



Dr. Franz Dussy

Getreidebasierte Lebensmittel

Tropan- und Pyrrolizidinalkaloide

Anzahl untersuchte Proben: 39

Anzahl beanstandete Proben: 0



Ausgangslage

Tropanalkaloide (TA) sind sekundäre Pflanzenmetabolite, die in Nachtschattengewächsen wie Stechapfel, Bilsenkraut, Tollkirsche und Engelstropfpete enthalten sind. Die höchsten Konzentrationen sind in der Regel in den Wurzeln und Samen zu finden, wo sie als Schutz gegen Frassfeinde dienen. Unterschiedliche Tropanalkaloide können gleichzeitig und in allen Pflanzenteilen vorkommen. Das Tropanalkaloidprofil unterscheidet sich einerseits zwischen Pflanzenarten sowie innerhalb der einzelnen Pflanzenorgane der Spezies und wird vom Entwicklungsstadium sowie zahlreichen Umgebungsbedingungen beeinflusst.

Die wichtigsten Tropanalkaloide sind (S)-Hyoscyamin und (S)-Scopolamin. Atropin ist das racemische Gemisch der (S)- und (R)-Enantiomeren von Hyoscyamin, welches sich spontan bei der Isolierung von (S)-Hyoscyamin durch eine sogenannte Racemisierung bildet. Daher wird Atropin in der Regel als Hauptindikator für (S)-Hyoscyamin verwendet, ohne die stereoisomere Komposition zu differenzieren. Kokain – die Rauschdroge des Cocastrauches – ist ein weiterer prominenter Vertreter der Tropanalkaloide.

Atropin und Scopolamin inhibieren die Bindung des wichtigen Neurotransmitters Acetylcholin zu seinen Rezeptoren und wirken deshalb anticholinerg. Dies hat Folgen für die Herzfrequenz, die Atmung und das Zentralnervensystem. Die (R)-Enantiomeren von Hyoscyamin und Scopolamin kommen in der Natur nicht vor und wirken im Vergleich zu den natürlichen (S)-Enantiomeren weit weniger anticholinerg. Im Gegensatz zu anderen Tropanalkaloiden wirkt Kokain auf ganz andere Nervenzellen (Dopamin-, Adrenalin- und Serotonin-Rezeptoren) und ist im vorliegenden Kontext nicht von Relevanz.

Seit Jahrhunderten werden Tropanalkaloid-haltige Pflanzen in der Pflanzenheilkunde gebraucht. Die in früheren Zeiten noch unbekannt chemische Zusammensetzung verliehen den Pflanzen mystische Fähigkeiten und liessen sie als Hexenkraut gelten. Aus ihnen wurden Hexensalben hergestellt. Die psychoaktiven Substanzen können über die Haut aufgenommen werden und ihre Wirkung entfalten. Tollkirschen-Arten wurden schon im Altertum und Mittelalter auf vielfältige Weise als Rausch-, Liebes- und Zauberdroge genutzt. Noch im 17. Jahrhundert wurden Extrakte von Bilsenkrautsamen von Brauereien verwendet, um Biere berauschender zu machen.

TA erweitern die Bronchien. Deshalb wurden Stechapfelblätter noch bis weit ins 20. Jahrhundert hinein als Räuchermittel bei Asthma verwendet. Auch als Mord- und Selbstmordgifte wurden Tollkirschenbeeren sowie Bilsenkraut- und Stechapfelsamen eingesetzt. In gewissen Teilen dieser Pflanzen wurden bis zu 0.9% (9 mg/g) Gesamtgehalt an Hyoscyamin und Scopolamin nachgewiesen. Die Vergiftungssymptome dieser Stoffe umfassen Trockenheit von Schleimhäuten (verminderter Speichelfluss, Mundtrockenheit), Hautrötung, Unruhe, Pupillenerweiterung, in höheren Mengen Benommenheit, Sehstörungen, Desorientierung und Halluzinationen, Herzrhythmusstörungen sowie komatöse Zustände und Bewusstlosigkeit. Nach starken Intoxikationen kann der Tod durch Atemlähmung eintreten. Die Symptome treten in der Regel zwischen 5 bis 30 Minuten nach der Einnahme auf. Für Erwachsene können 10-20 Tollkirschenbeeren bzw. Stechapfel- oder Bilsenkrautsamen ohne Behandlung bereits zum Tod führen. Heute werden die reinen Wirkstoffe Atropin, Hyoscyamin und Scopolamin in vielen Bereichen der modernen Medizin eingesetzt.

Auch Pyrrolizidinalkaloide (PA) sind sekundäre Pflanzenmetabolite, die vor allem in den Pflanzengattungen der Raublattgewächse (Boraginaceae), Korbblütler (Asteraceae) und Hülsenfrüchtler (Fabaceae) weit verbreitet sind. 1,2-ungesättigten PA sind wegen ihres gesundheitsgefährdenden Potenzials in Lebensmitteln unerwünscht. Sie können die Leber schädigen (venookklusive Schädigung) und zu schweren Vergiftungen führen. In der Schweiz und in Europa sind bei den derzeit gemessenen PA-Gehalten in Lebensmitteln kaum akute Vergiftungsfälle beim Menschen zu erwarten. In Asien kam es in den letzten Jahrzehnten hingegen zu schweren Vergiftungen durch Getreide, das mit PA-haltigen Pflanzen verunreinigt war. Im Vordergrund der Risikobewertung der 1,2-ungesättigten PA stehen allerdings nicht diese Vergiftungsfälle bei hohen Dosierungen, sondern das krebserzeugende Potential. Gewisse 1,2-ungesättigte PA führten in Studien mit Labortieren zur Entwicklung von Krebs und zu Erbgutveränderungen.

Durch das versehentliche Miternten von TA- oder PA-bildenden Pflanzenteilen und Samen können diese Alkaloide in die Nahrung, beispielsweise in diverse Getreidesorten, gelangen. Diverse Studien belegen, dass diese Alkaloide bildenden Pflanzen die toxischen Substanzen an die Erde abgeben können, welche dann von der Getreide-Pflanze über die Wurzel aufgenommen werden. Weitere Anbauexperimente haben gezeigt, dass auch andere Kulturpflanzen diese Alkaloide über ihr Wurzelwerk aus dem Boden aufnehmen und in der ganzen Pflanze verteilen können. Diese horizontale Übertragung in die Nutzpflanze auf der Anbaufläche bewirkt schon lange vor der Ernte eine Verunreinigung der Kulturen, und ist, wie die Kontamination durch mitgeerntete Alkaloide-bildende Unkrautbestandteile, nur durch eine gezielte und optimierte Anbaupraxis zu bekämpfen.

Untersuchungsziele

Diese Kampagne diente dazu, eine aktuelle Marktübersicht über Tropan- und Pyrrolizidinalkaloide in verschiedenen getreidebasierten Lebensmitteln zu gewinnen. Ein Fokus lag dabei auf Getreidebeikost, die speziell für Kinder und Kleinkinder angepriesen wird. Ein weiterer Fokus wurde auf alternative Getreideprodukte zu herkömmlichem Weizen mit hohem Anteil an Hirse, Buchweizen, Mais oder Dinkel gelegt, wobei die erstgenannten ein bekanntlich höheres Risiko für TA aufweisen.

Das Kantonale Laboratorium ging folgenden Fragestellungen nach:

- In welchen Konzentrationen enthalten die untersuchten Lebensmittelproben TA?
- Sind in diesen getreidebasierten Lebensmittelproben auch PA nachweisbar?
- Entsprechen die Deklarationen auf den Verpackungen den gesetzlichen Vorgaben?

Gesetzliche Grundlagen

Gemäss der Kontaminantenverordnung VHK (Anhang 8) gilt für Getreidebeikost und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder, die Hirse, Sorghum, Buchweizen oder daraus gewonnene Erzeugnisse enthalten ein Grenzwert von jeweils 1 µg/kg für Atropin und Scopolamin. Bei anderen Lebensmitteln sind in der Schweiz weder für TA noch für PA Höchstwerte festgelegt. Das Lebensmittelgesetz bestimmt aber, dass Nahrungsmittel bei ihrem üblichen Gebrauch die Gesundheit nicht gefährden dürfen (Art. 7, Abs. 1).

Mit der Verordnung (EU) 2021/1408 vom 27. August 2021 wurden auf EU-Ebene unter Abschnitt 8.2 neue Höchstwerte für Tropanalkaloide eingeführt. Ab dem 01. September 2022 gelten dann für Hirse und Mais ein Höchstwert von 5.0 µg/kg bzw. für Buchweizen ein Höchstwert von 10 µg/kg betreffend den Gesamtgehalt als Summe von Atropin und Scopolamin.

Ende 2020 wurden auf EU-Ebene Höchstgehalte für Pyrrolizidinalkaloide eingeführt. Durch Verordnung (EU) 2020/2040 der Kommission vom 11. Dezember 2020 werden PA-Höchstgehalte in verschiedenen Tees, Gewürzen und Nahrungsergänzungsmitteln eingeführt. Für getreidebasierte Lebensmittel sind keine Höchstwerte vorgesehen, obwohl immer wieder über PA in Getreiden berichtet wird.

Gemäss einer Information aus dem Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) sind

Aufnahmen der Höchstgehalte in die Kontaminantenverordnung VHK für Tropanalkaloide gemäss Verordnung (EU) 2021/1408 und für Pyrrolizidinalkaloide gemäss Verordnung (EU) 2020/2040 für das Jahr 2023 vorgesehen.

Probenbeschreibung

Bei vier Detailhändlern mit einem breiten Sortiment verschiedener getreidebasierter Lebensmittel wurden insgesamt 39 Proben erhoben.

Produktionsland	Anzahl Proben
Deutschland	17
Schweiz	4
Österreich	5
Italien	2
Spanien	1
Bolivien	1
Polen	2
Frankreich	6
Tschechien	2
Total	40*

* Bei einer Maisprobe wurde als Herkunftsland Tschechien und Österreich angegeben.

Warenart	Anzahl Proben
Getreidebeikost und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder	14
Milchersatzgetränk	2
Mehl	7
ganze/gebrochene Körner	6
Total	39

Getreide-Art	Anzahl Proben
Hirse	15
Buchweizen	8
Mais	8
Dinkel	7
Quinoa	2
weitere	7
Total	47*

* Einzelne Produkte enthalten mehrere (zwei bis vier) Getreidesorten.

Prüfverfahren

Die Tropanalkaloide werden mit einer Mischung aus Ameisensäure in Methanol und Wasser, die Pyrrolizidinalkaloide mit einer Lösung aus Ameisensäure in Wasser aus der homogenisierten Matrix extrahiert und unlösliche Anteile abzentrifugiert. Der Überstand wird anschliessend verdünnt, filtriert und mittels LC-MS/MS analysiert. Für die Quantifizierung der TA können deuterierte Interne Standards verwendet werden, die käuflich erhältlich sind. Die Quantifizierung der PA erfolgt ohne isotopmarkierte interne Standards unter Anwendung des Standardadditionsverfahrens.

Ergebnisse und Massnahmen

In einer Hirseprobe aus Österreich wurden Atropin (4,94 µg/kg) und Scopolamin (3,08 µg/kg) nachgewiesen. Nach der für das Jahr 2023 geplanten Anpassung der Kontaminantenverordnung läge die Summe dieser Konzentrationen auch unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten von 21% bzw. 22% zwar nur knapp, aber doch über dem zukünftigen Höchstwert. Aktuell wurde der Importeur auf die Problematik und seine Pflicht zur Selbstkontrolle aufmerksam gemacht.

Insgesamt wurden in vier Hirseprodukten und in einem Buchweizenprodukt Atropin (0,50 – 4,94 µg/kg) nachgewiesen. In drei dieser fünf Produkte liess sich zusätzlich auch Scopolamin (0,90 – 3,08 µg/kg) feststellen. In den anderen beiden Produkten lag die Scopolamin-Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,31 µg/kg.

Erfreulicherweise wurden in allen 14 Getreidebeikostprodukten für Säuglinge und Kleinkinder keine TA nachgewiesen. Pyrrolizidinalkaloide wurden in keiner der 39 erhobenen Proben festgestellt.

Bei den Deklarationen der Getreideprodukte wurde nur eine geringfügige Nonkonformität festgestellt, indem bei der Darstellung der Nährwertdeklaration die in der Verordnung des EDI betreffend die Information über Lebensmittel (LIV) vorgegebene Reihenfolge nicht eingehalten wurde. Der betroffene Produzent wurde darauf aufmerksam gemacht.

Schlussfolgerungen

Wie die Resultate dieser Kampagne zeigen, sind speziell Getreideprodukte basierend auf Hirse und Buchweizen mit Tropanalkaloiden kontaminiert. In einer Probe war sogar der geplante Höchstwert überschritten. In der Gruppe der Getreidebeikost wurden keine TA oder PA festgestellt, wohl auch deshalb, weil für diese Produktgruppe bereits Höchstwerte in Kraft sind und die Produzenten diese Produkte speziell kontrollieren.