated with the synthetic cannabinoid receptor agonist MDMB-4en-PINACA and the role of European drug checking services," *Int. J. Drug Policy*, vol. 100, p. 103493, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.drugpo.2021.103493.
- [74] J. M. McPartland and K. J. McKernan, "Contaminants of Concern in Cannabis: Microbes, Heavy Metals and Pesticides," in *Cannabis sativa L. – Botany and Biotechnology*, Cham: Springer International Publishing, 2017, pp. 457–474. doi: 10.1007/978-3-319-54564-6\_22.

# Bijlage I: Brief aan coffeeshopeigenaar in het kader van de aankoop van cannabismonsters

Aan de eigenaar/beheerder

**Datum:**  
24-10-2023

**Contactpersoon:**  
Sander Rigter

**Betreft:**  
Aanschaf cannabisamples ihkv het Experiment Gesloten Coffeeshopketen

Geachte heer/mevrouw,

Zojuist zijn bij u van 2 porties cannabis gekocht in verband met een onderzoek. In opdracht van het Wetenschappelijk Onderzoek- en Documentatiecentrum van het ministerie van Justitie en Veiligheid voert het Trimbos-instituut een onderzoek uit naar mogelijke contaminanten in consumentenmonsters tijdens het Experiment Gesloten Coffeeshopketen. Voor het onderzoek kopen wij cannabismonsters in een aantal (willekeurig) geselecteerde coffeeshops in de gemeentes die meedoen aan het experiment, en doen hetzelfde in de controlegemeentes. Uw coffeeshop is hier één van. De rapportage van de resultaten zal alleen in samengevatte en anonieme vorm worden gepubliceerd. Dit betekent dat nooit te traceren zal zijn welke monsters in welke coffeeshops zijn gekocht.

De aanschaf van de samples gebeurt onder Opiumontheffing 108461 CO/w.

Mocht u verdere vragen hebben over dit onderzoek, dan kunt u hierover contact opnemen met ondergetekende. In ieder geval wil ik u alvast hartelijk danken voor uw medewerking.

Met vriendelijke groet,

Namens het Trimbos-instituut, Breuer & IntraVal, en RAND Europe,

