

УДК 633.36:664.66

## ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СЕМЯН РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В ЦЕЛЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Л. В. Рукшан<sup>1</sup>, Е. С. Новожилова<sup>1</sup>, Д. А. Кудин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
Республика Беларусь

<sup>2</sup>ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов»

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Цель исследования – развитие сырьевой базы пищевой промышленности для получения продуктов здорового питания массового производства. Перспективным сырьем являются семена различных сортов узколистного люпина. Однако, отсутствуют сведения о химическом составе семян люпина белорусской селекции и других показателях их питательной ценности, что определило научную задачу исследования.

**Материалы и методы.** Семена разных сортов узколистного люпина белорусской селекции – Владлен, Гуливер, Дзіўны, Миртан, Митан, Першацвет, Прывабны, Хвалько, Ян – в одиннадцатилетнем периоде наблюдения.

**Результаты.** Установлены пределы вариации комплекса химических показателей и показателей безопасности семян узколистного люпина. На определяемые показатели семян оказывают влияние сорт и климатические условия выращивания.

**Выводы.** Создана товароведная база данных по химическому составу разных сортов узколистного люпина белорусской селекции. Сорта люпина Першацвет, Дзіўны, Ян, Прывабны могут использоваться в качестве источников белка и других питательных веществ при производстве мучных изделий, расширяя их ассортимент и питательную ценность.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** узколистый люпин; сорта; химический состав; аминокислоты; макро- и микроэлементы; биологическая ценность.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Рукшан, Л. В. Оценка химического состава семян различных сортов узколистного люпина белорусской селекции в целях использования в пищевой промышленности / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // Вестник МГУП. – 2021. – № 1(30). – С. 31–39.

## EVALUATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF VARIOUS VARIETIES OF NARROW-LEAVED LUPINE SEEDS OF THE BELARUSIAN SELECTION IN THE INTERESTS OF FOOD INDUSTRY

L. V. Rukshan<sup>1</sup>, A. S. Navazhlyava<sup>1</sup>, D. A. Kudin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

<sup>2</sup>JSC «Minsk Combine of Bread Products», Republic of Belarus

### ABSTRACT

**Introduction.** The purpose of the study is to develop a raw material base in order to obtain healthy food of mass production. Seeds of various varieties of narrow-leaved lupine can be considered as promising raw materials for food industry. However, there is no information about chemical composition and a number of nutritional value indicators of Belarusian selection lupine.

**Materials and methods.** Seeds of different varieties of narrow-leaved lupine of Belarusian selection such as Vladlen, Guliver, Dziuny, Mirtan, Mitan, Pershatsvet, Pryvabny, Khvalko, Yan in an eleven-year observation period.

**Results.** The limits of variation for a number of chemical and safety indicators of narrow-leaved lupine seeds have been determined. The indicators under study are influenced by the variety of lupine and climatic grow-

ing conditions.

**Conclusions.** A commodity database on the chemical composition of different varieties of narrow-leaved lupine of Belarusian selection has been developed. Lupine varieties such as Pershatsvet, Dziuna, Yan, Pryvabny can be used as a source of protein and other nutrients in manufacturing flour products, thus expanding their range and increasing their nutritional value.

**KEY WORDS:** *narrow-leaved lupine; varieties; chemical composition; amino acids; macro-and micronutrients; biological value.*

**FOR CITATION:** Rukshan L. V., Novozhilova A. S., Kudin D. A. Evaluation of the chemical composition of various varieties of narrow-leaved lupine seeds of the Belarusian selection in the interests of food industry. Bulletin of Mogilev State University of Food Technologies. – 2021. – No. 1(30). – P. 31–39 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в условиях рыночной экономики и постоянной конкуренции у каждого предприятия возникает необходимость совершенствовать и повышать качество выпускаемой продукции для создания здоровых продуктов питания, повышения рынков сбыта и увеличения доходов предприятия. В связи с этим в последнее время в зерноперерабатывающей промышленности особо актуальна проблема использования в той или иной степени потенциала семян бобовых культур, в том числе и семян люпина [1–5].

Люпин имеет около 200 видов, из них в полевой культуре возделываются четыре: желтый (*Lupinus luteus* L.), белый (*Lupinus albus* L.), узколистный, или синий (*Lupinus angustifolius* L.), и многолетний (*Lupinus polyphyllus* Lind).

В условиях Беларуси широкое распространение в 70...80-е годы XX века имел желтый люпин. Последовавшее затем массовое распространение фузариоза вызвало резкое сокращение посевных площадей. Позже были созданы устойчивые сорта желтого люпина, и посевные площади начали опять увеличиваться. В 1990-е годы создана принципиально новая культура – узколистный кормовой люпин, урожайность которого достигла уровня зерновых культур [6–8].

В 1997 г. в РБ (особенно в западных областях) отмечалось эпифитотийное развитие опасного заболевания желтого и белого люпина – антракноза, что поставило под угрозу возделывание этих культур. Было приостановлено выращивание желтого люпина в Гродненской и Брестской областях. Абсолютно устойчивые к данному патогену сорта пока отсутствуют, нет и достаточно эффективных фунгицидов [8–12].

Люпин узколистный наименее теплолюбив среди люпинов. Семена начинают прорастать при температуре 4–5 °С. Всходы узколистного люпина переносят кратковременные заморозки до температуры минус 5 °С, а желтого гибнут при температуре минус 2–3 °С. Люпин на семена высевают первым из ранних яровых культур. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 90–110 дней [13].

Расширение площадей под посевами люпина узколистного происходит за счет внедрения в производство сортов отечественной селекции, являющимися более продуктивными, с высокой толерантностью к заболеваниям и экстремальным условиям произрастания.

Сорта узколистного люпина отличаются быстрым начальным темпом роста при максимальной урожайности 63,9 ц/га. Перспективность возделывания новых сортов узколистного люпина связана не только с высокой урожайностью семян, но и их обеспеченностью белком. Так, в их семенах может содержаться 32–35 % белка. Однако по данным многочисленных исследований химического состава и содержания протеина в семенах люпина, единой точки зрения об их количественной изменчивости и факторах ее определяющих, до настоящего времени нет. В литературе имеются достаточно противоречивые сведения о влиянии условий произрастания на содержание белка в его семенах [3–12].

В настоящее время в Государственный реестр сортов РБ включено более 20 сортов люпина узколистного. Из них к толерантным к антракнозу относятся Першацвет, Миртан, Хваль-

ко, Михал, Талант, Ванюша, Гусляр; к среднетолерантным – Митан, Ян, Жодзінскі, Василек, Кармавы [14, 15].

Семена узколистного люпина отличаются более полноценным химическим составом по сравнению с семенами злаковых культур. В его семенах накапливается до 40 % белка, 4–8 % жира, 30–40 % углеводов. При этом белок состоит из легкоусвояемых фракций, что определяет его высокую сбалансированность по аминокислотному составу и высокую биохимическую переваримость [16–20].

В ряде стран, где активизировалась работа с люпином, исследуются не только использование семян люпина на корм, но и промышленные технологии приготовления высокобелковых концентратов для использования их на корм и в пищу с одновременным извлечением масла и алкалоидов, в пищевой промышленности для обогащения хлеба, макаронных и кондитерских изделий [21–25]. В зарубежных исследованиях большое внимание уделяется пищевой технологии люпина. Разрабатывается индустриальная технология обработки зерна с получением люпиновой муки после экстрагирования жира, а также протеинового концентрата [21–23]. Разработаны рецепты изготовления продуктов из муки люпина. В ряде стран в сочетании с мукой злаковых культур изготавливаются бисквиты для питания школьников [24]. Имеются сведения о результатах исследований, в которых в пищу 9-месячным детям включались люпиновые продукты с добавкой метионина [24].

Анализ литературных данных показывает, что у представителей люпинов белорусской селекции изучены, главным образом, аспекты агротехники и семеноводства, а такая важная их особенность, как химический состав, являющийся базовым для зерноперерабатывающей промышленности, исследован недостаточно полно.

Цель исследований – расширение сырьевой базы пищевой промышленности для получения продуктов здорового питания массового производства. Научная задача – оценка химического состава семян различных сортов узколистного люпина белорусской селекции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись семена 9-ти сортов узколистного люпина белорусской селекции (Владлен, Гуливер, Дзіўны, Миртан, Митан, Першацвет, Прывабны, Хвалько, Ян), физические и физико-химические свойства которых предварительно нами изучены [26–30].

Все исследуемые сорта узколистного люпина были до 2018 г. включены в Государственный реестр сортов как сорта сельскохозяйственных растений, допущенные для производства, реализации и использования их семян на территории Республики Беларусь.

При оценке химического состава семян бобовых культур использовали стандартные методы и методики. Так, определение содержания влаги осуществляли по ГОСТ 13586.5, белка – по ГОСТ 13496.4, крахмала – по ГОСТ 10845, жира – по ГОСТ 13496.15, клетчатки – по ГОСТ 13496.2, золы – по ГОСТ 10847, кальция – по ГОСТ 26570, фосфора – по ГОСТ 26657, магния – по ГОСТ 30502, калия – по ГОСТ 30504, натрия – по ГОСТ 30503, железа – по ГОСТ 30692, меди – по ГОСТ 30692, цинка – по ГОСТ 30692.

Аминокислотный состав определяли на автоматическом анализаторе аминокислот «Amino acid Analyzer T 339 M».

Для оценки биологической ценности белков использовали такие показатели, как коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), биологическая ценность (БЦ) и коэффициент утилитарности незаменимой аминокислоты, определяемые по формулам (1–3) [1]

$$\text{КРАС} = \sum \Delta \text{РАС} / n \quad (1)$$

где  $\Delta \text{РАС} = \text{АК}_i - \text{АС}_{\min}$  – различия аминокислотного сора  $i$ -й незаменимой аминокислоты, %;

$\text{АК}_i$  – содержание каждой  $i$ -й незаменимой аминокислоты в 100 г исследуемого белка, г;

$\text{АС}_{\min}$  – минимальный из скоров незаменимых аминокислот в исследуемом белке, %;

n – количество незаменимых аминокислот в исследуемом белке.

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС} \quad (2)$$

$$\text{КУ} = \text{AC}_{\min} / \text{AC}_i \quad (3)$$

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В работе обобщены результаты исследований авторов по изучению химического состава различных сортов узколистного люпина белорусской селекции за последние 11 лет. К началу данной работы (2009 г.) в литературе практически не было полных сведений о химическом составе семян узколистного люпина белорусской селекции и поэтому его определение являлось актуальным.

Изучаемые сорта узколистного люпина созданы, выращены и представлены для исследований селекционерами РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Каждый сорт выращивался в определенный период исследований в течение четырех лет в одной почвенной зоне республики (Минская область), характеризующейся следующими агрохимическими показателями: рН – 5,6–5,9, содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 140–160 мг/кг,  $\text{K}_2\text{O}$  – 160–180 мг/кг, гумуса – 2,35–2,45 %.

Метеорологические условия в годы исследований были относительно одинаковыми. Так, изменение температуры воздуха в период вегетации семян составляло 1,6 °С, в период их созревания – 2,2 °С; предел вариации выпавших осадков за период вегетации семян равен 427±59 мм. При этом следует отметить, что погодные условия, сложившиеся, например, в 2009 г., 2010 г. и 2014 г. в период вегетации оказали значительное влияние на продуктивность люпина узколистного Прывабны и Ян, их урожайность по годам исследований различалась в 2 раза, а содержание белка – на 2,5–4,2 % [8].

На первом этапе исследований определены основные показатели качества семян 9-ти сортов узколистного люпина.

В связи с тем, что в 2019 г. Госреестр РБ обновился и в перечень вошли только следующие сорта узколистного люпина: Дзіўны, Миртан, Першацвет, Прывабны, Ян. Эти сорта рекомендованы к выращиванию во всех почвенно-климатических зонах республики и далее они будут рассматриваться более подробно.

Обнаружено, что среди исследуемых семян люпина сорта Ян, Митан, Дзіўны, Владлен, Хвалько и Прывабны содержали наибольшее количество протеина. Однако в один из периодов исследований у люпина, например, сорта Прывабны обнаружено большее количество крахмала и меньше белка. Жира содержалось больше в сортах люпина Гуливер и Хвалько. По наибольшему количеству клетчатки отличались сорта люпина Владлен и Хвалько. По содержанию золы все исследуемые сорта были практически одинаковы и только люпин сорта Прывабны имел наибольшее количество золы. Все это свидетельствует не только о влиянии сорта на химический состав семян, но и некотором влиянии климатических условий их выращивания. Замечено, что большее влияние этих факторов сказывается на содержании протеина.

Установлены пределы вариации показателей химического состава семян независимо от их сорта. Так, предел вариации белка равен 30,70±4,10 %; крахмала – 25,11±1,70 %; сахаров – 7,30±0,20 %, клетчатки – 13,39±1,09 %; жира – 4,93±0,79 % и золы – 3,32±0,49 %.

Качество белка определяет сбалансированность аминокислот (особенно незаменимых). Поэтому на последующем этапе исследований был определен аминокислотный состав семян для ряда исследуемых сортов люпина (табл. 1).

Видно, что наибольшее содержание в пределах каждого сорта люпина, по сравнению с остальными определяемыми аминокислотами, приходится на треонин, аргинин и лейцин.

Все исследуемые сорта бедны на лизин и гистидин.

**Табл. 1.** Аминокислотный состав семян различных сортов узколистного люпина

**Table 1.** Amino acid composition of seeds of various varieties of narrow-leaved lupine

Аминокислота	Содержание, %						
	Гуливер	Миртан	Прывабны	Хвалько	Владлен	Митан	среднее
Лейцин	0,64	0,78	1,08	1,87	2,16	1,61	1,36
Изолейцин	0,16	0,74	0,54	0,74	1,08	0,96	0,70
Треонин	1,51	1,59	1,51	1,63	1,96	1,68	1,65
Аргинин	0,70	1,97	2,16	2,19	2,16	2,01	1,87
Лизин	0,31	0,74	0,59	0,60	0,78	0,68	0,62
Гистидин	0,41	0,56	0,54	0,41	0,68	0,59	0,53
Фенилаланин	0,27	0,93	0,77	0,83	1,22	1,16	0,86

Отмечено, что сорт Владлен наиболее богат аминокислотами. Содержание любой из определяемых аминокислот в сорте Гуливер имеет низкое значение, поэтому этот сорт можно считать бедным по аминокислотному составу.

Замечено также, что по содержанию таких незаменимых аминокислот, как гистидин и лизин, белок узколистного люпина занимает первое место среди других бобовых культур.

Показатели полноценности белка семян ряда сортов узколистного люпина, определенные по показателям КРАС, БЦ, КУ, представлены в табл. 2.

**Табл. 2.** Показатели полноценности белка семян узколистного люпина

**Table 2.** Indicators of the protein content of the seeds of narrow-leaved lupine

Показатели	Сорт						Предел вариации
	Митан	Владлен	Хвалько	Миртан	Гуливер	Прывабны	
КРАС	18,53	21,77	18,66	17,89	21,11	17,98	19,83±1,94
БЦ	81,47	78,23	81,34	82,11	78,89	82,02	80,17±1,94
КУ	0,49	0,55	0,51	0,57	0,54	0,58	0,54±0,05

Видно, что коэффициент различия КРАС имеет наименьшее значение у сортов люпина Миртан, Прывабны, что свидетельствует о наименьшем значении средней величины избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот.

Видно также, что наилучшими по биологической ценности белка являются такие сорта люпина, как Владлен, Миртан и Прывабны. Отношение лизина к белку для этих сортов имеет среднее значение и равно 2. По коэффициенту утилитарности, который наиболее полно отражает сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону, сорта люпина Миртан и Прывабны также наилучшие. Аналогичные результаты получены и для сортов Першацвет и Ян.

Предел вариации содержания витамина Е равен  $6,6 \pm 2$  мг/кг. При этом наибольшее его содержание наблюдалось в люпине сорта Хвалько, среднее – Митан, наименьшее – Прывабны.

Семена люпина включают высокое содержание  $\beta$ -каротина – около 0,3–0,49 мг%, токоферола – 3,9–16,2 мг%, а также каротиноидов – 10–21 мг%, причем 90 % представлено каротином.

На последующем этапе исследований определено содержание макро- и микроэлементов во всех исследуемых сортах.

Пределы вариации содержания макро- и микроэлементов для ряда исследуемых сортов представлены в табл. 3. Установлено, что в семенах люпина независимо от сорта содержится большее количество калия, магния и железа.

Пределы вариации кальция независимо от сорта в семенах люпина соответственно равны

0,6±,2 мг/кг; фосфора – 0,4±0,1 мг/кг; магния – 673±436 мг/кг; калия – 6414±1551 мг/кг; натрия – 124±44 мг/кг; меди – 1,48±1,48 мг/кг; цинка – 30,4±30,0 мг/кг.

Следует отметить, что в литературе имеются сведения о вреде зерна люпина и продуктов его переработки при их употреблении. Речь идёт о токсичности и радиоактивности. К токсичным элементам относят тяжёлые металлы. Они попадают в семена люпина за счёт выбросов предприятий, химических удобрений, сточных вод, ядохимикатов. К числу наиболее опасных токсических элементов относятся ртуть, мышьяк, кадмий, свинец, медь.

Пределы вариации кобальта, марганца, кадмия соответственно равны 0,1±0,02 мг/кг; 40,8±14, и 0,07±0,03 мг/кг. Содержание свинца во всех исследуемых образцах люпина было равно 0,02 мг/кг.

**Табл. 3.** Пределы вариации содержания макро- и микроэлементов в семенах люпина

**Table 3.** Limits of variation in the content of macro-and microelements in lupine seeds

Сорт	Содержание, мг/кг							
	кальций	фосфор	магний	калий	натрий	железо	медь	цинк
Прывабны	0,66±	0,68±	673±	6414±	124±	3,08±	1,48±	6,84±
	0,12	0,22	437	1552	45	0,11	0,02	0,07
Першацвет	0,53±	0,60±	737±	6984±	89±	22,49±	0,85±	8,09±
	0,04	0,21	189	140	4,9	0,15	0,01	0,11
Дзіўны	0,81±	0,38±	995±	7142±	94,1±	41,45±	2,61±	14,36±
	0,05	0,10	129	110	5,3	0,12	0,06	0,13
Ян	0,40±	0,40±	829±	7126±	80,4±	39,52±	1,83±	15,70±
	0,02	0,13	118	104	3,9	0,14	0,05	0,15

Ртуть и мышьяк в исследуемых образцах люпина не обнаружены.

В ходе исследований определялась также степень токсичности методом, основанном на извлечении из исследуемых проб токсических веществ ацетоном и последующем воздействии водно-ацетатным экстрактом на культуру инфузорий парамеций. По выживаемости парамеций определялась степень токсичности исследуемых образцов.

Нетоксичным считается зерно и продукты его переработки, если выжившие парамеции составляют 80–100 % включительно, слаботоксичным – 50–80 % и токсичным – до 50 %.

Определенная таким образом степень токсичности для всех исследуемых сортов находится в пределах 80–91 %. Замечено, что наименьшее значение показателя токсичности имеет сорт люпина Митан, а сорта Миртан и Гуливер характеризуются самой низкой степенью токсичности.

В связи с аварией на Чернобыльской АЭС в РБ и по сегодняшний день определение радиоактивности семян является актуальным. Поэтому проведены исследования и в этом направлении.

Отмечено, пределы вариации калия в сортах Першацвет, Дзіўны, Ян, Прывабны были равны 0,163±0,06 Бк/кг; 0,036±0,09; 0,036±0,05 и 0,029±0,17 Бк/кг; цезия – 0,090±0,001 Бк/кг; 0,099±0,001; 0,104±0,001 и 0,132±0,01 Бк/кг соответственно. Общая радиоактивность всех исследуемых семян люпина не превышает РДУ РБ, а пределы вариации калия в семенах люпина независимо от сорта равны 0,117±0,105 Бк/кг; цезия – 0,115±0,026 Бк/кг, соответственно.

На основании результатов сравнительной оценки показателей качества исследуемых сортов узколистного люпина белорусской селекции создана база данных и определены средние значения показателей, характеризующих химический состав семян узколистного люпина белорусской селекции (табл. 4). Влажность семян люпина находилась в пределах 11,2–11,8 %.

Табл. 4. Средний химический состав семян узколистного люпина белорусской селекции

Table 4. Average chemical composition of seeds of narrow-leaved lupine of Belarusian selection

Сорт	Содержание, % с.в.					
	белок	крахмал	сахара	клетчатка	жир	зола
Першацвет	29,58	26,50	7,45	14,58	5,58	3,60
Гуливер	30,10	26,80	7,50	14,55	5,90	3,04
Миртан	30,50	26,90	7,40	14,97	5,70	2,98
Прывабны	31,34	25,27	7,23	14,17	5,25	3,67
Хвалько	31,60	23,50	8,60	15,76	5,90	3,35
Владлен	31,70	25,20	7,40	16,34	5,70	3,44
Дзіўны	31,75	25,96	7,20	13,34	5,00	3,21
Митан	32,00	26,30	7,60	13,00	5,10	2,96
Ян	32,90	25,85	7,33	13,05	4,82	3,19

Данные табл. 4 и результаты ранее проведенных исследований технологических свойств семян люпина [25–30] позволили сделать вывод, что лучшим по химическому составу является сорт люпина Ян. Сорта люпина Першацвет, Дзіўны, Ян, Прывабны по комплексу исследованных показателей качества могут считаться продовольственными и поэтому могут быть рекомендованы для дальнейшего использования в сельском хозяйстве республики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены исследования в рамках сравнительной оценки сортов узколистного люпина белорусской селекции по комплексу химических показателей и показателей безопасности.

Установлено, что на определяемые показатели узколистного люпина оказывают влияние сорт и климатические условия выращивания. Определено, что сорта люпина Першацвет, Дзіўны, Ян, Прывабны могут быть использованы в качестве источника биологически ценного растительного белка и других питательных веществ при производстве мучных изделий, что позволит расширить ассортимент продукции повышенной пищевой и биологической ценности.

В результате исследований получены новые данные о химическом составе разных сортов узколистного люпина белорусской селекции и установлены пределы их вариации.

Практическая значимость исследований заключается в создании базы данных по химическому составу разных сортов узколистного люпина белорусской селекции и выделении наиболее перспективных сортов для зерноперерабатывающей промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Агафонова, С. В. Оценка биологической ценности белков люпина и перспектив его использования в пищевой промышленности / С. В. Агафонова, А. И. Рыков, О. Я. Мезенова // Вестник Международной академии холода. – 2019. – № 2. – С. 79–85.
- 2 Рукшан, Л. В. Зернобобовые культуры Республики Беларусь – люпин / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // АРКnews (Россия). – 2020. – № 24(1–2). – С. 50–53.
- 3 Пелевина, А. И. Зернобобовые культуры – решение проблемы белка / А. И. Пелевина // Международный журнал социальных и гуманитарных наук, 2017, Т. 1. – № 3. – С. 44–46.
- 4 Король, В. Люпин – неисчерпаемый резерв белка в питании человека / В. Король, Г. Лахмоткина // Питание и общество. – 2011. – № 3. – С. 14–15.
- 5 Асадова, А. И. Бобовые как альтернативный источник белка в повседневном рационе человека / А. И. Асадова // Знание. – 2016. – № 6(35). – С. 30–36.
- 6 Кадыров, М. А. Расширение посевов люпина узколистного – важнейшая задача земледелия Беларуси / М. А. Кадыров // Сэйбіт, 2004. – № 4. – С. 10–12.
- 7 Персикова Т. Ф. Продуктивность люпина узколистного в условиях Беларуси / Т. Ф. Персикова, А. Р. Цыганов,

- А. В. Какшинцев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – 179 с.
- 8 Серая, Т. М. Продуктивность люпина узколистного на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т. М. Серая, Е. Г. Мезенцева, Е. Н. Богатырева, О. М. Бирюкова, Р. Н. Бирюков, М. Э. Родина // Почвоведение и агрохимия, 2011. – № 1(46). – С. 192–201.
- 9 Привалов, Ф. И. Перспективы возделывания, селекции и семеноводства люпина в Беларуси /Ф. И. Привалов, В. Ч. Шор // Весті Національної Академії наук Білорусі. – 2015. – № 2. – С. 47–53.
- 10 Саук, И. Б. Морфогенетические и биохимические исследования коллекции желтого и узколистного люпина / И. Б. Саук, В. С. Анохина, М. К. Тимошенко [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика. 2008. Т. 8. – С. 133–137.
- 11 Шик, А. С. Видовое разнообразие люпина (*Lupinus L.*) на белорусском Полесье и способы его сохранения / А. С. Шик // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: Материалы междунар. науч. конф., посвященной 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси / НАН Беларуси, ЦБС. – Минск: Эдит ВВ. 2007. – Т. 2. – С. 83–85.
- 12 Анисимова, Н. В. Анализ коллекции люпина узколистного по генам хозяйственно-ценных признаков / Н. В. Анисимова, Е. Н. Сысолятин, М. Н. Крицкий [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: Сб. науч. трудов, 2018, Выпуск 54. – Минск: УП «ИВЦ Минфина» – С. 300–307.
- 13 Бабич, Н. Н. Сроки сева люпина и кормовых бобов / Н. Н. Бабич // Кормопроизводство. – 1999. – № 1. – С. 16–18.
- 14 Лукашевич, Н. П. Особенности возделывания кормового люпина в северной части Республики Беларусь: / Н. П. Лукашевич, С. Я. Янчик, Л. В. Плешко [и др.]. Витебск: ВГАВМ, 2008. – 24 с.
- 15 Козловский, А. А. Люпин узколистный / А. А. Козловский, Т. А. Анохина // Каталог генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных и кормовых культур 2016–2020 гг. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – С. 45–59.
- 16 Каталог генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных и кормовых культур 2016–2020 гг. / Ф. И. Привалов [и др.]; РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 548 с.
- 17 Доморошенкова, М. Л. Люпин узколистный – перспективный источник пищевого белка / М. Л. Доморошенкова, Т. Ф. Демьяненко, В. С. Мехтиев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 10. – С. 40–46.
- 18 Цыганов, А. Р. Минеральный и аминокислотный состав зерна люпина узколистного / А. Р. Цыганов, Т. Ф. Персикова, А. В. Какшинцев // Известия академии Аграрных наук Республики Беларусь, 2001. – № 2. – С. 21–23.
- 19 Wang, S. Studies on carotenoids from lupin seed / S. Wang, S. Errington, H. H. Yap [Text] // Lupins for Health and Wealth. Proceedings of the 12th International Lupin Conference, 14–18 Sept. 2008, Fremantle, Western Australia. – International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, 2008. – С. 198–202.
- 20 Пашенко, Л. П. Семена люпина – перспективный белковый обогатитель продуктов питания / Л. П. Пашенко, И. П. Черных, В. Л. Пашенко // Современные наукоемкие технологии, 2006. – № 6. – С. 54.
- 21 Мехтиев, В. С. Белки зерна люпина узколистного: их биохимические и технологические свойства, использование в продукции для профилактического питания: автореферат дис. ... кандидата биол. наук по спец. 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов (растительного и животного происхождения) / В. С. Мехтиев; науч. рук. работы В. Н. Красильников; ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский торгово-экономический институт». – Санкт-Петербург: Санкт-ПетербургТЭИ, 2009. – 16 с.
- 22 Рьжкова, Т. А. Влияние добавок муки из люпина на биологическую ценность и структурно-механические свойства пшеничного теста / Т. А. Рьжкова, М. Ю. Третьяков, А. Н. Чулков // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. – № 1(13). – С. 67–70.
- 23 Хрулев, А. А. Белок из люпина: технологии, применение, перспективы / А. А. Хрулев, Н. А. Бесчетникова // Пищевая промышленность. – 2015. – № 12. – С. 63–65.
- 24 Родионова, Н. С. Перспективы применения зернобобовых в инновационных технологиях функциональных продуктов питания / Н. С. Родионова, И. П. Щетилина, К. Г. Короткова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. – № 82(3). – С. 153–163.
- 25 Рукшан, Л. В. Использование люпина для производства муки / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // Хлебопек. 2008. – № 4(33). – С. 29–32.
- 26 Рукшан, Л. В. Исследование технологических свойств люпина. / Л. В. Рукшан, Д. А. Кудин // Вестник МГУП. 2011. – № 2(9). – С. 50–55.
- 27 Рукшан, Л. В. Анализ качества и перспективы использования семян люпина белорусской селекции / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // Вестник МГУП, 2013. – № 1(14). – С. 52–58.
- 28 Рукшан, Л. В. Качество и перспективы использования семян люпина белорусской селекции / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // Хранительная наука, техника и технологии 2014: материалы научной конференции с международным участием, 24–25 октября 2014 г., Пловдив, Университет по хранительной технологии, редкол.: П. Денев (отв. ред.) [и др.]. – Пловдив: Полиграфюг, 2014. – Том LXI. – 1044 с. – С. 104–108.
- 29 Рукшан, Л. В. Технологические свойства семян зернобобовых культур как сырья для мучных кондитерских изделий / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // Вестник МГУП. – № 2(23). – 2017. – С. 38–43.



30 Rukshan, L. Quality analysis and prospects for the use of lupin seeds of belarusian selection / L. Rukshan, A. Navazhylava, D. Kudin // Food Science and Applied Biotechnology. – 2019. – № 3(1). – P. 22–29.

*Поступила в редакцию 08.06.2021 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Людмила Викторовна Рукшан**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: rukshanl@bgut.by.

**Елена Сергеевна Новожилова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: novojilova@bgut.by.

**Дмитрий Александрович Кудин**, начальник мукомольно-крупяного комплекса ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов».

**ABOUT AUTHORS:**

**Lyudmila V. Rukshan**, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: rukshanl@bgut.by.

**Alena S. Navazhylava**, PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: novojilova@bgut.by.

**Dmitry A. Kudin**, head of the flour-and-grain complex of JSC "Minsk Combine of Bread Products".