

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
БОБОВЫХ КУЛЬТУР КАК СЫРЬЯ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЫБ**

*Ж. В. Кошак, Л. В. Руksан, А. Н. Русина, Н. В. Зенович
РУП «Институт рыбного хозяйства» 220024, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Стебенева, 22, e-mail: belniirh@tut.by*

**RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LEGUMES AS RAW
MATERIAL FOR PRODUCTION OF MIXED FODDERS FOR FISH**

*Z. Koshak, L. Ruksan, A. Rusina, N. Zenovich
RUE “Fish industry institute”, 22 Stebeneva St., Minsk, 220024, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Реферат. Дана сравнительная характеристика разных сортов люпина и фасоли. В результате проведенных исследований установлены перспективные сорта фасоли и люпина для дальнейшего использования при производстве комбикормов для рыб.

Ключевые слова: люпин, фасоль, сахар, жир, клетчатка, белок, зола, влажность, натура, масса 1000 семян.

Abstract. Comparative characteristics of different varieties of lupine and beans are given. As a result of the conducted researches, perspective varieties of beans and lupine have been established for further use in the production of mixed fodders for fish.

Key words: lupine, beans, sugar, fat, fiber, protein, ash, moisture, nature, weight of 1000 seeds

Введение. Бобовые – это крупное семейство класса двудольных. Оно включает более 20 тыс. видов. Зерновые бобовые культуры возделывают для получения семян с высоким содержанием белка. В мировом земледелии зерновые бобовые занимают около 13 – 14 % посева зерновых хлебов. По посевным площадям горох и соя занимают первое место, затем – люпин. Фасоль возделывают на небольших площадях [1].

Люпин начали возделывать 4000 лет тому назад. Самым первым в культуру был введён люпин белый (*L. albus*), который использовался в Древней Греции, Египте, Римской империи для пищевых, кормовых, лечебных и

удобрительных целей. На Американском континенте был окультурен люпин изменчивый (*L. mutabilis*) [2]. В условиях Беларуси широкое распространение в 70 – 80-е годы XX в. имел желтый люпин. Последовавшее за тем массовое распространение фузариоза вызвало резкое сокращение посевных площадей. Позже были созданы устойчивые сорта желтого люпина, и посевные площади начали опять увеличиваться. В 90-е годы создана принципиально новая культура – узколиственный кормовой люпин, урожайность которого достигла уровня зерновых культур.

Фасоль на территорию Республики Беларусь попала сравнительно недавно – в 16 веке – из Турции и Франции. Сначала ее называли бобами и специально выращивали только в декоративных целях. Как овощ фасоль стали выращивать только в 18 столетии. В последние годы фасоль стала более популярной [3].

Рецептуры рыбных комбикормов наиболее сложные для производства из-за небольшого количества зерновой составляющей, повышенного содержания протеина и жиров, пониженного содержания клетчатки. Все комбикорма для рыб в республике выпускаются только в гранулированном или экструдированном виде и к ним предъявляются некоторые специфические требования, а именно водостойкость или разбухаемость гранул. Комбикорма для рыб с учетом всех их особенностей имеют высокую стоимость, а в наших экономических условиях это приводит к сокращению их потребления и к упрощению рецептуры комбикорма. Все это в конечном итоге отражается на темпах роста рыбы и кормовых затратах.

В настоящее время основная проблема в комбикормах для рыб – это отсутствие качественного и дешевого протеина. Поэтому исследования технологических характеристик бобовых культур в настоящее время актуально Республике Беларусь.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в 2017 году на кафедре технологии хлебопродуктов в УО «Могилевский государственный университет продовольствия» и в лаборатории кормов РУП

«Институт рыбного хозяйства». Объектом исследования являлись семена цветной (красной), белой (крупной и мелкой) фасоли и трех сортов люпина (Ян, Першацвет, Прывабны). При выполнении работы были использованы стандартные методы исследования: определены технологические, физические, физико-химические и химические свойства исследуемых образцов.

Результаты исследований и их обсуждение. Технологические свойства в значительной степени определяются структурой семян, соотношением масс анатомических частей, а также распределением по ним химических веществ. Особенности анатомического строения семян оказывают решающее влияние на организацию и ведение технологического процесса. Поэтому результат переработки семян во многом определяется их относительным содержанием анатомических частей. Количество анатомических частей семян исследованных бобовых культур представлены в таблице 1.

Таблица 1. - Количество анатомических частей семян исследуемых бобовых культур

Сорт	Количество, %			Отношение $\varepsilon = m_c / (m_k + m_{co})$
	корешок, m_k	семенные оболочки, m_{co}	семядоли, m_c	
Фасоль:				
Белая мелкая	2,99	12,10	84,91	5,63
Белая крупная	3,21	9,80	86,99	6,69
Цветная (красная)	4,41	10,80	84,79	5,57
Предел вариации	$3,7 \pm 0,71$	$10,95 \pm 1,15$	$85,89 \pm 1,10$	$6,13 \pm 0,56$
Сорта люпина:				
Ян	1,91	26,77	71,32	2,49
Першацвет	2,14	26,01	71,85	2,55
Прывабны	1,56	26,23	72,21	2,60
Предел вариации	$1,85 \pm 0,29$	$26,39 \pm 0,38$	$71,76 \pm 0,45$	$2,55 \pm 0,05$

Из таблицы 1 видно, что незначительные вариации содержания анатомических частей характерны для исследуемых сортов семян люпина. Для фасоли это нехарактерно. Так, шаг варьирования анатомических частей семян люпина изменяется от 0,29 до 0,45 %, а фасоли – от 0,71 до 1,15 %.

Опытные данные показали, что содержание семенной оболочки у люпина больше чем у фасоли. Соответственно содержание корешка и семядолей у фасоли больше, чем у люпина. Отмечено, что наибольшим потенциалом при производстве любой продукции обладает люпин сорта Прывабны ($\epsilon=2,60$), а фасоли – белая крупная ($\epsilon=6,69$).

Форма является особенностью рода, вида и сорта. Встречаются семена с такими линейными размерами как длина, ширина, толщина и диаметр. Длина – это расстояние между его основанием и верхушкой. Ширина – это наибольшее расстояние между боковыми сторонами. Толщина – наибольшее расстояние между спинной и брюшной сторонами. Диаметр – линейный размер среднего поперечного сечения семени. Средние значения и пределы вариации линейных размеров, исследуемых образцов семян фасоли представлены в таблице 2.

Таблица 2. - Средние значения и пределы вариации линейных размеров, исследуемых образцов семян фасоли

Наименование сорта	Значение					
	Линейные размеры семени, мм					
	длина		толщина		ширина	
	Среднее значение	Предел вариации	Среднее значение	Предел вариации	Среднее значение	Предел вариации
Белая мелкая	7,5	7,50±0,50	6,0	6,00±0,50	5,0	5,1±0,30
Белая крупная	15,1	15,4±1,00	8,6	8,65±0,35	5,5	6,0±0,60
Цветная (красная)	10,0	10,1±1,00	6,7	6,90±0,40	4,9	5,0±0,25

Средние значения и пределы вариации линейных размеров, исследуемых образцов семян люпина приведены в таблице 3.

Таблица 3. - Средние значения и предел вариации диаметра исследуемых образцов семян люпина

Наименование сорта	Среднее значение диаметра, мм	Предел варьирования, мм
Ян	5,3	5,3±0,30
Першацвет	5,9	6,0±0,60
Прывабны	7,4	7,65±0,55

Из таблицы 2 видно, что наибольшее значение шага варьирования наблюдается в основном по длине у белой крупной и цветной фасоли.

Анализ результатов показал, что средние значения длины семян фасоли в зависимости от типа колеблется в разных пределах. Так, для белой мелкой фасоли, значения длины изменяются в пределах 7,0-8,0 мм, для белой крупной – 14,4-16,4 мм, для цветной – 9,1-11,1 мм. Значения ширины исследуемых образцов так же колеблется в разных пределах. Для белой мелкой фасоли, белой крупной и цветной пределы изменения длины соответственно равны 5,5-6,5 мм, 8,3-9,0 мм, 6,5-7,3 мм. Толщина исследуемых образцов изменяется в пределах 4,5-6,6 мм.

На основании полученных данных были построены вариационные кривые распределения линейных размеров для определения распределения размеров для исследуемых образцов и шага варьирования. Вариационные кривые на примере семян цветной фасоли представлены на рисунке 1.

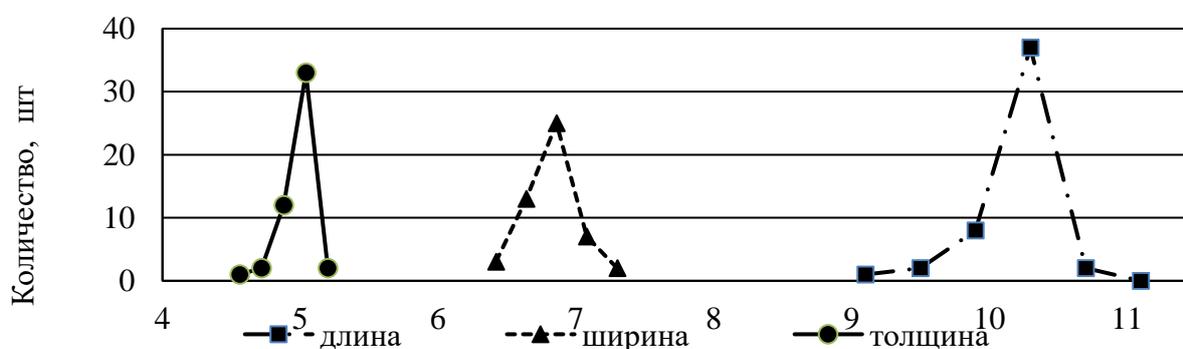


Рисунок 1 – Вариационные кривые изменения длины, толщины и ширины семян цветной фасоли

Анализ вариационных кривых показал, что и длина, и толщина, и ширина варьируются в достаточно широких пределах, что приведет к невысокому значению показателя выравненности исследуемых образцов, а в последствии повлияет на стабильность технологического процесса переработки. Однако, при подготовке семян фасоли имеется возможность деления семян по любому из минимальных размеров.

Для семян люпина анализ результатов показал, что средние значения диаметра семян люпина в зависимости от сорта колеблются в разных пределах. Так для люпина сорта Ян значения диаметра изменяются в пределах 5,0-5,6 мм, для сорта Першацвет – 5,5-6,7 мм, для сорта Прывабны – 6,9-8,2 мм. При этом наибольший шаг варьирования наблюдается у люпина сорта Першацвет и Прывабны.

Важным показателем качества зерна как сырья в комбикормах для рыб является натура. Натурой зерна называется масса 1 литра семян в граммах. На величину натуры влияют примеси, состояние поверхности зерна, форма зерна, крупность, плотность, влажность, плёнчатость, зрелость и выполненность зерна, масса 1000 зёрен, выравненность. Натура приближённо показывает степень выполненности зерна. Зерно выполненное, полновесное имеет повышенную натуру и тем самым более высокое содержание эндосперма – основного источника протеина.

Результаты исследования натуры семян фасоли и люпина представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Натура семян фасоли и люпина

Анализ полученных результатов показал, что значения натуре фасоли в зависимости от типа изменяется в пределах 821–893 г/л, а люпина в зависимости от сорта – 781-801 г/л. Высокое значение натуре отмечено у белой мелкой фасоли (893 г/л) и у люпина сорта Прывабны (801 г/л).

Масса 1000 зерен - важный показатель физических свойств. Данный показатель отражает крупность зерна и связан со степенью зрелости зерна, плотностью его тканей и количеством содержащегося в зерне эндосперма. Естественно, что более крупное зерно имеет и более высокую массу 1000 зёрен. В крупном зерне количество оболочек и масса зародыша по отношению к ядру наименьшие. На рисунке 2 представлены результаты исследования массы 1000 зерен семян фасоли и люпина. Согласно литературным данным масса 1000 семян фасоли от 140 до 1100 г, а люпина от 60 до 600 г [1]. Было установлено, что масса 1000 семян исследуемых образцов фасоли в зависимости от типа изменяется в пределах от 93,23 г до 190,325 г, а люпина – от 120,78 г до 140,31 г.

Плотность можно рассматривать как комплексную характеристику, суммарно отражающую такие показатели как структура, химический состав, массу 1000 зерен и т.д. Согласно литературным данным плотность фасоли и люпина находится в пределах 1,350 – 1,440 г/см³[1]. Анализ полученных данных показал, что плотность исследуемых образцов фасоли изменяется от 1,249 до 1,334, а для люпина - от 1,227 до 1,431 г/см³. Отмечено, что наибольшими значениями данного показателя обладает фасоль белая мелкая и люпин сорта Прывабны.

В таблице 4 приведены значения физико-химических свойств, исследуемых образцов семян фасоли и люпина.

Из таблицы 4 видно, что влажность исследуемых образцов находится в пределах допустимых для данной культуры (фасоль до 15 %, люпин до 14%). Кислотность данных образцов фасоли колеблется в пределах от 10,5 до 11,1, а люпина – от 15,6 до 16,3. По сравнению с фасолью, люпин имеет большие значения кислотности, так как семена люпина содержат больше жира.

Таблица 4. - Физико-химических свойств исследуемых образцов семян фасоли и люпина

Сорт	Значение			
	Влажность,%	седимента- ционный осадок, СО, мл	щелочеудер- живающая способность, ЩУ, %	кислотность, град.
Фасоль				
Белая мелкая	13,7	58	149	11,1
Белая крупная	14,5	57	150	10,9
Цветная (красная)	13,5	63	146	10,5
Предел вариации	14±0,5	60±3	148±2	10,8±0,3
Люпин				
Ян	9,6	19	66	16,3
Першацвет	11,7	18	71	15,6
Прывабны	9,9	17	72	15,7
Предел вариации	10,7±1,0	18±1	69±3	156,0±0,3

Седиментационный осадок у исследуемых образцов фасоли находится в пределах от 57 до 63, а у люпина – от 17 до 19. Щелочеудерживающая способность данных образцов фасоли в зависимости от типа изменяется от 146 до 150 %, а люпина – 66-72 %.

При определении качества, пищевой ценности и потребительских достоинств пищевых продуктов важным является химический состав. Именно от большего или меньшего содержания и от биохимических и физико-химических свойств веществ, находящихся в продукте, зависят наиболее важные показатели их питательности и качества: усвояемость, энергетическая и биологическая ценность, вкус, запах, цвет, консистенция, пригодность для хранения, а также технологические достоинства.

Данные химического состава семян фасоли и люпина представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Химический состав семян фасоли и люпина на сухое вещество

Наименование сорта	Содержание, %						
	Белок	Углеводы			Жир	Зола	Вода
		Крахмал	Сахар	Клетчатка			
Фасоль							
Белая мелкая	23,95	45,99	4,61	5,81	1,92	3,54	14,18
Белая крупная	24,74	47,56	4,93	6,54	1,85	3,2	11,18
Цветная (красная)	21,64	46,67	4,19	6,67	1,98	3,85	14,0
Предел вариации	23,19±1,5 5	46,78±0,79	4,9±0,2 9	6,24±0,43	1,92±0,07	3,53±0,33	12,59±1,41
Люпин							
Ян	33,69	20,34	3,36	15,21	5,95	4,52	16,93
Першацвет	30,87	21,57	3,19	14,92	5,62	3,92	19,91
Прывабны	34,01	22,87	3,25	16,34	5,81	4,21	13,51
Предел вариации	32,44±1,5 7	21,61±1,26	3,28±0,09	15,63±0,71	5,79±0,17	4,22±0,3	16,71±3,2

По литературным данным в семенах фасоли содержатся 23,2% белков, 2,1% жиров, 53,8% углеводов, клетчатки 3,6%; а в люпине 23,4% белков, 2,4% жиров, 53,1% углеводов, клетчатки 4,7% [1]. Анализ химического состава семян фасоли и люпина показал, что содержание белка в исследуемых образцах фасоли составляет 21,64-24,74%, а в люпине 30,87-34,01%. Больше всего белка содержится в фасоли белой крупной и в люпине сорта Прывабны.

Важнейшим углеводом семян является крахмал, который содержится в виде крахмальных зерен (гранул) различного размера и имеют овальную сферическую или неправильную форму. По своему строению крахмал представляет собой высокомолекулярный полимер, состоящий из полисахаридов двух типов – амилозы и амилопектина, различающихся по своим свойствам. Молекулы обоих этих полисахаридов построены из

остатков глюкозы, связанных между собой в цепочки. Однако молекула амилозы имеет линейную структуру, а молекула амилопектина - разветвленную. Содержание крахмала в исследуемых образцах фасоли находится в пределах 45,99-47,56%, а люпина 20,34-22,87%. Люпин сорта Прывабны отличается высоким содержанием крахмала.

Особое внимание уделяется собственным сахарам, которые широко распространены в растительном мире. Они находятся в семенах в свободном состоянии или входят в состав полисахаридов. Содержание сахаров в исследуемых образцах фасоли колеблется незначительно и составляет 4,61-5,19 %, а люпина 3,19-3,36 %. Высоким содержанием сахаров отличается люпин сорта Ян.

Наиболее распространенным органическим соединением, образующим структурную основу оболочек растительных клеток, является клетчатка. Она содержится, главным образом, в стенках клеток алейронового слоя и оболочках. Клетчатка является элементом, снижающим питательную ценность продукта. Это очень прочное химическое вещество, нерастворимое в воде и большинстве других растворителей. Содержание клетчатки в исследуемых образцах фасоли составило 5,81-6,67%, люпина – 14,92-16,34%.

Важную роль в растительном организме в качестве запасных веществ и важнейших компонентов протоплазмы и биологических мембран играют жиры. Жиры являются водонерастворимыми веществами биологического происхождения, состоящие из триглицеридов жирных кислот. Содержание жира в исследуемых образцах фасоли 1,85-1,98% и соответствует средним значениям данного показателя. Содержание жира в исследуемых образцах люпина 5,62-5,95% и соответствует средним значениям данного показателя. Больше всего жира содержится в люпине сорта Ян.

Было определено содержание микро- и макроэлементов в образце цветной фасоли и люпина сорта Ян. Было установлено, что в люпине по сравнению с фасолью содержится больше калия, магния, цинка и марганца. Фасоль содержит больше натрия, кальция, меди и железа.

Таким образом, по содержанию химических веществ следует выделить среди исследуемых сортов фасоль белую крупную и люпин сорта Прывабны как сырья для производства комбикормов для рыб.

Заключение. В данной статье приведена оценка органолептических, физических, физико-химических и химических показателей качества бобовых культур (люпина, фасоли) как сырья для производства комбикормов для рыб.

На основании проведенных исследований было установлено:

- наилучшими физико-химическими показателями качества, наблюдаются у люпина сорта Прывабны, и фасоли белая крупная.

- при определении линейных размеров наибольшим интегрированным показателем крупности обладает люпин сорта Прывабны, фасоль белая крупная;

- при определении физических свойств наилучшие показатели были отмечены у люпина сорта Прывабны и фасоли белой крупной;

- наилучшей сыпучестью обладают семена с шарообразной формой –люпин;

- каждый из изученных компонентов может быть источником полезных и питательных веществ в комбикормах для рыб. Так, бобовые культуры является источником растительного белка, макро- и микроэлементов, обладают лечебно-профилактическими свойствами.

Список использованных источников

1. Марчик, Т. П. Почвоведение с основами растениеводства : учеб. пособие / Т. П. Марчик, А. Л. Ефремов. – Гродно : ГрГУ, 2006. – 248 с.

2. Люпин [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D>. – Дата доступа: 06.09.2017.

3. Фасоль [Электронный ресурс] // KM.ru. – Режим доступа: <http://www.km.ru/kukhnya/encyclopedia/fasol>. – Дата доступа: 07.09.2017.

4. Казаков, Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства : учебник для студентов вузов / Е. Д. Казаков. – 3-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1973. – 352 с.