



Autorin: Dr. Marianne Erbs

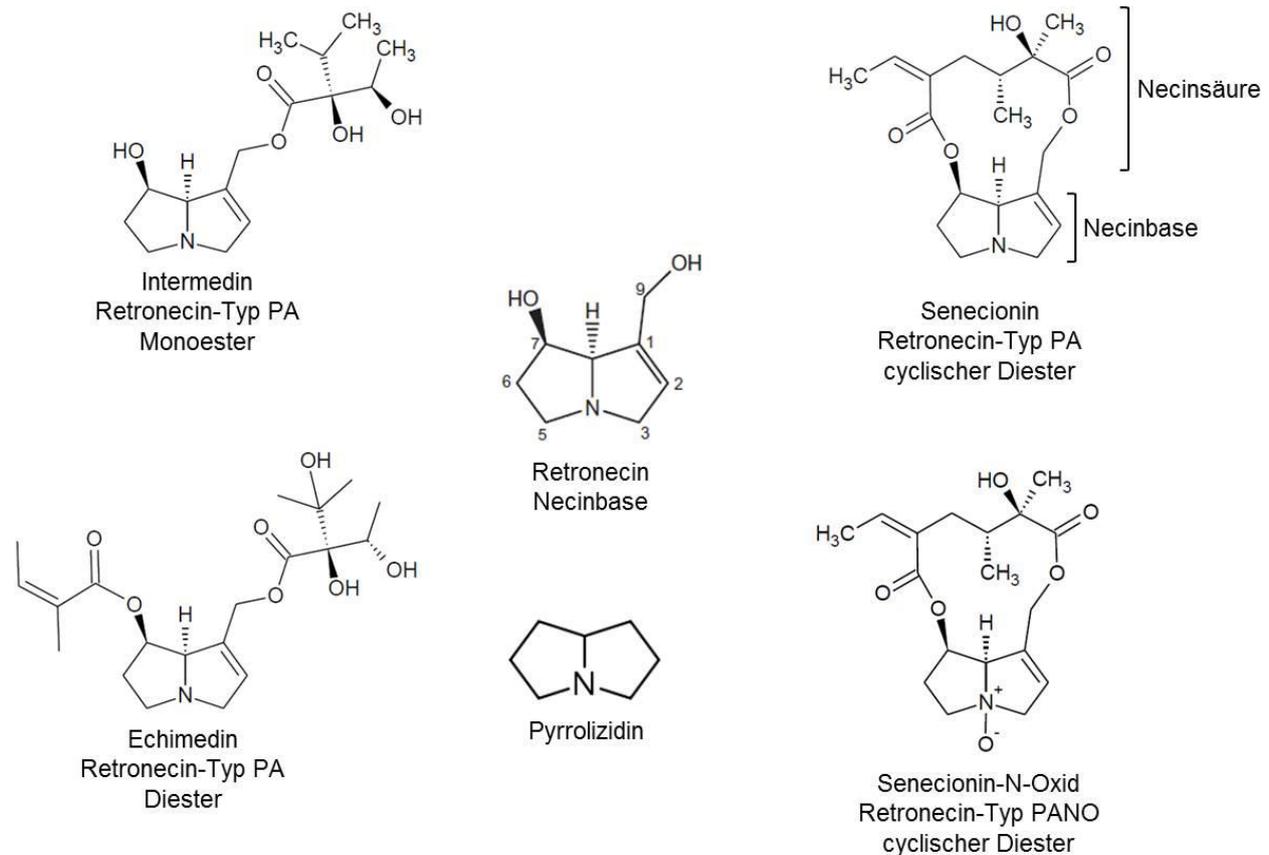
Untersuchungen von Lebensmitteln auf Pyrrolizidinalkaloide

Anzahl untersuchte Proben: 50

Anzahl beanstandete Proben: 0

Ausgangslage

Pyrrolizidinalkaloide (PA) sind sekundäre Pflanzenmetabolite, die vor allem in den Pflanzengattungen der Raublattgewächse (Boraginaceae), Korbblütler (Asteraceae) und Hülsenfrüchtler (Fabaceae) weit verbreitet sind. Sie werden in den Wurzeln gebildet und mit dem Flüssigkeitsstrom über die Pflanze verteilt. Die Konzentrationen sind in der Regel am höchsten in den Wurzeln und Blüten, wo sie vermutlich als Schutz gegen Frassfeinde dienen. Unterschiedliche PA können gleichzeitig und in allen Pflanzenteilen vorkommen. Das PA-Profil unterscheidet sich zwischen Pflanzenarten sowie innerhalb der einzelnen Pflanzenorgane der Spezies und wird vom Entwicklungsstadium sowie zahlreichen Umgebungsbedingungen beeinflusst.



Strukturformeln wichtiger Retronecin-Typ PA.

PA sind Esteralkaloide, die das bicyclische Fünfringsystem Pyrrolizidin gemeinsam haben. Chemisch bestehen die PA aus unterschiedlichen Aminoalkohol-Grundkörpern (sogenannten Necinen oder Necinbasen), die mit verzweigten Polyhydroxycarbonsäuren (Necinsäuren) verestert werden. Durch die Vielzahl an Kombinationen von Necinbasen und Necinsäuren sowie vorhandene Stereozentren entsteht eine enorme Strukturvielfalt. Darüber hinaus führen fast alle Pyrrolizidinalkaloide eine Koexistenz zweier Formen in der Pflanze: als freie ungesättigte tertiäre Amin (reduzierte Form; PA) und als N-Oxid (oxidierte Form; PANO). Die gut wasserlöslichen PANO dienen wahrscheinlich als Ablagerungs- und Transportformen der Alkaloide innerhalb der Pflanze. Über 600 verschiedene PA und PANO wurden bisher in mehr als 350 Pflanzenarten weltweit nachgewiesen. Angesichts chemotaxonomischer Schätzungen zur Verbreitung der PA im Pflanzenreich wird aber insgesamt mit dem Vorkommen von PA in über 6000 Pflanzenspezies gerechnet. Dies entspricht ca. 3% aller global bekannten Blütenpflanzen. Die meisten natürlich vorkommenden PA leiten sich von 7,9-Necindiolen (z.B. Retronecin) ab, die mit verschiedenen Mono- oder Dicarbonsäuren ein- oder zweifach verestert sind. Die Diester können offenkettig sein oder ein makrocyclisches Ringsystem bilden.

Bestimmte Vertreter der Alkaloide weisen eine ausgeprägte Lebertoxizität sowie krebserzeugende und erbgutverändernde Wirkungen auf, die gewissen Strukturmerkmalen zugeordnet werden können. Das Vorhandensein einer 1,2-Doppelbindung und einer 1-Hydroxymethylgruppe sowie deren Veresterung mit einer verzweigten C5-Necinsäure sind hierbei kennzeichnend. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass sich die Wirkungen von Estern der C1-Hydroxymethylgruppe (Monoester) verstärken, wenn eine zweite OH-Gruppe in Position C7 des Necins vorliegt. Eine weitere Wirkungssteigerung wird angenommen, wenn diese OH-Gruppe ebenfalls verestert ist (Diester). Die stärksten toxischen und kanzerogenen Wirkungen werden cyclischen Diestern zugeschrieben.

PA/PANO sind protoxische Verbindungen, die erst im Körper zu Schadstoffen verstoffwechselt werden. PANO wird bei oraler Applikation prinzipiell eine vergleichbare Toxizität wie der reduzierten Form der Alkaloide zugeschrieben, zu der sie durch Reduktasen im Darm metabolisiert werden. Nach oraler Aufnahme werden die Alkaloide aus dem Magen-Darm-Trakt gut resorbiert und im Körper rasch verteilt. Es gibt drei Hauptwege für die metabolische Aktivierung von PA, die entweder zur Entgiftung oder zur Bildung von hochreaktiven Pyrrolspezies führen. Die Entgiftungsreaktionen umfassen eine Esterspaltung der PA zu Necindiolen und Necinsäuren oder eine N-Oxidation zu ihren korrespondierenden PANO. Die bei der Hydrolyse freigesetzten Necine können in Necin-N-Oxide überführt werden und die Necinsäuren werden als toxikologisch nicht relevant eingestuft. Necinbasen, Necin-N-Oxide und PANO sind alle untoxisch und werden mit dem Harn ausgeschieden. Die Hauptmenge der resorbierten PA gelangt aber in die Leber und wird dort zu stark giftigen Pyrrolderivaten oxidiert. Diese hochreaktiven alkylierenden Agenzien bilden Protein- und DNA-Addukte, die zu irreversiblen Schäden der Leberzellen führen können. Da die Substanzen sich in der Leber ansammeln, kann auch die wiederholte Aufnahme von kleinen Mengen zu einer Vergiftung führen. Die Leber ist somit das primäre Zielorgan für akute und chronische toxische Effekte. Durch die systemische Ausbreitung reaktiver Metaboliten können insbesondere Lungenläsionen ebenfalls auftreten.

Die Vergiftungserscheinungen dieser Stoffe werden meistens erst einige Tage nach der Aufnahme wahrgenommen, was die Suche nach der Ursache der Symptome erheblich erschwert. Akute bzw. subakute Toxizitätszeichen sind beim Menschen anfänglich zunehmende Schmerzen im Oberbauch, die innert weniger Tagen von rasch ansetzender Bauchwassersucht, Minderfunktion der Nieren sowie Wasseransammlungen in den Füßen gefolgt werden. Als Begleitsymptome können Übelkeit und Erbrechen, seltener Gelbsucht und Fieber auftreten. In der Regel ist nach wenigen Wochen eine Lebervergrösserung und -verhärtung feststellbar, welche häufig mit einer massiven Flüssigkeitsansammlung zwischen Lunge und Brustwand einhergeht. Die akute Intoxikation weist eine hohe Mortalität auf, wobei der Tod innerhalb von zwei Wochen bis zu mehr als zwei Jahren nach der Exposition eintreten kann. Nur wenige der bislang >600 identifizierten PA und ihre N-Oxide sind im Hinblick auf genotoxisch-kanzerogene Wirkungen gut untersucht. Es

wird aber davon ausgegangen, dass zumindest die Hälfte der bekannten PA genotoxisch wirken. Tierversuche haben gezeigt, dass eine langfristige Exposition von relativ kleinen Mengen bestimmter PA krebserregend sein kann. Ein entsprechendes Risiko wird für den Menschen in Betracht gezogen.

In der Schweiz heimische PA-bildende Pflanzen sind beispielsweise Vertreter der Gattung Greiskraut (häufig auch Kreuzkraut genannt; Jakobskreuzkraut, Gemeines Greiskraut, Alpen-Greiskraut; *Senecio spp.*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Wasserdost (*Eupatorium spp.*) und Pestwurz (*Petasites spp.*) aus der Familie der Korbblütler sowie Natternkopf (*Echium spp.*), Borretsch (Gurkenkraut; *Borago spp.*), Beinwell (Wallwurz; *Symphytum spp.*), Hundszunge (*Cynoglossum spp.*) und Steinsamen (*Lithospermum spp.*) aus der Familie der Raublattgewächse. Einige dieser alten heimischen Wildpflanzen werden heute noch als Heil- und Küchenkräuter verwendet. Jakobskreuzkraut ist eine bedeutsame Futterpflanze und Pollenspender für eine Vielzahl von Insekten. Angepasste Schmetterlinge, Heuschrecken, Käfer und Blattläuse sind in der Lage PA aufzunehmen und in speziellen Drüsen als Schutz vor Fressfeinden zu speichern. Die in Europa weit verbreitete Natternkopfpflanze ist für Bienen eine wichtige Nahrungsquelle und in der Honiggewinnung von grosser Bedeutung. Die Bezeichnungen der einzelnen Alkaloide leiten sich in der Regel von den botanischen Artnamen der Pflanzen ab, in denen sie zuerst nachgewiesen wurden, so z.B. Seneciphyllin, Senecionin und Jacobin im Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea*) oder Echimidin und Echivulgarin im Gewöhnlichen Natternkopf (*Echium vulgare*).



Borretsch



Wasserdost



Natternkopf



Greiskraut

Vertreter der in der Schweiz heimischen PA-bildenden Wildpflanzen.

In der Weidetierhaltung sind Vergiftungen durch PA-haltige Pflanzen bereits seit mehr als 100 Jahren weltweit bekannt und mit erheblichen Tierverlusten verbunden. Auslöser ist meist der Verzehr der weit über tausend fast global verbreiteten *Senecio*-Arten. Rinder und Pferde reagieren empfindlicher als Schafe und Ziegen. Entsprechende Intoxikationen werden z.B. als Seneziose oder „Schweinsberger Krankheit“ (Deutschland), „Walking disease“ (Nordamerika), „Dunziekte“ (Südafrika), „Winton disease“ (Neuseeland) oder „Zdärer Pferdeseuche“ (Tschechien) bezeichnet. Frische PA-haltige Pflanzen schmecken ab einem gewissen Entwicklungsstadium so bitter, dass sie von erfahrenen Weidetieren in der Regel gemieden werden sofern alternative Futterquellen ausreichend vorhanden sind. Als Beimischung in Futtermitteln wie Heu, Silage oder gepressten Trockenpellets gehen die Bitterstoffe im Gegensatz zu den PA allerdings verloren und die Tiere nehmen die giftigen Pflanzenteile unbemerkt auf. Kreuzkräuter sind Teil der Primärvegetation in gestörten Umgebungen und haben sich in grossen Teilen Mitteleuropas im Verlauf der vergangenen 20 Jahre an Böschungen, Strassenbegleitgrün, Stilllegungsflächen, Extensivierungsflächen und besonders auf Pferdeweiden sehr stark ausgebreitet. Eine einzige Pflanze kann über 100'000 flugfähige Samen bilden, die im Boden bis zu 25 Jahre keimfähig bleiben können. Neben den einjährigen Arten gibt es auch mehrjährige Arten mit Speicherwurzeln, die als Pflanze überwintern. Über PA-Vergiftungen von eingestellten Nutztierarten wie Schweine und Geflügel wurde ebenfalls detailliert berichtet. In Südastralien sind beispielsweise 4000 Schweine innerhalb von 3 Monaten gestorben, weil der Weizen in ihrer Ration mit Sonnenwende (*Heliotropium europaeum*) kontaminiert war. Eine ähnliche Getreideverunreinigung mit Sonnenwendesamen in einem kommerziellen Geflügelfutter führte zur Vergiftung von Hühnern und Enten.

Beim Menschen sind epidemische Lebererkrankungen mit Todesfällen massiven Ausmasses nach Verzehr von kontaminierten Getreideprodukten, Tees und Salaten seit Jahrzehnten immer wieder beschrieben worden. Bekannt wurden ernsthafte Ausbrüche in Pakistan, Indien, Afghanistan und Tadschikistan, die auf mit Samen von Sonnenwenden (*Heliotropium spp.*) oder *Crotalaria*-Arten kontaminiertes Getreide (vor allem Weizen) zurückzuführen waren. In Äthiopien sind seit 2001 mehr als 300 Menschen an einer PA-Vergiftung verstorben, zumeist Kinder. Die Todesfälle wurden durch das dort anzutreffende invasive Ackerunkraut Leberbalsam (*Ageratum conyzoides*) verursacht, welches u.a. in Brot und Bier gelangt war. Der Übergang toxischer PA in Milch wurde bei einem massiven Vergiftungsfall von Kleinkindern in Ägypten nachgewiesen. Die Kinder wurden mit der Milch von Ziegen gefüttert, deren Weiden intensiv mit dem Desfontanei-Kreuzkraut (*Senecio desfontanei*) kontaminiert waren. Weitere Fälle an endemischen Vergiftungen durch sogenannte Buschtees, die *Crotalaria*-, *Heliotropium*- oder *Senecio*-Pflanzenteile enthielten, sind beispielsweise aus Südafrika und der Karibik berichtet worden. Aber auch in Industriestaaten sind Menschen erkrankt nachdem sie pflanzliche Heilmittel vor allem Beinwell-, Huflattich-, Sonnenwende- oder *Senecio*-haltigen Teedrogen eingenommen hatten. In vielen Fällen konnten Verunreinigungen oder gar Verfälschungen als Ursache aufgespürt werden aber nicht immer landen PA versehentlich in solchen Kräuterpräparaten. Seit Jahrhunderten werden PA-bildende Pflanzen in der Volksheilkunde angewendet. Insbesondere Beinwellwurzel-, Huflattichblätter-, Wasserdostkraut- und Pestwurzblätter-basierte Nahrungsergänzungsmittel sind noch heute in allerlei Darreichungsformen erhältlich. Im Arzneipflanzenanbau hat die Züchtung von Alkaloidfreien Arten die genannte Problematik neuerdings teilweise entschärfen können.

In Deutschland sind Kreuzkrautfunde als Verunreinigungen in abgepackten Rucolasalat und Salatmischungen aus Radicchio-, Frisee- und Feldsalat in den letzten Jahren mehrmals in die Schlagzeilen geraten, obwohl bei keiner diesen eher seltenen Einzelfällen Intoxikationen aufgetreten sind. Vor allem junge, weniger stark gezahnte Kreuzkrautblätter können den typischen gelappten Rucolablättern zum Verwechseln ähnlich sehen. PA können allerdings auch direkt durch beabsichtigte Verwendung auf dem Teller landen. Borretsch ist aufgrund seines frischen, gurkenähnlichen Geschmacks das am meisten verwendete PA-haltige Küchenkraut und kann bis zu 150 µg/kg PA enthalten (Trockengehalt). Die Blätter des Borretschs werden in Salaten gegessen oder in Suppen gekocht, auch eine Zubereitung als Gemüse ähnlich dem Spinat ist möglich. Borretsch ist z.B. Bestandteil der „Grünen Sosse“, eine beliebte hessische Spezialität. Diese kalte

Kräutersosse besteht aus sieben verschiedenen Kräutern und wird traditionell mit Kartoffeln und hart gekochten Eiern serviert.

Seit man vor ungefähr zehn Jahren erhöhte Gehalte an PA in unverarbeiteten Honigen gefunden hat, ist bekannt, dass Bienen die Giftstoffe aus dem Nektar der Pflanze in den Honig transportieren können. Umfangreiche Untersuchungen haben die Alkaloide in Handelshonigen ebenso nachgewiesen, wobei sie im Vergleich zu den Rohhonigen deutlich geringer belastet sind. PA-Gehalte und -Profile können erheblich voneinander abweichen und scheinen von der Herkunft des jeweiligen Honigs stark abzuhängen. In Europa enthielten über die Hälfte aller bislang untersuchten Honigproben PA und Gesamtkonzentrationen von bis zu 250 µg/kg wurden bestimmt.

Zusammengefasst weisen die oben erwähnten Fallbeispiele auf die verschiedene Eintragspfade dieser Pflanzentoxine in die menschliche Nahrungskette hin. PA können durch das versehentliche Miternten von PA-bildenden Pflanzenteilen und Samen in die Nahrung beispielsweise in Getreide, Tees, Gewürze, Blattgemüse oder Salat gelangen. Auch tierische Lebensmittel wie Honig, seltener auch Milch oder Eier können PA enthalten, wenn über das Futter PA-haltige Pflanzen aufgenommen oder milch- und plazentagängige PA vom Mutter- zum Jungtier übertragen werden. Neben diesen exogenen Agrarkontaminanten, ist die absichtliche Verwendung von PA-produzierenden Pflanzen in der Küche und traditionellen Medizin auch von Bedeutung. Abschliessend soll noch eine neuentdeckte bisher unberücksichtigte Übertragungsquelle der Alkaloide erwähnt werden. Untersuchungen von unzähligen Kräutertees insbesondere Rooibos-Tee haben kaum PA-freie Proben aufweisen können. Der koffeinfreie Rooibostee wird aus den nadelartigen Blättern des Strauches hergestellt und ist in den letzten Jahren in Europa immer populärer geworden. Der ausschliesslich im Südafrika angebaute Rooibos-Strauch (*Aspalathus linearis*) gehört zur Gattung der Crotalaria zu denen zahlreiche PA-bildende Arten zugeordnet werden. Eine endogene Biosynthese der PA wurde demzufolge vermutet, aber konnte durch Analysen einer grossen Anzahl von sorgfältig ausgewählten Rooibospflanzen aus unkrautfreien Rooibosplantagen ausgeschlossen werden. Feldstudien konnten in der Folge einen durchgehenden und stellenweise starken Befall mit dem Ackerunkraut *Senecio angustifolius* im gesamten Anbaubereich aufweisen. Das Vorhandensein von PA in Blättern und Zweigen von Rooibospflanzen, welche nachweislich keinen direkten Kontakt mit diesem weit verbreitetem Unkraut hatten, regte Untersuchungen der an den Wurzeln der *Senecio*-Pflanzen gesammelten Bodenproben an. Die Ergebnisse brachten relativ hohe Mengen an Senecionin und Senecionin-N-Oxid hervor. Diese Studien belegen, dass die Alkaloide von PA-bildenden wachsenden Pflanzen an die Erde abgegeben werden können. Weitere Anbauexperimente haben gezeigt, dass nicht-PA-bildende Kulturpflanzen (Pfefferminze, Kamille, Petersilie, Melisse) PA über ihr Wurzelwerk aus dem Boden aufnehmen und in der ganzen Empfängerpflanze verlagern können. Diese Topfkulturen wurden mit leblosem getrocknetem vermahlenem Pflanzenmaterial vom Jakobkreuzkraut gemulcht. Die Resultate weisen darauf hin, dass PA sich auch nach der Zersetzung von PA-haltigem Pflanzenmaterial im Boden befinden und dort über längere Zeit beständig sein können. Die horizontale Übertragung von PA in die Nutzpflanze auf der Anbaufläche bewirkt eine Verunreinigung der Kulturen schon lange vor der Ernte, und ist, wie die Kontamination durch mitgeerntete PA-bildende Unkrautbestandteile, nur durch eine gezielte und optimierte Anbaupraxis zu bekämpfen.

Untersuchungsziele

Mit dieser Kampagne wollten wir eine erste Marktübersicht über Pyrrolizidinalkaloide in verschiedenen Lebensmitteln erhalten. Der risikobasierte Fokus verteilte sich dabei auf drei Lebensmittelkategorien, die auf unterschiedlicher Weise mit diesen Pflanzentoxinen belastet werden können: Honige und honighaltige Produkte (Eintrag durch Bienen), rucolaenthaltende Fertigsalate (Verwechslung mit Kreuzkraut) sowie Rooibosteets (exogene Kontamination durch Miternten oder laterale Übertragung).

Gesetzliche Grundlagen

Pyrrrolizidinalkaloide sind in Lebensmitteln noch nicht spezifisch geregelt in der Schweiz. Das Lebensmittelgesetz (Art. 7, Abs. 1) bestimmt, dass Nahrungsmittel bei ihrem üblichen Gebrauch die Gesundheit nicht gefährden dürfen. Verschiedene internationale Behörden darunter die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) und das Deutsche Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) befassen sich seit gut zehn Jahren mit der Problematik und publizieren regelmässig Stellungnahmen und Bewertungen zu dem Vorkommen von PA in Lebens- und Futtermitteln und den gesundheitlichen Risiken für die Verbraucher. Da PA sowohl lebertoxisch als auch genotoxisch und krebserregend angesehen werden, kam die EFSA zum Schluss, dass keine tolerierbare tägliche Aufnahme (TDI) für 1,2-ungesättigte PAs festgelegt werden kann. Für die Bewertung möglicher gesundheitlicher Risiken legte die EFSA deshalb den MOE-Ansatz (Margin of Exposure) zugrunde, der international zur Abschätzung des potenziellen Risikos von genotoxisch und kanzerogen wirkenden Substanzen angewendet wird. Der MOE ergibt sich aus der menschlichen Exposition als ein Mass für den Umfang des Kontakts mit einem Stoff im Verhältnis zu der im Tierversuch festgestellten oder berechneten Effektdosis für eine gegebene Tumorzinzidenz. Es wurde dabei angenommen, dass für genotoxische Kanzerogene ein MOE-Wert von 10'000 oder höher gesundheitlich wenig bedenklich ist. Im Juni 2017 hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) eine detaillierte Risikobewertung von PA in Lebensmitteln veröffentlicht und neu eine maximale Tageszufuhr von 0,024 µg 1,2-ungesättigten PA/kg Körpergewicht empfohlen. Auf Basis dieser Bewertung sollen auf europäischer Ebene Höchstgehalte für PA in Lebensmitteln festgelegt werden. Nimmt man den Wert 0,024 µg/kg Körpergewicht/Tag als massgebend, darf eine 70 kg schwere Person max. 1.7 µg PA/Tag einnehmen. Dies entspricht beispielsweise max. 3 Tassen pro Tag von einem mit 280 µg PA/kg belasteten Tee, wenn man eine typische Menge von 2 g Teedroge pro Tasse ansetzt. Noch kleiner fällt die entsprechende PA-Menge bei Kindern oder Kleinkindern aus.

Seit Februar 2017 schreibt das Schweizerische Arzneimittelinstitut Swissmedic einen Grenzwert von max. 1 µg PA/Tag für intern/oral anwendbare pflanzliche Heilmittel vor. Die Anwendung darf 6 Wochen pro Jahr nicht überschreiten. Ist die Einnahmedauer länger, reduziert sich der Grenzwert auf max. 0,1 µg PA/Tag. Zusätzlich muss der Hinweis „Nicht anzuwenden in der Schwangerschaft und Stillzeit“ angebracht werden. Für den externen Gebrauch beträgt der Grenzwert max. 100 µg PA/Tag.

Probenbeschreibung

In acht Basler Supermärkten und einem Quartiersladen wurden 50 Lebensmittel erhoben. Dabei handelte es sich um rucolahaltiges Blattgemüse (Fertigsalate und –salatmischungen), honigenthaltende Dauerbackwaren (Getreideriegel, Crackers, Waffeln und Lebkuchen), Müllereiprodukte (Müsli) und Schleckwaren (Bonbons), Rooibosteers sowie kristalline oder dickflüssige Honige.

Herkunft	Anzahl Proben	Produktkategorie	Anzahl Proben
England	1	Müllereiprodukte	1
Österreich	1	Schleckwaren	1
Griechenland	2	Dauerbackwaren	11
Holland	2	Honig	12
Türkei	2	Rooibosteers	12
Deutschland	16	Blattgemüse	13
Schweiz	26		
Total	50		50

Prüfverfahren

Wir haben eine neue Methode implementiert um diverse Pyrrolizidinalkaloide in pflanzenbasierten Lebensmitteln quantitativ zu bestimmen. Die komplexe Zusammensetzung und hohe Verarbeitungsgrad von vielen Produktkategorien erschwert die optische Identifikation von Fremdpflanzenanteilen. In solchen Fällen kann eine toxikologisch relevante PA-Kontamination nur anhand einer direkten chemischen Bestimmung der vorliegenden PA und PANO überprüft werden. Zurzeit sind mehr als 50 hochreine Referenzsubstanzen dieser vielfältigen Pflanzentoxine handelsüblich, wobei die Anzahl stetig zunimmt. Angesichts der grossen Unterschiede im PA-Muster von Pflanzenmaterialien, haben wir entschieden unsere analytische Untersuchungen auf 11 ausgewählte Alkaloide, die als wichtige lebertoxische Verbindungen identifiziert wurden und als Vertreter für bedeutende PA-bildende Pflanzenfamilien gelten, auszurichten. Nach bisherigem Kenntnisstand sind diese Leitsubstanzen am häufigsten in den relevanten Pflanzen bzw. mit der höchsten Konzentration in Lebensmitteln nachgewiesen worden. Die Analyten werden mit einem sauren Methanol-Wasser-Gemisch aus der Matrix extrahiert und unlösliche Anteile abzentrifugiert. Der Überstand wird anschliessend verdünnt, filtriert und mittels Kopplung von Flüssigchromatographie und Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS) analysiert. Die Methode ermöglicht den Nachweis von PA bis in den Spurenbereich von $\mu\text{g}/\text{kg}$ bzw. $\mu\text{g}/\text{L}$ in Matrix.

Ergebnisse und Massnahmen

Alle untersuchten Blattgemüsen sowie honighaltigen Dauerbackwaren, Müllereiprodukte und Schleckwaren waren PA-frei.

Drei von zwölf analysierten Honigen (25%) waren jeweils mit $7,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ Echimidin, $4,0 \mu\text{g}/\text{kg}$ Lycopsamin und $16 \mu\text{g}/\text{kg}$ Intermedin einzeln belastet (Durchschnitt $9,2 \mu\text{g}/\text{kg}$). Da die Schweizer Honigproduktion nur etwa ein Drittel des heimischen Bedarfs decken kann, sind die im Einzelhandel erhältlichen Honige meistens Mischungen aus verschiedenen Importhonigen. Mit der typisch einfachen Kennzeichnung solcher Honige ist es nicht möglich genaue Herkunftsangaben zu den PA-positiven Honigen zu erhalten. Es ist aber aus mehreren Untersuchungen bekannt, dass das Vorkommen und die Konzentration von PA in Honig mit dessen geographischen und botanischen Ursprung korreliert.

Alle zwölf untersuchten Rooibosteetees waren mit $1\text{-}45 \mu\text{g}/\text{kg}$ Senecionin (Durchschnitt $16 \mu\text{g}/\text{kg}$) und elf davon noch mit $4\text{-}128 \mu\text{g}/\text{kg}$ Senecionin-N-Oxid (Durchschnitt $45 \mu\text{g}/\text{kg}$) belastet. Eine Probe enthielt neben Senecionin auch $15 \mu\text{g}/\text{kg}$ Echimidin. Der Gesamtgehalt an PA betrug 5 bis $173 \mu\text{g}/\text{kg}$. Angesichts der von der EFSA empfohlene maximale Tageszufuhr von $0,024 \mu\text{g}$ $1,2$ -ungesättigten PA/kg Körpergewicht, kann für eine 70 kg schwere Person berechnet werden, dass sie täglich max. vier Tassen von einem mit $173 \mu\text{g}$ PA/kg belasteten Rooibostee trinken sollte (2 g Teedroge pro Tasse). Wird der Tee zusätzlich mit dem oben erwähnten Intermedin-belasteten Honig ($16 \mu\text{g}/\text{kg}$) gesüsst (20 g pro Tasse), sollte die Person nicht mehr als zwei Tassen pro Tag davon verzehren. Für ein 15 kg schweres Kind wäre die Tagesdosis an PA bereits mit einer Tasse dieses ungesüsst Tees ausgeschöpft.

Die hier ermittelten PA-Konzentrationen in Honigen und Rooibosteetees, stufen wir bei üblichen Verzehrsmengen und gemäss oben genannten Überlegungen als wenig bedenklich ein. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass nur eine begrenzte Anzahl von PA in der vorliegenden Kampagne analysiert wurde. Somit besteht die Möglichkeit, dass nicht alle in den untersuchten Lebensmitteln vorhandenen PA mit unserer Methode nachgewiesen werden konnten.

Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Kampagne erfolgte die Probenerhebung risikobasiert. Demzufolge ist der positive Nachweis von PA in 15 von 50 Proben wenig überraschend. Aus anderen Studien ist ebenfalls bekannt, dass vor allem Rooibostee und Honig häufig mit PA belastet sind. Unsere Resultate sind in Bezug auf PA-Muster und -Konzentration vergleichbar mit den Ergebnissen, die in den letzten Jahren veröffentlicht wurden. Die vereinzelte Spitzenwerte von bis zu $2'000 \mu\text{g}/\text{kg}$ PA,

welche für Rooibostee aber auch Kräutertee in der Literatur berichtet wurden, scheinen Ausreisser zu sein, die auf punktuelle Verunreinigungen hinweisen. Der mediale Fokus auf PA war in den vergangenen Jahren beachtlich und hat in Deutschland offensichtlich die amtlichen Kontrollbehörden und teeverarbeitende Branche zu Massnahmen bewegen können. Um einen einheitlichen Vollzug zu gewährleisten, haben die deutschen Überwachungsämter Ende 2015 im Rahmen eines Minimierungskonzeptes Eingriffswerte für diverse Kräutertees festgelegt. Für Rooibostee beträgt der Eingriffswert 350 µg PA/kg. Erste Stichproben der Lebensmittelkontrolle deuten darauf hin, dass die jüngsten Vorstösse der Teehersteller zur Verbesserung des Unkrautmanagements in der Anbau sowie die Rohwarenkontrolle der Teeerzeugnisse bereits wirksam waren. Imker und Honigproduzenten sind durch die Bienenkunde ebenfalls auf die PA-Problematik sensibilisiert worden.

Um die Pflanzentoxine identifizieren und quantifizieren zu können, müssen sie als hochreine Referenzsubstanzen erhältlich sein. Dies ist momentan für etwa 50 PA der Fall. Aufgrund ihrer Strukturvielfalt sind weitere derzeit unbekannt aber toxikologisch relevante PA zu erwarten. Somit werden PA-Gehalte in Lebensmitteln vermutlich gegenwärtig unterschätzt. Das Kantonale Laboratorium Basel-Stadt wird die Situation mit laufenden Methodenoptimierungen und weiteren Marktkontrollen verfolgen.

Die Pyrrolizidinalkaloid-Analytik erweitert unsere Aktivitäten im Themenbereich akute und chronische Vergiftungen, welche auf natürliche Toxine zurückzuführen sind. Bei Bedarf kann die vorliegende Methode für den quantitativen Nachweis von PA in Körperflüssigkeiten von exponierten Personen, wie z.B. Urin, angewendet werden. Somit können auch Vergiftungsfälle, bei denen keine Verdachtsproben vorhanden sind, innert weniger Stunden abgeklärt werden.