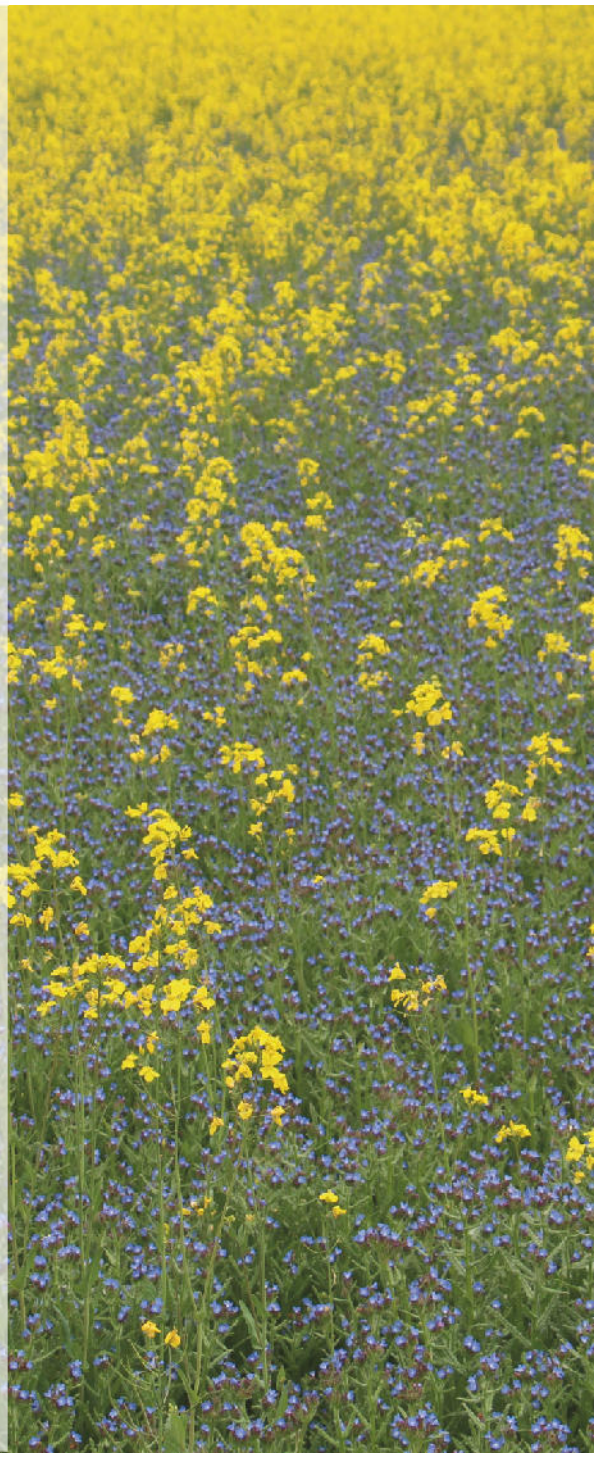
Merkblatt

Gefördert durch:
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Pyrrolizidinalkaloide

in Tee-, Arznei- und Gewürzpflanzenkulturen



Pyrrolizidinalkaloide (PA) sind pflanzliche Sekundärstoffe, die in vielen Pflanzenarten unterschiedlicher Familien vorkommen können. In Mitteleuropa sind es vor allem Gattungen der Borretsch- und Korbblütengewächse. Von den etwa 600 verschiedenen PA sind die 1,2-ungesättigten PA gesundheitsschädlich. Nachgewiesen sind leber- und genotoxische sowie kanzerogene Wirkungen.

Einige Pflanzen unserer heimischen Beikrautflora auf den Feldern zählen zu den PA-haltigen Pflanzen, durch deren Mitbeerntung die Giftstoffe Eingang in die Nahrungs- und Futtermittelkette finden. PA wurden vor allem in einigen Produkten aus krautigen Feldfrüchten wie Tees und Kräutertees, Blattgemüse, Gewürz- und Küchenkräutern sowie Arzneipflanzen in Einzelfällen auch in bedenklich hohen Mengen nachgewiesen.

Weitere Kontaminationswege sind die Sammlung von Pollen und Nektar PA-bildender Pflanzen durch Bienen (Honige), die Windverbreitung der Flughaare einiger Korbblütengewächse oder die Schmierkontamination bei Mahd und Drusch von Körnerfrüchten. Die zuständigen Behörden für Lebensmittel- und Arzneimittelsicherheit haben bereits Maßnahmen eingeleitet und im Falle pflanzlicher Arzneimittel sind bereits Grenzwerte für die PA-Kontaminationen veröffentlicht.

Das vorliegende Merkblatt soll Informationen geben und Wege aufzeigen, wie die PA-Kontamination landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Produkte minimiert oder gar vermieden werden kann.

Pyrrolizidinalkaloide – ein lange verkanntes Problem

Pyrrolizidinalkaloide sind natürlich auftretende Alkaloide, die im Sekundärstoffwechsel von Pflanzen gebildet werden, um sich gegen Herbivoren und Pilze zu schützen. Neben der akuten Vergiftung durch Aufnahme einer größeren Menge an PA-haltigem Pflanzenmaterial, stellt vor allem die langfristige Vergiftung durch regelmäßigen Verzehr von kleineren, meist in verarbeiteten Produkten versteckten Mengen, ein Gesundheitsrisiko dar. Die Alkaloide reichern sich dann in der Leber an und können deren Funktion beeinträchtigen oder vollständig einstellen. Besonders gefährdet sind Kinder, Schwangere und bereits geschwächte oder kranke Personen.
Vertreter von zwölf Pflanzenfamilien sind in der Lage PAs zu bilden. Von diesen sind in Mitteleuropa vor allem die **Korbblütengewächse** (Asteraceae) und **Rauhblattgewächse** (Boraginaceae) im Anbau mit einer größeren Reihe von Unkräutern von Bedeutung.

Acker-Vergissmeinnicht in Thymian

Wichtige Pyrrolizidinalkaloide

Bis jetzt konnten über 600 Pyrrolizidinalkaloide in mehr als 6000 verschiedenen Pflanzenarten identifiziert werden. Zu den häufigsten Vertretern, die für Verunreinigungen in Nahrungs- und Nahrungsergänzungsmitteln sowie Arzneipflanzen verantwortlich sind, zählen:
Senecionin: Der wichtigste Inhaltstoff der Greis- oder Kreuzkräuter der Gattung *Senecio*. Kommt auch in zahlreichen anderen PA-haltigen Vertretern der Korbblütengewächse sowie anderen Familien als wichtiges PA vor.
Intermedin: In der Familie der Rauhblattgewächse und dort vor allem der Gattung Vergissmeinnicht (*Myosotis*) eines der wichtigsten PAs. Im Verhältnis zu anderen Vertretern der Stoffklasse eher gering in der Giftigkeit, kann aber durch die mögliche Menge von vorkommenden Unkräutern mit dem Inhaltsstoff einen bedeutenden Einfluss auf die Verunreinigung der Ernteprodukte haben.
Außerdem gehören die N-Oxide der genannten Stoffe zu den wichtigen Substanzen, da sie als oxidierte Form stets in einem gewissen Prozentsatz mit der unoxidierten Form in der jeweiligen Pflanze vorkommen.

Eine abschließende Bewertung und damit Empfehlung für die maximale Tagesdosis an Pyrrolizidinalkaloiden liegt vom Bundeinstitut für Risikobewertung (BfR) bisher nicht vor. Da man aber nach Studien der EFSA und von anderen Stellen von einer negativen Beeinflussung der Gesundheit bei einer Tagesdosis von 237 µg/kg Körpergewicht ausgehen kann, wird empfohlen die Aufnahme so gering wie möglich zu halten. Siehe dazu:
https://www.bfr.bund.de/cm/343/aktualisierte-risikobewertung-zu-gehalten-an-1-2-ungesaettigten-pyrrolizidinalkaloiden-pa-in-lebensmitteln.pdf.

Die wichtigsten PA-Pflanzen in Deutschland

Die wichtigste Quelle für Verunreinigungen mit Pyrrolizidinalkaloiden ist in Deutschland das **Gewöhnliche Greis-** oder **Kreuzkraut** (*Senecio vulgaris*). Es weist einen sehr hohen Gehalt an Alkaloiden auf und ist durch seine Anspruchslosigkeit und schnellen Wuchs weit verbreitet. Andere Vertreter, wie das **Frühlings-Greiskraut** (*S. vernalis*), das **Klebrige** (*S. viscosus*) und das **Schmalblättrige Greiskraut** (*S. inaequidens*) sind ähnlich giftig, aber weit weniger auf Ackerschlägen verbreitet.
Die Familie der Rauhblattgewächse (*Boraginaceae*) ist eine weitere Quelle für PA-Pflanzen und stellt mit dem **Acker-** (*Myosotis arvensis*) und **Sand-Vergissmeinnicht** (*M. stricta*) zwei weitere wichtige Vertreter. Die gefundenen Pflanzen weisen im Vergleich zu den Greiskräutern geringere Mengen an Alkaloiden auf.

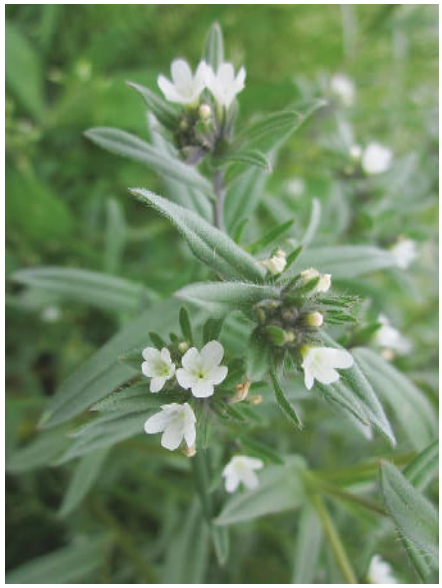
Gewöhnliches Greiskraut in Thymian

Maximale Alkaloidgehalte der wichtigsten PA-Unkräuter in Deutschland

Name	Name, lat.	Max. PA-Gehalt (mg/kg TM)	Vorkommen
Gewöhnliches Greiskraut	*Senecio vulgaris*	3.596	weltweit
Frühlings-Greiskraut	*Senecio vernalis*	6.244	Europa, Naher Osten
Acker-Vergissmeinnicht	*Myosotis arvensis*	142	weltweit
Sand-Vergissmeinnicht	*Myosotis stricta*	222	Europa, W.-Asien, N.-Amerika

Weitere PA-haltige Pflanzenfamilien

Die anderen zehn Pflanzenfamilien neben den Astreaceae und Boranginaceae spielen sowohl in Mitteleuropa als auch im Ackerbau keine Rolle. Als weitere, weltweit wichtige Quelle von PA-Pflanzen sind die Schmetterlingsblütengewächse (Fabaceae) von Bedeutung, allerdings kommen die nächsten Vertreter erst in subtropischen bis tropischen Breiten vor. Sollten bei Blüh- oder Randstreifen Saatmischungen exotischerer Herkunft verwendet werden, ist es ratsam darauf zu achten, dass sich keine der angesäten Arten in die Fläche ausbreiten um eine mögliche Kontamination zu verhindern.



Acker-Steinsame, ein seltenes PA-Unkraut

Die wichtigsten PA-haltigen Problempflanzen im Anbau

Gewöhliches Greis- oder Kreuzkraut

(*Senecio vulgaris*)

Wissenswertes

- Ganze Pflanze durch Alkaloide sehr giftig
- Hauptalkaloid Senecionin und dessen N-Oxid
- Sehr kurze Generationszeit: 5-6 Wochen
- Fast ganzjährig wachsend
- Samen gut flugfähig, hohes Ausbreitungspotential

Merkmale

Einjähriges Samenunkraut

Keimblätter: Länglich oval, ganzrandig mit abgerundeter Spitze; manchmal violette Einfärbung der Unterseite.

Laubblätter: Kurz gestielt oder sitzend, gelappt bis gebuchtet, unregelmäßig gezähnt; glänzend dunkelgrün.

Spross: Aufrecht, ästig, angedrückt behaart oder kahl; 10-30 cm hoch.

Blüte: Blütenköpfchen klein, gelb mit grünem Außenkelch, nur aus Röhrenblüten bestehend. Hüllkelch walzenförmig.

Samen: Schmal stäbchenförmig mit leicht abbrechendem, weißem Haarschopf; Länge 1-2 mm.

Verbreitung

Fast weltweit, temperate bis subtropische Gebiete, besonders in Ruderalstellen, Äckern, Brachen, Gärten und Waldschlägen.

Hoher Lichtanspruch, bevorzugt frische Wuchsorte. Kein besonderer Bodenanspruch, daher weit verbreitet. Stickstoffanzeiger.

Phänologische Daten

Hauptkeimzeit: Fast ganzjährig, wenn ohne strengen Frost

Blütezeit: Februar bis November

Samenreife: Februar bis November

Bekämpfungsmaßnahmen

Hacken oder Ausreißen der Pflanzen, am besten vor der Blüte.

Pflanzenmaterial nicht im Feld belassen, da die Gefahr der Wiederbewurzelung besteht.

Regelmäßige Kontrollen zur Vermeidung von reifenden Pflanzen, da die Samen weit fliegen können und das Flugorgan hohe Gehalte an Alkaloiden aufweist.

Acker-Vergissmeinnicht
(*Myosotis arvensis*)

Wissenswertes
- Ganze Pflanze durch Alkaloide giftig
- Hauptalkaloid Intermedin-N-Oxid
- Samen mit Klettausbreitung, begrenztes Ausbreitungspotential

Merkmale
Einjähriges, auch überwinterndes Samenunkraut
Keimblätter: Rundlich oval, ganzrandig mit abgerundeter, stumpfer Spitze; dicht angedrückt kurzhaarig, schwach borstig.
Laubblätter: Am Spross sitzend, ganzrandig; grün, dicht angedrückt kurzhaarig bis borstig.
Spross: Aufrecht, ästig, dicht angedrückt behaart, auch schwach borstig; 10-40 cm hoch.
Blüte: Blüten hellblau mit gelben Schlundschuppen, Kronröhre kurz, Kelch glockig, zur Samenreife mit widerhakigen Haaren. Blütenstand ein reichblütiger Wickel.
Samen: Eiförmig zugespitzte Klausenfrucht, mit glatter, seitlich abgeflachter Oberfläche, glänzend schwarzbraun; Länge 1-1,5 mm.

Verbreitung
Fast weltweit, temperate Gebiete, besonders in Äckern und Ruderalstellen.
Mäßig hoher Lichtanspruch, anspruchsvoll in Bezug auf Wasser und Nährstoffe; weit verbreitet, da kein besonderer Bodenanspruch.

Phänologische Daten
Hauptkeimzeit: März bis April und September bis November
Blütezeit: April bis September
Samenreife: Mai bis November

Bekämpfungsmaßnahmen
Hacken oder Ausreißen der Pflanzen, am besten vor der Fruchtreife.
Pflanzenmaterial nicht im Feld belassen, da die Gefahr der Wiederbewurzelung besteht.
Regelmäßige Kontrollen zur Vermeidung von reifenden Pflanzen.

Sand-Vergissmeinnicht

(*Myosotis stricta*)

Wissenswertes

- Ganze Pflanze durch Alkaloide giftig
- Hauptalkaloid Intermedin-N-Oxid
- Samen mit Klettausbreitung, begrenztes Ausbreitungspotential

Merkmale

Einjähriges, auch überwinterndes Samenunkraut
Keimblätter: Rundlich oval, ganzrandig mit abgerundeter Spitze; dicht angedrückt kurzhaarig, schwach borstig.
Laubblätter: Am Spross sitzend, ganzrandig; hellgrün, dicht angedrückt kurzhaarig.
Spross: Aufrecht, oberwärts ästig, dicht angedrückt behaart; 3-20 cm hoch.
Blüte: Blüten klein, hell- bis himmelblau mit hellgelben Schlundschuppen, Kronröhre kurz, Kelch glockig, zur Samenreife mit widerhakigen Haaren. Blütenstand ein langgestreckter, reichblütiger Wickel.
Samen: Eiförmig zugespitzte Klausenfrucht, mit glatter, seitlich abgeflachter Oberfläche, glänzend schwarzbraun; Länge 0,5-1 mm; Kaltkeimer.

Verbreitung

Europa, West-Asien, Nord-Amerika, temperate Gebiete, besonders in Felsfluren, Sandtrockenrasen und Äckern.
Hoher bis sehr hoher Lichtanspruch, bevorzugt mäßig trockene und arme bis sehr arme Böden; schwach kalkmeidend.

Phänologische Daten

Hauptkeimzeit: Februar bis April und Oktober bis November
Blütezeit: März bis Juni
Samenreife: April bis Juli

Bekämpfungsmaßnahmen

Hacken oder Ausreißen der Pflanzen, am besten vor der Fruchtreife.
Pflanzenmaterial nicht im Feld belassen, da die Gefahr der Wiederbewurzelung besteht.
Regelmäßige Kontrollen zur Vermeidung von reifenden Pflanzen.

Frühlings-Greis- oder Kreuzkraut

(*Senecio vernalis*)

Wissenswertes

- Ganze Pflanze durch Alkaloide sehr giftig
- Hauptalkaloid Senecionin und dessen N-Oxid
- Samen gut flugfähig, hohes Ausbreitungspotential

Merkmale

Einjähriges, meist überwinterndes Samenunkraut

Keimblätter: Länglich oval, spatelförmig, ganzrandig mit abgerundeter Spitze.

Laubblätter: Am Spross sitzend, diesen am Grund schwach umfassend, tief gelappt bis gebuchtet, unregelmäßig gezähnt, dicht wollig behaart.

Spross: Aufrecht, ästig, dicht wollig behaart, meist rötlich überlaufen; 14-45 cm hoch.

Blüte: Blütenköpfchen groß, gelb mit grünem Außenkelch, aus Röhren- und Zungenblüten bestehend. Hüllkelch leicht schalenförmig.

Samen: Schmal stäbchenförmig mit leicht abbrechendem, weißem Haarschopf; Länge 2-3 mm.

Verbreitung

Europa und Naher Osten, temperate Gebiete, besonders in Ruderalstellen, Brachen und Äckern.

Hoher Lichtanspruch, schwach basenliebend, bevorzugt frische bis mäßig trockene, nährstoffreiche Wuchsorte.

Phänologische Daten

Hauptkeimzeit: März bis April und September bis November

Blütezeit: Mai bis November. Schwerpunkt Frühjahr

Samenreife: Mai bis November

Bekämpfungsmaßnahmen

Hacken oder Ausreißen der Pflanzen, am besten vor der Blüte.

Pflanzenmaterial nicht im Feld belassen, da die Gefahr der Wiederbewurzelung besteht.

Regelmäßige Kontrollen zur Vermeidung von reifenden Pflanzen, da die Samen weit fliegen können und das Flugorgan hohe Gehalte an Alkaloiden aufweist.

Vorkommen in Kulturflächen

PA-Pflanzen treten ebenso wie andere Unkräuter auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen auf. Die Samen befinden sich meist bereits im Boden, da die bekannten PA-Unkräuter weit verbreitet sind; andernfalls können sie von benachbarten Flächen eingetragen werden. Verunreinigtes Saatgut oder Einsaaten für Blühstreifen können ebenfalls als eine Quelle dienen.

Sollten entfernte Unkräuter kompostiert werden, so besteht ebenfalls eine Gefahr, wenn der Kompost auf das Feld zurückgeführt wird.

Grundsätzlich gilt, dass offenere Kulturen, d. h. solche mit einem geringeren Reihenschluss, deutlich anfälliger gegenüber dem Besatz mit Unkräutern sind und hier eine besondere Kontrolle und Vorsicht angebracht ist. Stärker geschlossene Kulturen sind zwar weniger anfällig, sollten aber trotzdem regelmäßig auf das Vorkommen von PA-Pflanzen untersucht werden.

Acker-Vergissmeinnicht in Kamille

Code of Practice

zur Vermeidung und Verringerung von Kontaminationen pflanzlicher Arzneimittel mit Pyrrolizidinalkaloiden

Für den Arzneimittelbereich haben die betroffenen Industrieverbände (BAH, BPI) gemeinsam mit Vertretern des Arznei-pflanzenanbaus (DFA) den Code of Practice (CoP) erarbeitet (29.04.2016http://www.journals.elsevier.com/journal-of-applied-research-on-medicinal-and-aromatic-plants/news). Der Arbeitskreis Nahrungs-ergänzungsmittel des Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e.V. hat im Dezember 2018 einen sehr ähnlichen CoP für die Nahrungsergänzungsmittel auf pflanzlicher Basis publiziert. Auch im *Codex Alimentarius* der WHO/FAO gibt es einen Verhaltenscodex für die Bekämpfung PA-haltiger Beikräuter (CAC/RCP 74-2014). In den CoP werden die Risiken von PA-Kontaminationen anhand der Produktionskette und Maßnahmen zur Risikoabwehr benannt. Die wesentlichen Maßnahmen greifen am Anfang der Produktion, im landwirtschaftlich-gärtnerischen Anbau der pflanzlichen Rohstoffe.

Kulturen vor Bestandesschluss kontrollieren

In dichten, früh schließenden Kulturen spielen Unkräuter meist nur eine geringe Rolle. In der Vermeidung von pyrrolizidinalkaloidhaltigen Pflanzen sollten deshalb besonders Kulturen mit niedrigem oder schwachem Wuchs sowie großen Reihenzwischenräumen kontrolliert werden, da sie den Unkräutern gute Keim- und Wuchsbedingungen bieten und somit zu einem deutlich höheren Besatz führen können. Deshalb ist eine regelmäßige Kontrolle der Kulturen nach Abschluss der herkömmlichen Unkrautregulierung unverzichtbar. Dabei gibt es bislang keine Alternativen zum Abschreiten der Kulturen.

Worauf achten?

- In höheren Kulturen wie Pfefferminze oder Kamille erfolgt die Kontrolle am besten, wenn die Pflanzen etwa kniehoch sind und mehrere Reihen auf einmal überblickt werden können. Dies ermöglicht eine Kontrolle der Reihenzwischenräume, die beim späteren Reihenschluss nicht mehr gut einsehbar sind.
- In niedrigeren Kulturen wie Petersilie, Thymian oder Salbei ist die Erkennung der Unkräuter einfacher, da sie besser sichtbar sind. Hier können größere Bereiche in einem Durchgang abgesucht werden.
- Auch die Zwischenfrüchte sollten kontrolliert werden.
  Auffällige PA-Verunkrautungen in der Nähe von Kultur- oder Betriebsflächen sollten ebenfalls aufgenommen und entfernt werden, da auf diese Weise der Samendruck auf die Ackerflächen verringert werden kann.

Chemische Bekämpfung

Die Zulassung von Herbiziden ist kulturpflanzenspezifisch. Ob die einzelnen PA-Unkräuter zum Wirkungsspektrum der jeweils zugelassenen Herbizide zählen, geht aus den Produktbeschreibungen der Hersteller hervor oder kann beim zuständigen Pflanzenschutzdienst erfragt werden.

Entfernen von Unkräutern aus den Flächen

Fallen bei der Kontrolle pyrrolizidin-alkaloidhaltige Unkräuter auf, so sollten sie aus dem Schlag entfernt werden. Ist eine eigene Erkennung der Pflanzen nicht möglich, sollten diese fotografiert und mit Abbildungen in entsprechender Literatur oder Unkrautdatenbanken verglichen bzw. an Experten weitergeleitet werden.

Vorgehen

- Einzelne Pflanzen werden vorzugsweise durch Ausreißen, Ausstechen oder Abschneiden entfernt. Pflanzen möglichst mit vollständigem Wurzelwerk entfernen, da diese oft hohe Konzentrationen an PAs enthalten und in manchen Fällen wieder austreiben können.
- In schwach Unkraut unterdrückenden Kulturen werden die Unkräuter am besten durch Hacken entfernt.
- Ein Durchgang nach einer späten maschinellen Säuberung mit der Hacke ist sinnvoll, da die Unkräuter in den Reihen von den Maschinen in der Regel unzureichend erfasst werden.
- Ein weiterer, später Durchgang kann sicherstellen, dass die Kultur frei von PA-haltigen Pflanzen ist und damit effizient sauber gehalten wird.
- Die gehackten Pflanzen sollten nicht in der Kultur verbleiben, sondern mittels Säcken entfernt und fachgerecht z. B. im Restmüll entsorgt werden.

Worauf achten?

- Der Anteil gefährdeter, offener Kulturen in der Fruchtfolge sollte möglichst gering sein, soweit möglich.
- Möglichst keine zwei gefährdeten Kulturen nacheinander auf einer Fläche anbauen. Nach dem Auftreten von PA-haltigen Unkräutern sollten Kulturarten angebaut werden, die einen raschen Bestandsschluss ermöglichen, oder in denen eine effektive chemische Bekämpfung möglich ist.

Verfahren bei wiederkehrenden Problemen

Treten pyrrolizidinalkaloidhaltige Unkräuter immer wieder auf, so kann ein Überdenken der Fruchtfolge hilfreich sein.

Einschleppung verhindern

Um eine Kontamination von Kulturen mit pyrrolizidinalkaloidhaltigen Unkräutern zu verhindern, sollte sichergestellt werden, dass Unkräuter oder deren Samen nicht mit z. B. Kompost oder belastetem Saatgut für Zwischen-früchte auf die Flächen gelangen.
Daher sollten bei verstärktem Anbau von Zwischenfrüchten auch diese Bestände kontrolliert werden. Grund dafür ist, dass viele der Mischungen in wärmeren Gebieten vermehrt werden, wo die PA-haltigen Pflanzen verstärkt auftreten können. Trotz einer Prüfung der Mischungen auf Fremdbesatz kann eine Verunreinigung mit Fremdsamen nicht ausgeschlossen werden.

Ernte und Aufbereitung

Verunreinigungen mit Pflanzenmaterial vermeiden

Die Mitbeerntung von grünen pyrrolizidinalkaloidhaltigen Pflanzen kann bereits zu einer Kontamination des Erntegutes mit PAs führen, indem ganze Pflanzen oder Teile davon in das Erntegut gelangen oder ihr Saft das Erntegut während des Prozesses benetzt. Um dies weitgehend zu unterbinden, sollten möglichst wenig PA-haltige Unkräuter in den Kulturen vorhanden sein. Daher ist die regelmäßige Kontrolle auf die Unkräuter vor Bestandsschluss besonders wichtig.

Bei hoch wachsenden oder sehr hoch geschnittenen Kulturen, wie z. B. Fenchel, können niedrig wachsende pyrrolizidinalkaloidhaltige Unkräuter wie die meisten Kreuzkraut- oder Vergissmeinnicht-Arten in geringen Mengen toleriert werden. Allerdings sollte auch hier die Anzahl an den PA-haltigen Unkräutern so gering wie möglich gehalten werden, um die Gefahr der Kontamination sowie der zukünftigen Belastung der Kultur durch Samenmaterial zu verringern.

Betroffene Schläge sollten aber in der nächsten Anbauphase in ihrer Bewirtschaftung überprüft und korrigiert werden.

Verunreinigungen mit Samen vermeiden

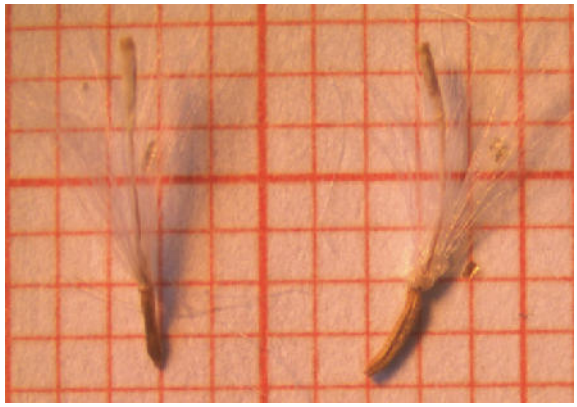
Sollten während der Ernte einer Kultur Samen von pyrrolizidinalkaloidhaltiger Unkräuter mitbeerntet werden, so können diese unter Umständen in das Erntegut gelangen und so dieses sowie daraus hergestellte Produkte kontaminieren.

Sind die Unterschiede der Korngrößen des Erntegutes und die der Unkräuter ausreichend groß, können die unerwünschten Samen ausgesiebt werden. Sind die Unterschiede in den Korngrößen dagegen nur gering, kann es sich als schwierig erweisen die unerwünschten Samen aus dem Erntegut zu entfernen.

Worauf ist bei der Aufbereitung des Erntegutes achten?

- Belastete Chargen früh erkennen.
- Erntegut möglichst bald reinigen, um eine Kontamination durch Abrieb zu vermeiden.
- Belastete Partien möglichst wenig bewegen. Starke Bewegung kann erhöhten Abrieb ermöglichen.
- Reinigungsmethoden miteinander kombinieren und -durchgänge wenn nötig wiederholen.
- Vorhandene Reinigungsgeräte wenn möglich gemeinsam nutzen oder diese mieten und Kooperationen eingehen.

Werden bei Analysen gesetzliche oder betriebsinterne Grenzwerte für Pyrrolizidinalkaloide überschritten, ist eine Ablehnung der Abnahme der belasteten Charge möglich und sehr wahrscheinlich.



Samen von Gewöhnlichem Greiskraut

Impressum

Pharmaplant GmbH
Am Westbahnhof 4, 06556 Artern
Tel.: +49 (0)346 63256-0
info@pharmaplant.de
www.pharmaplant.de

Autor: J. Nitzsche
nach: Alletsee, O., Weller, S., Altmann, B. (2016) Tropanalkaloide – Verunreinigungen in Biokulturen verhindern

Mitarbeit: A. Plescher, S. Wahl

Fotos: S. Wahl
außer Seiten 7 (2,3), 10 – J. Nitzsche,
Seiten 3 (2), 6 (1-3), 7 (1) – Wikimedia

Gefördert durch ein Projekt des FNR /BMEL