

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЛКАЛОИДОВ В КРУПЕ ЛЮПИНА ПОСЛЕ ЭКСТРАКЦИИ

Е. В. АФОНИНА, кандидат биологических наук
В. И. КОСТЮЧЕНКО, кандидат биологических наук
ВНИИ люпина
E-mail: AF0804@yandex.ru

Изучены условия использования люпина в качестве продовольственного сырья. Проведено исследование получения низкоалкалоидного продукта с максимально возможным содержанием белка.

Ключевые слова: крупа люпина, содержание алкалоидов, содержание белка, экстракция.

Люпин — ценная высокобелковая бобовая культура. В семенах люпина содержится до 40 % белка, в них оптимальное соотношение аминокислот, высокое содержание ненасыщенных жирных кислот, сахаров. В отличие от сои люпин более неприхотлив, его можно выращивать практически везде, так как нет ограничений по почвенным и климатическим условиям. Белок люпина лучше сбалансирован по аминокислотному составу, практически не содержит ингибиторов трипсина и поэтому хорошо усваивается [7].

Основным антипитательным фактором люпина являются хинолизидиновые алкалоиды. По мировым нормам содержание алкалоидов в зерне люпина и пищевых полуфабрикатах из него (муке, белковом концентрате, белковом изоляте) не должно превышать 0,02 % по сухому веществу [1].

Для получения безалкалоидного люпинового сырья на протяжении последних 70 лет селекционеры выводят безалкалоидные, «сладкие» сорта разных видов люпина [5]. Наряду со значительными успехами в этой области стало очевидным, что алкалоиды не являются для растений люпина бесполезным (вторичным) продуктом, а служат важным защитным фактором [4]. Потеря алкалоидов сопровождается уменьшением жизнеспособности растения. Однако при ослаблении контроля со стороны семеноводов растения сладкого люпина быстро восстанавливают алкалоидность [8, 9].

Конкурентоспособность зерна люпина (как высокобелкового растительного сырья для пищевой промышленности) во многом будет определяться затратами на получение безалкалоидного сырья [3, 7].

Альтернатива селекционному пути получения безалкалоидного люпинового сырья — развитие технологий переработки горького люпина, уменьшающих в итоге количество алкалоидов [2, 6]. Высокотемпературный режим обработки — энергоемкий и пожароопасный процесс, экстракция водой ведет к потере водорастворимых белков и углеводов, что снижает ценность полученного продукта. Поэтому представляет интерес процесс экстрагирования алкалоидов различными растворителями. Целью данного исследования стал поиск технологических приемов снижения алкалоидности люпинового сырья.

Методика исследований. Исследования проводили с 2008 по 2011 год. Объектом исследования были образцы зерна узколистного люпина сорта Снежесть, Сидерат 38 и желтого люпина сортообразца СН 1658–07. Крупу получали на экспериментальной установке в лабораторных условиях и фракционировали лабораторными ситами на две группы: 1,5–3 мм и более 3 мм.

Для выделения алкалоидов использовали два растворителя: соляную кислоту 1,3 % и ацетатный буфер (рН = 4,0).

Изучали следующие варианты экстракции:

1. Однократная экстракция, соотношение объемов крупы и растворителя 1:7.
2. Однократная экстракция, соотношение объемов крупы и растворителя 1:8.
3. Двукратная экстракция, соотношение крупы и растворителя 1:4.
4. Двукратная экстракция, соотношение крупы и растворителя 1:8.

Исследовались два температурных режима инкубации: от +20 до +23° С и от +45 до +50° С. Время инкубации — 3 часа и 6 часов (в 1 и 2 вариантах) и два раза по 3 часа (в 3 и 4 вариантах). Экстракт от твердой фазы отделяли путем фильтрования через сито с размером ячейки 0,2 мм.

Обезгорченные образцы крупы оценивали на остаточное содержание алкалоидов, потерю сухого вещества и содержание сырого белка после экстракции. Содержание алкалоидов определяли по методике, разработанной в 2007 г. в лаборатории переработки и использования люпина на пищевые цели ГНУ ВНИИ люпина. Потерю сухого вещества оценивали по весу сухого остатка фиксированного объема экстракта. Определение общего азота проводили фотоколориметрически с использованием реакции индофенольной зелени [6].

Определение сухого остатка фиксированного объема экстракта проводили следующим образом: пакет пронумерованных листов фильтровальной бумаги размером 10×10 см (для надежного впитывания 1 мл жидкости) предварительно высушивали до постоянной массы и взвешивали. Для определения сухого остатка экстракта на отдельный листок аккуратно наносили точно 1 мл экстракта, после полного впитывания

Результаты двукратной отмывки (1:4) крупы люпина

Варианты опыта	Экстрагент	Содержание алкалоидов, %	Содержание белка, %	Потеря сухого вещества, %
ЛУ крупа нативная	—	0,093	38,55	—
ЛУ >3 мм, t _{инкуб.} 20 — 23°C	HCl 1,3%	0,01	46,55	14,0
	Ацетатный буфер (pH=4,0)	0,0135	46,95	13,0
ЛЖ крупа нативная	—	0,12	47,52	—
ЛЖ >3 мм, t _{инкуб.} 20 — 23°C	Ацетатный буфер (pH=4,0)	<0,01	59,75	14,0

вания листы подвешивали на проволочные крючки в сушильном шкафу и высушивали при температуре 50° С до постоянной массы. Разница между массой высушенного листа с экстрактом и без него и является массой сухого остатка 1 мл экстракта. Умножение полученного результата на объем экстракта, слитого с образца, дает потерю сухого вещества.

Результаты исследования. Для экстрагирования использовали цельное зерно, муку и крупу семян люпина. Опыты с цельным зерном показали, что оболочку семян люпина необходимо снимать, так как она очень медленно пропускает жидкий экстракт. При экстрагировании алкалоидов из муки весьма велики потери сухого вещества. Крупа оказалась наиболее перспективным вариантом.

Для экстрагирования использовали крупу из семян люпина узколистного сорта Снежетъ и из семян люпина желтого. Из всех исследованных вариантов были выбраны те, которые соответствовали двум основным требованиям: относительно небольшая потеря сухого вещества — до 14 % и снижение содержания алкалоидов до 0,02 % и ниже (таблица).

Установлено, что степень отмывки крупы зависела от природы экстрагента, температуры, времени экстрагирования и степени измельчения исследуемого зернового материала. Снижение содержания алкалоидов до необходимых 0,02 % получили при двукратной отмывке крупы желтого и узколистного люпина ацетатным буфером. Аналогичный результат был получен и в вариантах с использованием соляной кислоты.

В других вариантах при отмывке ацетатным буфером снижение содержания алкалоидов в крупе узколистного люпина до 0,02 % и ниже наблюдалось в 1 варианте: размер крупы >3 мм, t° 45–50 °С, 6 ч — остаточное содержание алкалоидов 0,0185 % и во 2 варианте: размер крупы >3 мм, t° 45 — 50 °С, 6 ч — остаточное содержание алкалоидов 0,015 %. В желтом люпине снижение содержания алкалоидов до 0,02 % наблюдалось во 2 варианте: размер крупы >3 мм, t° 45–50 °С, 6 ч — остаточная алкалоидность составила 0,019 %. В 1 и 2 вариантах опыта с соляной кислотой образцы с низкой алкалоидностью не получили.

Проанализировав содержания белка в контроле (нативная крупа) и во всех вариантах отмывок, сделали вывод, что белки практически не экстрагировались в растворитель. Хотя следует отметить, что в зависимости от условий экстракции этот показатель менялся: в вариантах с размером крупы 1,5–3 мм незначительная часть белков все же переходила в раствор. Имеет значение и вид растворителя: при использовании ацетатного буфера содержание белка в конечном продукте несколько выше, чем при использовании соляной кислоты. Это значение максимально во 2 варианте (люпин желтый, ацетатный буфер), и колеблется оно от 53,9 до 65,68 %.

Снижение содержания алкалоидов до необходимых 0,02 % наблюдалось в вариантах с двукратной отмывкой. Но в 4 варианте после экстракции остается большой объем сливаемого растворителя, что требует дополнительных затрат или разработки технологии по его утилизации. Интересными могут быть исследования дальнейшего использования алкалоидного экстракта.

Варианты с большой потерей сухого вещества можно рассматривать только как способ получения белкового концентрата. Результаты проведенного исследования позволяют рассматривать люпин в качестве продовольственного сырья.

Литература

1. Australia New Zealand food standards code. Standard 1.4.1 Contaminants and natural toxicants. Published by Anstat Pty Ltd CAN 005 446 748.
2. Fausto-Guerra S. Production of fermented flour from Lupinus Wild Seeds / Fausto-Guerra S., M. E. Ruano-Ornelas and M. A. Ruiz-Lopez// ILA, 11th International Lupin Conference, Abstracts, Mexico, 2005. P. 150.
3. Santana F. C. Извлечение хинолизидиновых алкалоидов из муки белого люпина с помощью бактерий / Santana, F.C and Empis, G. M. A // European Food Research and Technology. 2001, V 2, P. 1–11.
4. Wink M. Breeding Aim: High or lower alkaloid levels? /Wink M. // ILA, 6th International Lupin Conference, Proceedings, Chile, 1990, P. 326–335.
5. Купцов Н. С., Такунов И. П. Люпин — генетика, селекция, гетерогенные посевы. — Брянск, Клиницы: Клинцовская городская типография, 2006.
6. Методы биохимического исследования растений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Под редакцией А. И. Ермакова. Л., Колос, 1972. — С. 341–342.
7. Перов А. Переработка семян люпина /Перов А.// Комбикорма, 2008. — № 1. — С. 50.
8. Сизенко Е. И. Пищевая ценность люпина и направления использования продуктов его переработки / Сизенко Е. И., Лисицын А. Б., Кудряшов Л. С., Растяпина А.В. // Все о мясе, 2004 г. — № 4. — С. 34–40.
9. Ульрих Мор. Альтернативный процесс обезгорчивания для *L. mutabilis* /Ульрих Мор// Труды 5-й международной конференции по люпину, Польша, 1988. — С. 701–705.

Alkaloids' content changes in lupine groats after their extraction

E. V. Afonina, V. I. Kostyutchenko

The article describes the conditions for developing products with low alkaloid content with as high as possible protein content preservation. Lupine was to be used as human food raw material.

Key words: lupine groats, alkaloid content, protein content, extraction