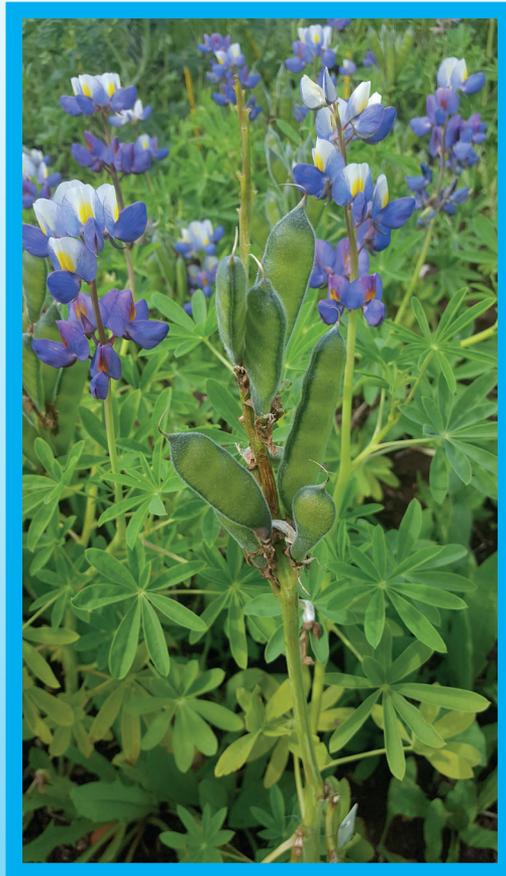




Lupin Bioeconomy
Development

Andenlupine (*Lupinus mutabilis*)



Anbau und Perspektiven für Europa

Irmgard Starmann, Waltraud Hein,
Udo Prins, Rob van Haren

LIBBIO: Lupinus mutabilis for Increasing Biomass from marginal lands and value for BIOrefineries

LIBBIO: Erschließung extensiver Standorte durch Andenlupinen – Strategien zur Verbesserung der globalen Rohstoffversorgung und Prüfung der Einsatzmöglichkeiten bei Tier und Mensch

Laufzeit: 2016-2020; Projektleitung: Pall Arnason, Nyskopunarmidstod, Island; Projektpartner: Niederlande: Hanzehogeschool Groningen, Wageningen University, Louis Bolk Institut, Color & Brain BV, Vandijke Semo BV; Island: Landgraedska Rikisins; Deutschland: Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik; Österreich: Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein; Spanien: Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Cientificas; Portugal: Instituto Superior de Agronomia, Lusosem - Produtos para Agricultura; Griechenland: Agricultural University of Athens; Rumänien: Universitatea de stiinte Agricole si Medicina Veterinara ion Ionescu de la Brad



*Professor João Neves Martins PhD, Universidade de Lisboa, ISA
Instituto Superior de Agronomia inmitten des LIBBIO Versuchsfeldes mit
einer vielversprechenden Andenlupine.*

LIBBIO

Im EU-Projekt „LIBBIO“ (Lupinus mutabilis for Increasing Biomass from marginal lands and value for BIOrefineries) wird die Andenlupine nach einer pflanzenzüchterischen Bearbeitung auf extensiven Standorten in verschiedenen europäischen Ländern auf ihr Ertragspotenzial hin geprüft sowie deren weitere Verwertungsmöglichkeiten als Biomasseträger, als Futtermittel und als Ausgangsstoff für die Lebensmittel- und Kosmetikindustrie erhoben. Die Andenlupine hat gegenüber der Süßlupine den Vorteil, dass sie eine kräftige Pflanze mit an Eiweiß und Öl reichhaltigen Samen bildet. Dies erhöht die landwirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Andenlupine.

Im Ackerbau soll die Anordnung der einzelnen Fruchtfolgeglieder so gestaltet werden, dass Nährstoffe aus der Vorfrucht für die Nachfrucht nutzbar sind. Ein gutes Beispiel dafür sind die Leguminosen, welche Stickstoff im Boden hinterlassen. Sie besitzen die Eigenschaft, mittels Knöllchenbakterien Luftstickstoff zu binden. Neben den heimischen Leguminosen wie Erbsen und Ackerbohnen gibt es noch viele verschiedene andere Arten an Leguminosen, die ebenfalls gut in Ackerbaufruchtfolgen einzugliedern sind. Dazu zählen Lupinen, die aufgrund ihres hohen Eiweißgehaltes besonders interessant sind. Zudem schließen sie mit ihrer Pfahlwurzel tiefere Bodenschichten gut auf, wodurch sie dort vorhandene Bodennährstoffe, besonders Phosphor, pflanzenverfügbar machen können. Außerdem durchbricht die Lupine mit ihrer Pfahlwurzel Bodenverdichtungen und trägt damit wesentlich zur Bodenverbesserung bei.

Nutzung der Andenlupine

Die Verwertung der Andenlupine erfolgt einerseits über die Samen, welche mehr als 20 % Öl und mehr als 40 % Eiweiß enthalten. Auf der anderen Seite wird ihre Nutzung als Grünpflanze angestrebt, sowohl als Tierfutter in Form von Silage, als auch als Biomasse-Ausgangsstoff für Bio-Raffinerien. Weiterhin wird daran gearbeitet, die einzelnen Fraktionen der Lupine zu analysieren, um sie für die Lebensmittelindustrie nutzbar zu machen. Gerade das Lupineneiweiß kann als Ersatz für Sojaeiweiß verwendet werden. Durch die starke Zunahme von sich vegetarisch und vegan ernährenden Personen steigert sich der Bedarf an pflanzlichem Eiweiß enorm.

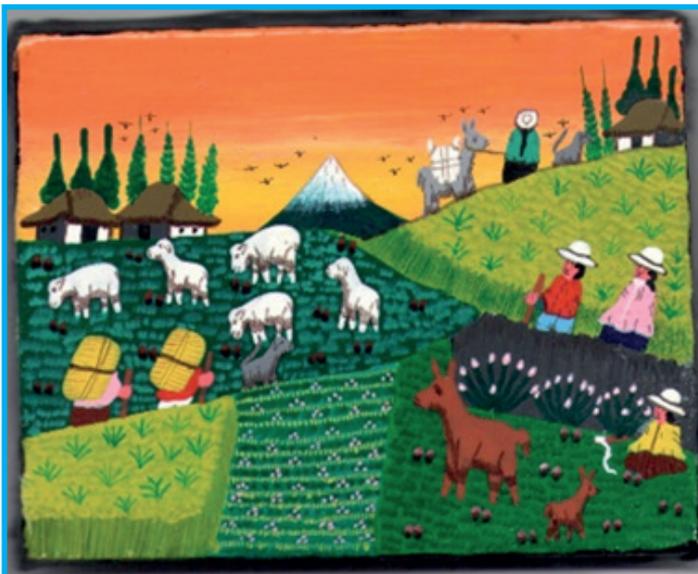
Die Anspruchslosigkeit der Andenlupine an den Standort erlaubt ihren Anbau auf sehr extensiven Flächen, die sonst von der Nahrungsmittelproduktion ausgeschlossen sind. Schon im Hinblick auf die sich immer weiter verknappende landwirtschaftliche Fläche stellt die Andenlupine eine ideale Kulturpflanze dar. In Südamerika hat der Anbau der Lupine der dort lebenden Bevölkerung bereits

seit Jahrhunderten die Nahrungsgrundlage gesichert.

In Mitteleuropa soll die Andenlupine als Sommerkultur Eingang finden, in den Mittelmeerländern als Winterkultur.

Anbau der Andenlupine

Das Julius-Kuhn Institut hat im Vorfeld von diesem Projekt Anbauversuche zu Andenlupinen durchgeführt. Für erste Ertragseinschätzungen ist der mögliche Kornertrag einzelner Pflanzen hochgerechnet worden. Bei der richtigen Sortenwahl sind Erträge von 40 bis 70 dt/ha möglich. Wageningen Economic Research hat die ökonomische Rendite des Anbaus von Andenlupine und Winterweizen miteinander verglichen. In Deutschland ist der Anbau der Andenlupine ab 33 dt/ha mit dem Anbau von Winterweizen konkurrenzfähig. Für die Herkunftsländer der Projektpartner im LIBBIO Projekt sind folgende Werte errechnet worden: Niederlande 31 dt/ha, Rumänien 24 dt/ha, Spanien 19 dt/ha, Griechenland 18 dt/ha, Portugal 16 dt/ha und Polen 13 dt/ha. Der hohe Öl- und Eiweißgehalt der Andenlupine macht diese Sorte sehr interessant für die Verwendung in neuen Lebensmitteln und Kosmetikprodukten und als hochwertige Komponente in Futtermitteln. Im Rahmen dieses EU-Projektes sollen pflanzenbauliche Versuche auf verschiedenen Standorten in Europa durchgeführt werden.



Traditioneller Anbau von Andenlupinen in Ecuador

Lupine als nachhaltige Kulturpflanze

Die Andenlupine, *Lupinus mutabilis*, ist eine der vier Lupinenarten, die für den menschlichen Verzehr geeignet sind. Die Andenlupine stammt aus Südamerika, wo sie bereits seit Tausenden von Jahren Teil der Grundernährung ist. Die anderen drei Lupinenarten stammen aus dem Nahen Osten, Südeuropa und Nordafrika. Bei diesen Lupinen handelt es sich um die Weiße, die Gelbe und die Blaue (schmalblättrige) Lupine. Die Andenlupine hat wie auch die Sojabohne einen hohen Gehalt an Öl und Proteinen. Dadurch verfügt sie über das Potenzial, eine Alternative zu vielen Sojabohnen Anwendungen zu sein. Das LIBBIO Projekt hat zum Ziel, die Andenlupine als neue Kulturpflanze für Lebensmittel- und Non-Food-Anwendungen in Europa einzuführen. Die Andenlupine verfügt über mehrere Vorteile: Sie wächst auch auf mageren Böden, als Leguminose reichert sie den Boden mit Stickstoff an, den sie mit Hilfe von Knöllchenbakterien aus der Luft gewinnt und sie produziert nahrhafte Bohnen, welche reich an Proteinen, Pflanzenöl und Präbiotika sind. Das Öl der Andenlupine ist reich an ungesättigten Fettsäuren und reich an Antioxidantien und Vitamin-E (Tocopherol), wodurch es wesentlich zu einer gesunden Ernährung beiträgt.



Lupinenhülse mit Lupinenbohnen

Gut für den Boden

Für Landwirte, die ihren Boden nachhaltig bewirtschaften, ist der Anbau von Lupinen eine wertvolle Komponente in der Fruchtfolge. Lupinen binden nicht nur den Stickstoff aus der Luft, wodurch auch den nachfolgenden Kulturen der Stickstoff im Boden zur Verfügung steht, sondern sie steigern darüber hinaus organische Substanz im Boden, die in der Folge die Biologische Vielfalt des Bodens und die Wasserspeicherkapazität erhöhen. Ferner mobilisieren Lupinen Phosphate, die sie für die wachsende Ernte pflanzenverfügbar machen.



Wurzelknöllchen mit symbiontischen Rhizobien N-fixierenden Bakterien

Erträge aus der Lupinenernte

Die Ernteerträge aller Lupinenarten sind relativ gering. In Nordwesteuropa liegen die durchschnittlichen Ernteerträge der Lupinenarten zwischen 2,5 – 3,5 t/ha. Die Gewinnschwelle für die Ernteerträge von Lupinen verglichen mit Weizen liegt für Nordwesteuropa zwischen 3-4 t/ha und für Ost- und Südeuropa etwa bei 1,5-3 t/ha. Zuchtbemühungen zur Steigerung des Ernteertrags und für verbesserte Resistenzen gegen Krankheiten befinden sich gegenwärtig in einem kontinuierlichen Prozess und lassen vielversprechende Ergebnisse erwarten.

Lupine statt Soja, Chancen für Europa

Lupinenbohnen können Sojabohnen ersetzen. Soja wird weltweit als Inhaltsstoff für Anwendungen in Lebensmittel, Futtermittel und Non-Food verwendet. Die europäischen Verbraucher zögern, gentechnisch veränderte Sojabohnen oder Sojaprodukte für ihre Ernährung zu nutzen. Dies eröffnet neue Perspektiven für alternative Protein- und Ölpflanzen wie Lupinen. Durch den Anbau von Lupinen in der EU wird die EU unabhängiger von nord- und südamerikanischen Sojaimporten, was gleichzeitig auch der Abholzung von Regenwald und dem Verlust von Biodiversität in Südamerika entgegenwirkt. Die Blauen (kleinblättrigen), Gelben und Weißen Lupinen sind an die klimatischen Bedingungen in Nordwesteuropa angepasst und können hier gut gedeihen. Im Gegensatz dazu wirken sich die vorherrschenden Temperaturen in diesen Regionen ungünstig auf das Wachstum und damit auch auf das Ernteergebnis für den Sojaanbau aus. Die Andenlupine ist neu in Europa und wird durch Zucht und Selektion an die europäischen agroklimatischen Bedingungen angepasst.



Lupinenfeld in den Niederlanden

Andenlupine (*Lupinus mutabilis*)

Die Andenlupine (*Lupinus mutabilis*) ist eine Lupinen Spezies, die traditionell in den Anden Hochlandregionen Boliviens, Ecuadors und Perus angebaut wird. Die Ernte dieser Lupinenbohnen ist trotz ihrer vielversprechenden Ernährungsqualitäten noch nicht an die moderne landwirtschaftliche Praxis angepasst. Begonnen hat die Zucht dieser Lupinenart in Chile und Ecuador. Jetzt wird sie auch in Europa im Rahmen des LIBBIO-Projektes fortgeführt. Im Vergleich zu anderen Körnerleguminen hat diese Lupinen Spezies den höchsten Proteingehalt (45-50%), der sogar höher ist als der von Soja. Gleichzeitig enthalten die Bohnen der Andenlupine eine ähnliche Menge an Öl wie Sojabohnen (18%-25%), wodurch die Lupinenbohnen sowohl für die Nutzung in Futter als auch für die Nutzung in Lebensmitteln und Kosmetikprodukten interessant werden. Ein weiteres Merkmal, welches den Anbau der Andenlupine interessant macht, ist die Tatsache, dass die Pflanzen ein sehr kräftiges Wachstum zeigen und eine enorme Menge an Biomasse produzieren, ohne dass eine umfangreiche N-Düngung erforderlich ist.

Zusammensetzung Lupinsamen im Vergleich zu anderen wichtigen Protein-Öl-Pflanzen

		Weißer Lupine	Blaue Lupine	Gelbe Lupine	Anden-Lupine	Sojabohnen	Sonnenblume	Raps
Feuchtigkeit	g /100 g fw	8,6	9,0	9,4	8,1	8,54	4,73	9,4
Brennwert	kJ/ 100 g dw	2078	2032	2164	2307	2040	2565	1920
Rohprotein	g/100 g dw	38,2	33,9	42,2	43,3	39,9	21,8	20
Rohe Lipide	g/100 g dw	11,2	6,3	5,5	18,9	21,8	54,0	46
Faser	g/100 g dw	8,9	16,0	15,8	8,2	10,2	9,0	
Asche	g/100 g dw	3,4	3,0	3,8	3,9	5,3	2,8	
Kohlenhydrate	g/100 g dw	39,3	41,0	38,8	32,9	33,0	21,0	

Agronomische Merkmale im Vergleich zu anderen Lupinenarten

Verfügbarkeit von Saatgut

Im Gegensatz zu den anderen Lupinenarten (Blaue, Weiße und Gelbe Lupinen) sind noch keine Sorten der Andenlupine im Markt erhältlich. Weltweit gibt es davon nur eine registrierte Sorte. Diese Sorte wird in Chile gezüchtet und steht in Europa nicht zur Verfügung. Feldversuche und die Produktion in Kleinserien werden daher noch mit Landrassen aus der Andenregion oder mit gereinigten Linien aus diesem Material durchgeführt. Die Partner im LIBBIO Projekt arbeiten an der Registrierung der ersten, frühblühenden Andenlupinen Sorte, die hoffentlich der Ausgangspunkt für die Einführung dieser Kulturpflanze in Europa sein wird.



Feldversuch mit Andenlupinen an der Agraruniversität Lissabon, Portugal

Ernteziele

Derzeit prüfen die Partner innerhalb vom LIBBIO Projekt zwei verschiedene Verwendungsmöglichkeiten für Andenlupinen: Einerseits die hochproteinreiche, trockene Bohnenproduktion und andererseits die Biomasseproduktion entweder für Futtermittel, für Biogas oder für biobasierte Materialien. Für den nördlichen Teil Europas haben die meisten Landrassen der Andenlupine eine lange Vegetationsperiode von mehr als 200 Anbautagen. Frühe Linien mit 150-180 Anbautagen sind in Entwicklung und werden wahrscheinlich als erste Sorten der Andenlupine in Europa registriert. Innerhalb vom LIBBIO Projekt haben sich jedoch ausgewählte Linien als relativ früh in der Blüte- und Hülseneinstellung erwiesen, so dass sich diese Linien bereits für die Trockenkornproduktion in den südlichen, östlichen und nordwestlichen Teilen Europas eignen. Darüber

hinaus wurden auch in Polen Fortschritte in der Züchtung erzielt hinsichtlich einer stärker eingeschränkten Verzweigung der einzelnen Pflanzen und früher abreifenden Zuchtlinien. Dies könnte den Anbau der Andenlupine in naher Zukunft auch für Nordeuropa geeignet machen.

Agronomischer Bedarf im Vergleich mit anderen Lupinen

*Blaue Lupine (*Lupinus Angustifolius*, schmalblättrig)*

Blaue Lupinen haben eine sehr hohe Frosttoleranz von -8 bis -10 Grad Celsius. Das macht eine frühzeitige Aussaat in Nordwesteuropa möglich. Für Blaue Lupinen eignen sich am besten kalkarme Böden mit einem maximalen Calciumgehalt (freies CaCO_3) von 0,8%. Der optimale pH-Wert liegt zwischen 4,5 und 6,8. Sie benötigt eine Anzahl an Wachstumstagen zwischen 120-150 Tagen. Es gibt Sorten, die früh abreifen und gleichzeitig verzweigt sind, andere Sorten reifen spät ab und sind nicht verzweigt. Blaue Lupinen sind relativ tolerant gegenüber Anthraknose. Das Ertragspotenzial beträgt 2-5 t/ha.



Blaue Lupinenblüte (CV Haags Blaue) und Bohnen (cv Regent)

*Weißer Lupine (*Lupinus Albus*)*

Weißer Lupinen sind mäßig frosttolerant und vertragen Temperaturen von -6 bis -8 Grad Celsius. Weißer Lupinen sind weniger empfindlich gegenüber hohen Kalziumspiegeln in Böden. Es bestehen jedoch Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten. Der optimale pH-Wert liegt zwischen 5,5 und 8,0. Die Anzahl der Anbautage liegt zwischen 140-175 Tagen. Es gibt Sorten, die früh abreifen und verzweigt sind, andere Sorten reifen spät ab und sind nicht verzweigt. Weißer Lupinen sind anfällig für Anthraknose. Das Ertragspotenzial beträgt 2-6 t/ha.



Weißer Lupine und Bohnen (cv Boros)

Gelbe Lupine (Lupinus Luteus)

Gelbe Lupinen haben einen niedrigen pH-Wert von 4,5-6,0. Gelbe Lupinen sind trockenheitstolerant. Die Anzahl der Anbautage liegt zwischen 135-150 Tagen und das Ertragspotential beträgt 1-3 t/ha.



Gelbe Lupinenblüten und Bohnen (cv Puma)

Anden-Lupin (Lupinus mutabilis)

Andenlupinen haben eine Frosttoleranz von -3 bis -5 Grad Celsius. Obwohl Andenlupinen sich für eine große Vielfalt an verschiedenen Bodentypen eignen, scheinen sie schwere Böden wie lehmige Böden oder leichte Tonböden zu bevorzugen. Im Gegensatz zu den anderen Lupinenarten ist diese Lupine die kalziumtoleranteste. Geringe CaCO_3 -Werte oder Werte von bis zu 20% sind möglich. Die Andenlupine ist anfällig für Anthraknose. Sie hat die längste Wachstumsperiode unter den verschiedenen Lupinenarten. Unter nordeuropäischen Bedingungen benötigt sie mehr als 200 Tage, frühe Varietäten benötigen 150-180 Tage. Die Dauer der Wachstumsperiode unter südeuropäischen Bedingungen muss noch weiter beobachtet werden. Für den südeuropäischen Raum zeichnet sich momentan ein Ertragspotential von 2,5-3,0 t/ha ab.



Andenlupine mit Blüte, Hülse und Bohnen

Pflanzenmanagement

Aussaat

Aussaatdatum: Aufgrund der hohen Frostempfindlichkeit müssen Andenlupinen in der Vegetationsperiode relativ spät gesät werden. Die Aussaatzeit von Andenlupinen ist vergleichbar mit der Aussaatzeit von Soja.

Aussaatdichte: Aufgrund des hohen Biomassewachstums müssen Andenlupinen mit einer viel geringeren Pflanzendichte gesät werden als andere Lupinen.

Aussaatdichte	Pflanzen/m²
Nicht verzweigte blaue Lupine	120-140
Verzweigte blaue und gelbe Lupine	80-100
Weißer Lupine	60-70
Anden Lupine	20-25

Impfung: Im Gegensatz zu anderen Lupinenarten scheinen Andenlupinen auf den meisten Böden auf die natürlichen verfügbaren Rhizobia zu reagieren. In Feldversuchen reagierte die Pflanzenentwicklung nicht auf eine Zugabe von kommerziell erhältlichem Inokulum, das für die europäischen Lupinenarten entwickelt wurde.

Durch die große Erntehöhe können Andenlupinen in Reihen mit einem Reihenabstand von 50 cm gesät werden, was die mechanische Unkrautbekämpfung durch Hacken sehr effektiv macht. Die Aussaattiefe ist vergleichbar mit der gängigen Saattiefe, die auch bei Weißen Lupinen Anwendung findet (3-5 cm).

Unkraut, Schädlinge und Krankheiten

Unkraut: In vielen Ländern Europas werden Lupinen nur sehr selten angebaut, was zu einer begrenzten Verfügbarkeit von Agrochemikalien für den Pflanzenschutz führt. Dies trifft auf jeden Fall für die Andenlupine zu. Zur Unkrautbekämpfung sind einige Voraufbauherbizide in Lupinen im Allgemeinen oder in trockenen Hülsenfrüchten erlaubt und können auch in Andenlupinen verwendet werden. Bei einem Herbizid-Screening wurde festgestellt, dass häufig verwendete Herbizide wie Stomp und Boxer auch in Andenlupinen sicher eingesetzt werden können. Da nach dem Auflaufen kaum für den Lupinenanbau geeignete Herbizide verfügbar sind, ist für die Unkrautbekämpfung in Lupinen meistens ein zusätzlicher Aufwand durch mechanische Unkrautbekämpfung notwendig. Da Andenlupinen mit einem breiten Reihenabstand gesät werden können, ist Hacken die effektivste Methode zur Unkrautbekämpfung. Andenlupinen sind relativ unempfindlich gegen Erschütterungen.

Krankheiten: Lupinen sind in den frühen Entwicklungsphasen empfindlich gegenüber bodenbedingten Pilzen und Agrioten (Klickkäfer, Drahtwurm). Bedeutende Krankheiten während der Entwicklung sind Botrytus und Anthraknose.

Schädlinge: Im Vergleich zu Körnerleguminosen wie Faba-Bohnen sind Lupinen relativ unempfindlich gegenüber Schwarzböhenläuse. Die spezialisierte Lupinen Blattlaus jedoch, die immun gegen die in der Lupine enthaltenen Alkaloide ist und die Alkaloide für ihren eigenen Schutz verwendet, kann ein Problem vor allem bei Sorten mit einem (relativ) hohen Alkaloid-Spiegel werden. Da die Züchtung von süßen Andenlupinen Sorten noch am Anfang ist, haben die meisten Andenlupinen Landrassen einen hohen Alkaloidgehalt und sind damit empfindlich gegenüber Lupinen-Blattläuse. Diese Alkaloide machen Lupinen weniger attraktiv für Hasen, Kaninchen und Hirsche.



Anthraknose in Lupinen

Ernte

Erntezeit: Die frühen Linien der Andenlupinen erreichen in Nordwesteuropa Ende August und Anfang September ihre „gelbe Reife (BBCH 87)“. Unter der Voraussetzung, dass sie gesund sind, können späte Linien weiter wachsen bis Oktober oder November. Sie produzieren auch so spät noch immer wieder neue Blüten. In den südlichen Teilen Europas erfolgt die Trockenkornernte im Zeitraum Mai/Juni, wenn die trockene Witterung das Pflanzenwachstum im Allgemeinen stoppt. Gegenwärtig sind verschiedene Linien der Andenlupine in der Entwicklung zur Optimierung der Trockenkornernte.

Perspective

Die Andenlupine, eine der verlorenen Kulturfrüchte der Inkas, verfügt über große und noch nicht freigesetzte Potenziale. Die intensive Forschung und Entwicklung in Peru, Ecuador und Europa tragen zur Anpassung dieser traditionellen Kultur an die moderne landwirtschaftliche Praxis bei. Die eiweiß- und ölreiche Zusammensetzung der Andenlupine macht sie zu einer wertvollen Kultur für Anwendungen in Kosmetika, Lebensmitteln und Tierfutter. Ihre Fähigkeit, auch auf armen Böden zu wachsen, macht sie zu einer interessanten Ackerfrucht als Ergänzung zur gängigen europäischen Praxis. Mehrwertanwendungen für Kosmetika und Lebensmittel wie Lippenstifte, Anti-Aging-Hautpflege, präbiotische Joghurts, leckere Schokoladenaufstriche und vegane Schokoriegel machen diese Ernte zu einer interessanten Gelegenheit für europäische Verbraucher, interessierte Produzenten und Unternehmer.

ZoiY Naturkosmetik ist eine der ersten neuen Kosmetikmarken, welche große Möglichkeiten in Lupine als Inhaltsstoff für hochwertige Haut- und Haarprodukte sieht. Diese Kosmetikprodukte mit Lupine als Inhaltsstoff pflegen nicht nur, sondern schützen auch zugleich.

Das LIBBIO-Projekt trägt mit erheblichen Investitionen in die Produktionskette und in die Entwicklung neuer Produkte zum Aufbau einer nachhaltigen Andenlupinenproduktion, Produktionskette und Mehrwertprodukten in Europa bei.



ZoiY® Naturkosmetik mit Lupine als Inhaltsstoff für Haut- und Haarpflege, www.zoiy.eu



LIBBIO, Lupine: Beauty von marginalen Böden

This project has received funding from the Bio-based Industries Joint Undertaking under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 720726



Colophon

Copyright 2019, Groningen

Hanzehogeschool Groningen
Kenniscentrum Kunst & Samenleving
Praediniussingel 59
9711 AG Groningen
The Netherlands

Authors: Irmgard Starmann, Waltraud Hein, Udo Prins, Rob van Haren
Design: Mandy Holstege

Nothing from this publication may be reproduced and/or published by means of print, photocopy or any other medium without the publisher's prior written permission.

