

Alkaloidgehalt in Blauen, Gelben und Weißen Lupinen

Gisela Jansen, Hans-Ulrich Jürgens, Helene Beyer,
Sylvia Seddig

Gliederung

- Lupinenarten mit Anbaubedeutung und ursprüngliche Nutzung in Deutschland
- Alkaloide (Bitterstoffe):
 - Vererbung, Bestimmung
 - Hauptalkaloide in verschiedenen Lupinenarten (GC-Chromatogramme)
 - Voraussetzungen für eine Körnernutzung
- Variabilität des Alkaloidgehaltes:
 - Verschiedene Lupinenarten (bitter und süß)
 - Alkaloidgehalt in ausgewählten Prüfgliedern von Blauen Lupinen (50 Prüfglieder, 3 Jahre, 4 Standorte)
- Anforderungen an Lupinen zur Nutzung in der Lebensmittelindustrie
- Zusammenfassung, Danksagung



Lupinenarten mit Anbaubedeutung in Deutschland

- **Körnernutzung**



Blaue Lupinen



Gelbe Lupinen



Weißer Lupinen



in aktueller Sortenliste (2013)

8 Sorten

keine Sorte

1 Sorte

- **(Nutzung als Energiepflanze)**

Projekt ZL: *L. Mutabilis*



Quelle: wikipedia

andere Bezeichnung:

Anden-Lupine oder tarwi

Ursprüngliche Nutzung von Lupinen in Deutschland

Zwischenfrucht mit sehr guten Eigenschaften

1. Bodenverbesserung (lange Pfahlwurzel, bis 2-3 m und verzweigtes Wurzelsystem, kurz nach dem Auflaufen schon 40 cm im Schaukasten)



2. Stickstoffsammler
(Knöllchenbakterien an Wurzeln, Stickstoff für Nachfrucht)



3. Phosphatmobilisierer im Boden (kommt auch der Nachfrucht zugute)

Vererbung des Alkaloidgehaltes

- Dominanz der Alkaloidhaltigkeit (bitter) gegenüber der Alkaloidarmut (süß)
- Rezessive Vererbung der Alkaloidarmut
d. h. :
Kreuzung zwischen alkaloidhaltigen und alkaloidarmen Lupinen
ist in der F1-Generation immer alkaloidhaltig
In der F2-Generation wieder Aufspaltung und alkaloidarm ist möglich

Quelle: Hackbarth J. und v. Sengbusch R.; 1934, Der Züchter, 249-255

Miedaner T., 2010, Allgemeine Pflanzenzüchtung, 28-29

Bestimmungsmethoden für Alkaloide

- **Chromatografische Methoden**

GC/MS (zur Identifizierung einzelner Alkaloide)

HPLC (geringere Empfindlichkeit durch wenig empfindliche Chromophoren, geringere Trennkapazität der Säulen)

DC (geringere Empfindlichkeit als GC und HPLC)

- **Immunologische Verfahren**

Voraussetzung: hochspezifische Antikörper

Radioimmunoassay (RIA), mit 13-Hydroxylupanin als Traceralkaloid

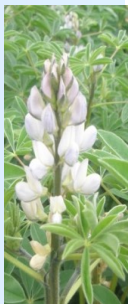
Enzym-Immunoassay (EIA, ELISA), keine Erfassung von Spartein oder Lupinin (Wink, 1992)

Scintillation proximity assay (SPA), weniger empfindlich als RIA

- **Schnelltests**

Gravimetrische Titration, Anfärben mit J_2/KJ , Indikatorpapier (Papier mit Dragendorff's Reagenz, NIRS (bei niedrigem Alkaloidgehalt große Streuung), UV-Test (alkaloidreiche fluoresszierende Samen)

Quelle: Wink, 1992, Methods of Plant Biochemistry, 197-239



Hauptalkaloide in verschiedenen Lupinenarten

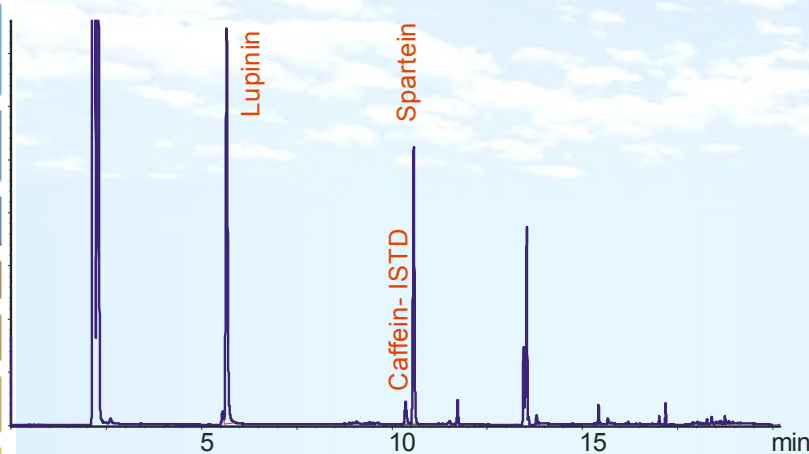
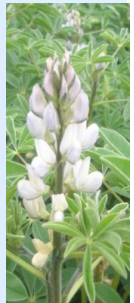
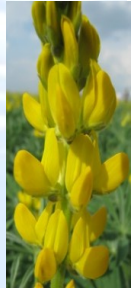
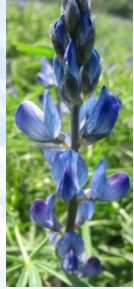
- Blaue Lupinen (*L. angustifolius*)
Lupanin, Angustifolin, 13-Hydroxylupanin
- Gelbe Lupinen (*L. luteus*)
Lupinin, Spartein
- Weißer Lupinen (*L. albus*)
Lupanin, Multiflorin, 13-Hydroxylupanin, Albin
- Andenlupine (*L. mutabilis*)
Lupanin, 13-Hydroxylupanin, 3-Hydroxylupanin, Tetrahydrorhombifolin, Spartein

Quelle: Wink et al., 1983, Journal of Medicinal Plant Research, 253-257; Wink und Witte, 1985, Zeitschrift für Naturforschung, 767-775; Wink, 1991, Proceedings of the 6th International Lupin Conference, 326-334)

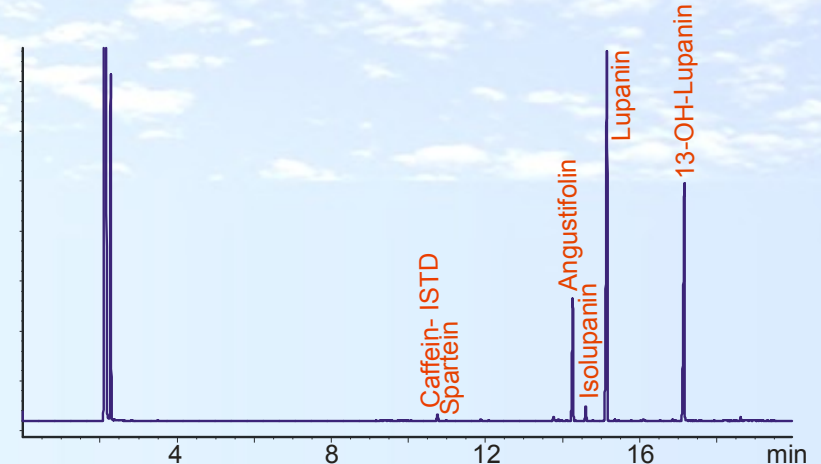
Bestätigung durch eigene GC/MS-Bestimmungen Jürgens H.-U. JKI/RS

Chromatogramm von Alkaloiden in Gelben und Blauen Lupinen

Quantifizierung mittels Gaschromatographie
Identifizierung mittels Massenspektrometrie



Schwako

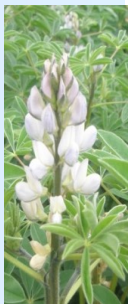


Azuro

Voraussetzungen für Körnernutzung der Lupinen

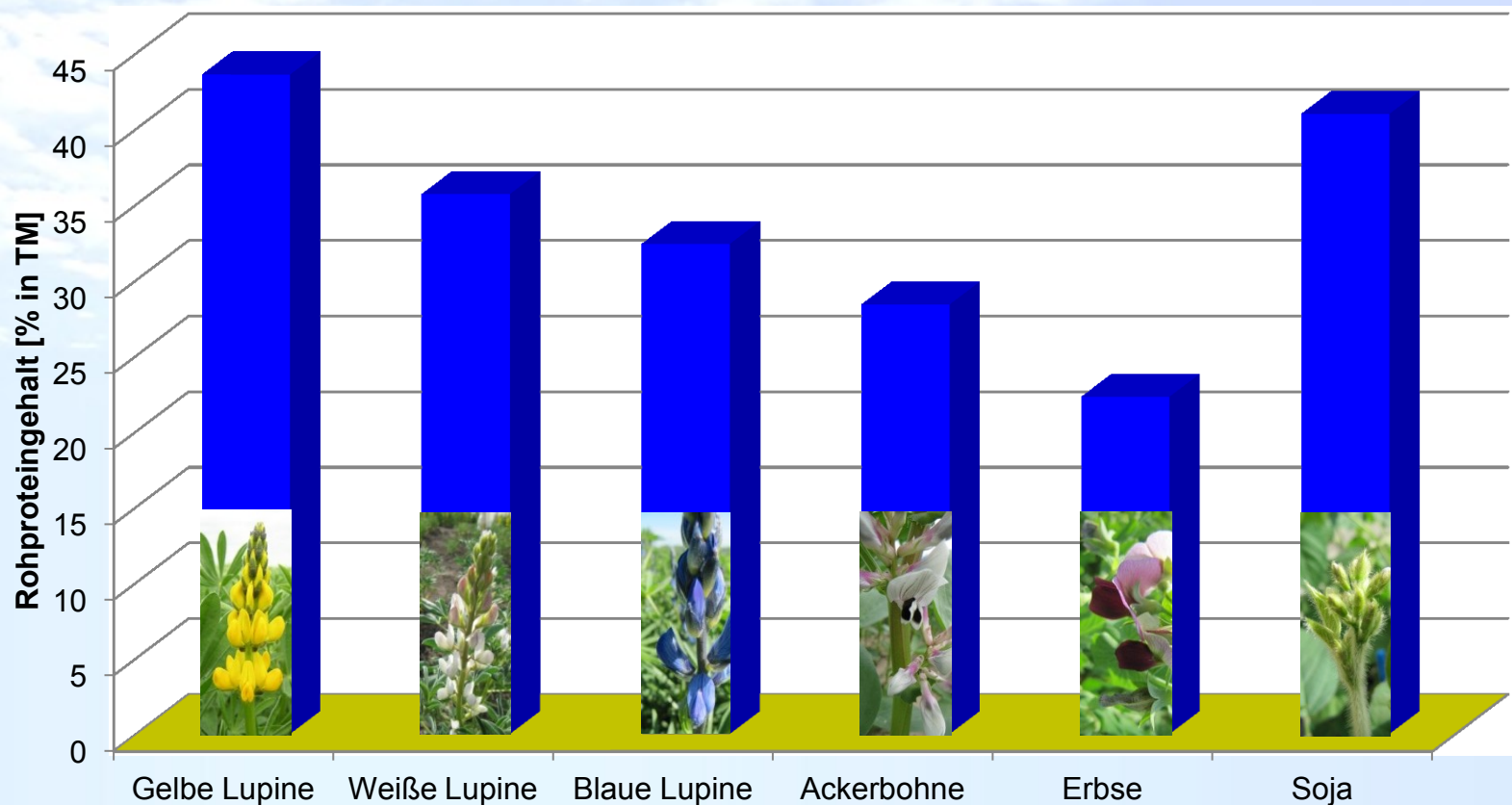
- Niedriger Bitterstoffgehalt (Alkaloidgehalt)
Entdeckung von ersten „süßen“ Körnern durch R. v. Sengbusch (Anfang des 20. Jahrhunderts)
- Richtwerte
 <0,05 % tierische Ernährung
 ➡ in Futtermischungen gut realisierbar, da meist keine 100 %ige Lupinenfütterung

 <0,02 % menschliche Ernährung
 ➡ als Proteinisolat gut realisierbar, da Alkaloide wasserlöslich



Voraussetzungen für Körnernutzung der Lupinen

Hoher Eiweißgehalt im Lupinensamen (Wehling P. et al., 2012 Forschungsreport)
Gelbe Lupine vergleichbar mit Soja (Jansen G. und Balko C., 2012 Das Blatt)

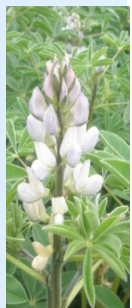
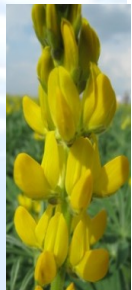


Variation im Alkaloidgehalt in verschiedenen Lupinen–Arten

(Bittere und Süße Lupinen)

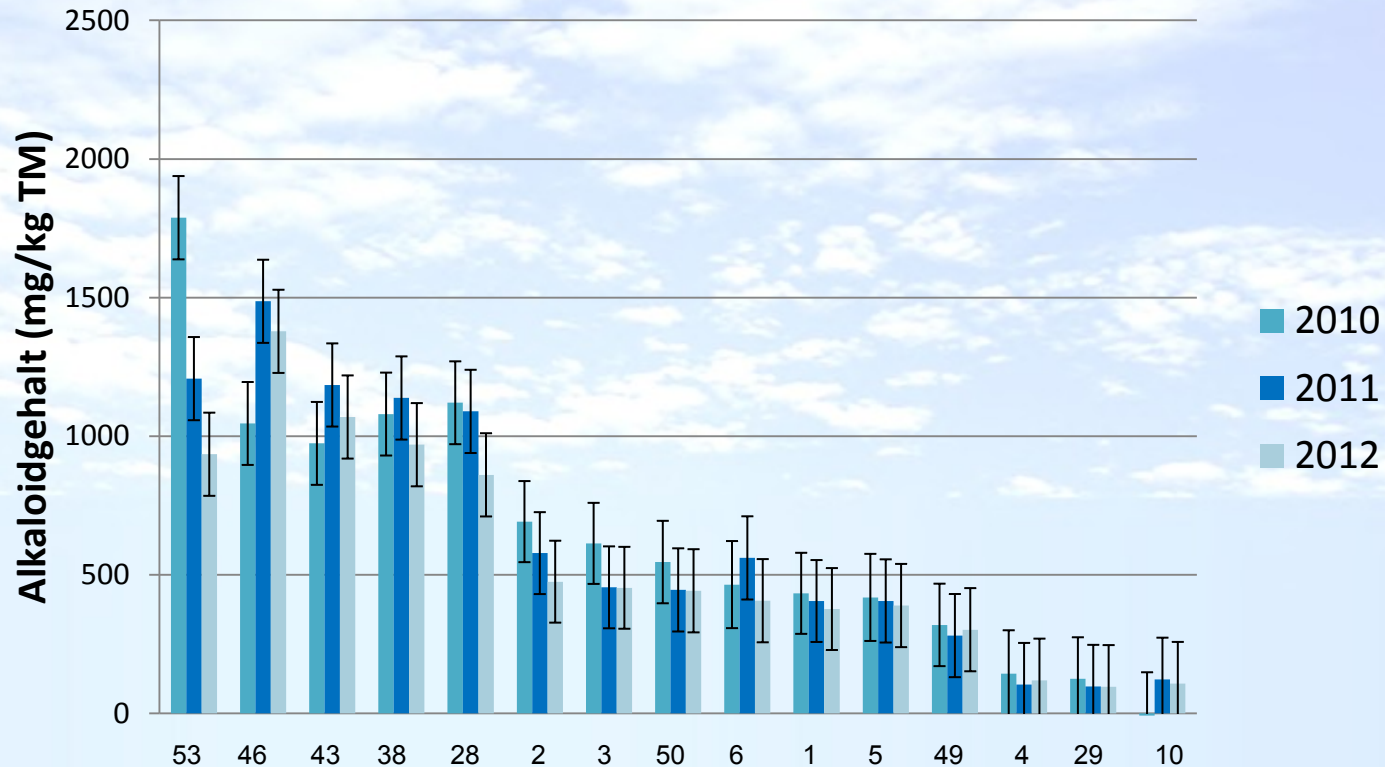
Blaue Lupine		Gelbe Lupine		Weiße Lupine		Quelle
Bitter	Süß	Bitter	Süß	Bitter	Süß	
0,250- 2,050	0,001- 0,100	0,350- 1,550	0,000- 0,090	0,350- 3,250	0,016- 0,026	Hackbarth und Troll, 1959 in http:// uni-giessen. de/geb/volltexte/2003/320/original/g _lupin.htm
1,375 (Azuro)	0,006- 0,068	0,836 (Schwako)	0,005- 0,044	1,095 (Stamm)	0,013- 0,488	Eigene Daten Groß Lüsewitz, Ernte 2013, Schwako 2012

Alkaloidgehalt (%) verschiedener Süßlupinenarten im Ökoanbau in Groß Lüsewitz



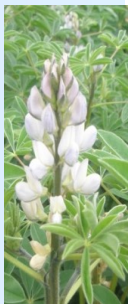
Jahr	Blaue Lupinen [%]	Gelbe Lupinen [%]	Weißer Lupinen [%]
	n=13 (9+4) (9 Sorten + 4 Zuchtstämme)	n=16 (12+4) (12 Sorten + 4 Zuchtstämme)	n=15 (1+14) (1 Sorte + 14 Zuchtstämme)
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
2012	0,0383	0,0167	0,1129
2013	0,0367	0,0215	0,1215
	min	min	min
2012	0,0069 (Sorte)	0,0037 (Stamm)	0,0138 (Stamm)
2013	0,0055 (Sorte)	0,0049 (Sorte)	0,0133 (Stamm)

Alkaloidgehalt ausgewählter Blauer Lupinen-Prüfglieder über vier Standorte in 3 Jahren



Heritabilität $h^2 = 0,96$
(50 Prüfglieder, 4 Standorte, 3 Jahre)

4 Standorte:
Groß Lüsewitz
Bornhof
Dratow
Steinach



Anforderungen an Lupinen zur Nutzung in der Lebensmittelindustrie



Projekt PlantsProFood

Gewinnung von funktionellen Food Ingredients aus Lupinensaaten

LupiRoh

Neue Sorten der Blauen Süßlupine als Rohstoff für die Lebensmittelindustrie

- Hoher Ertrag (25 dt/ha stabil)
- Hoher Proteingehalt (> 35 % stabil)
- Geringer Bitterstoffgehalt (< 0,02 % stabil)

Zusammenfassung

- Zur Zeit haben nur Blaue Süßlupinen Anbaubedeutung in Deutschland.
- Ursprünglich wurden Lupinen zur Bodenverbesserung genutzt.
- Voraussetzung für die Körnernutzung im Futter- und Lebensmittelbereich:
 - Entdeckung von Süßlupinen
 - höchster Proteingehalt innerhalb einheimischer Leguminosen (ohne Soja)
- Eine exakte Bestimmung der Alkaloide ist aktuell nur mit aufwendiger GC/MS-Methode möglich.
- Unterschiedliche Lupinenarten verfügen über ein unterschiedliches Alkaloidspektrum.
- In bisher untersuchten Weißen Süßlupinen ist noch teilweise bitteres Material vorhanden.



Zusammenfassung

- Im Ökoanbau in Groß Lüsewitz hatten bei einem Artenvergleich die Gelben Lupinen die geringsten Alkaloidgehalte.
- Die Vererbung des Alkaloidgehaltes ist dominant-rezessiv mit hohen Heritabilitäten (50 Blaue Süßlupinen, 3 Jahre, 4 Standorte).
- Neue Sorten für eine Nutzung in der Lebensmittelindustrie erfordern:
hohe und stabile Erträge
hohe und stabile Proteingehalte
geringe und stabile Bitterstoffgehalte



Danksagung

Vielen Dank für die **Bereitstellung von Fördermitteln** durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft sowie durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung

Vielen Dank für die **technische Assistenz**
Steffen Esser und Stefan Koch
Christoph Peters
Margrit Jugert
Carmen Leesch

Vielen Dank für Ihre **Aufmerksamkeit!**