

substance). By the amount of chlorophylls stood out Mezenka and Svapa (11,76-11,79 mg/g of dry substance). Identified adaptive reactions of the pigment apparatus of soybean varieties. In adverse conditions of insufficient insolation of excessively wet and cold in 2017 increased the number of chlorophyll a and carotenoids, and in the warmest 2018 year with excess sunlight, the content of chlorophyll b increased. There is a close correlation between the content of various forms of chlorophyll at the level $r=0,7-0,9$. Changes in the level of accumulation of chlorophylls and carotenoids under the influence of meteorological factors can be considered as adaptive reactions aimed at increasing the stability of the photosynthetic apparatus in the conditions of the Central Chernozem Region of the Russian Federation.

Keywords: soybean varieties of the northern ecotype, weather conditions, adaptability, chlorophylls, carotenoids.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11118

УДК 633.367/577.1

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЯН ЛЮПИНА (*LUPINUS L.*) ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР

Г.П. ЕГОРОВА, Т.В. ШЕЛЕНГА, кандидат биологических наук

Г.И. ПРОСКУРЯКОВА

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»

В статье представлены результаты изучения биохимического состава семян образцов 4 видов *Lupinus L.* из коллекции ВИР. Показано, что содержание белка в семенах варьировало от 33,9 до 49,7%. Наибольшим содержанием белка отличались образцы *L. ornatus* Dougl. (в среднем 46,1%). Содержание масла в семенах исследованных образцов составило 4,6 – 11,9%. Наиболее высокое содержание масла (8,6-11,8%) отмечено у *L. rubescens* Benth. В масле семян исследованных видов люпина основными жирными кислотами являются линолевая (31-65,2%), олеиновая (14,6-48,1%), пальмитиновая (8,3-19,7%) и линоленовая (1,5-13,1%). Во всех образцах наблюдалось высокое содержание ненасыщенных жирных кислот (НЖК) – от 88 до 91% от общего содержания жирных кислот. Образцы *L. lupinus* отличались самым высоким среди изученных видов содержанием олеиновой (32,3%), линоленовой (9,5%), и самым низким – пальмитиновой (12,6%) кислот. Проведен корреляционный анализ, в результате которого выявлена отрицательная корреляция между содержанием олеиновой и линолевой кислоты ($r=-0,93$). В результате однофакторного дисперсионного анализа установлено, что наибольшее влияние на содержание белка, масла и его жирно-кислотный состав оказывает генотип (69-81%), несколько меньшее – вид и происхождение (41-51% и 9-48% соответственно) образцов. Место и год репродукции не оказывали достоверного влияния на изученные признаки. На содержание пальмитиновой кислоты у изученных образцов достоверно оказывал влияние только вид (9%). Выделены образцы с высоким содержанием масла и белка.

Ключевые слова: люпин, коллекция, содержание белка, жирные кислоты, селекция.

Люпин – важная сельскохозяйственная культура многоцелевого использования. Доместикация люпина началась более 4 тысяч лет назад. В Древнем Египте, Риме, Перу его выращивали как пищевое, кормовое растение, использовали в качестве лекарственного средства и удобрения, повышающее плодородие почвы [1].

В настоящее время люпин является не только кормовой сельскохозяйственной культурой, но и возможным источником получения низко- и высокомолекулярных соединений для химических целей [2]. Все большее значение он занимает как пищевая культура. Продукты питания, имеющие в своем составе волокна люпина, предотвращают

ожирение, сахарный диабет и другие заболевания. Люпиновая мука и белковая паста являются сырьем для современного производства макаронных и кондитерских изделий, заменителей молока, соусов и других пищевых продуктов с лечебно-профилактическими свойствами, а также применяются при изготовлении продуктов детского питания [3]. На основе люпина создается альтернативное питание для людей, страдающих диабетом. Экстракты из семян горького люпина имеют потенциальную фармакологическую ценность, оказывают влияние на артериальное давление, биоэлектрическую активность сердца, моторную и психическую активность. Алкалоиды люпина можно использовать как природный инсектицид. Изучается возможность применения экстрактов люпина в качестве регуляторов роста растений. Люпин может служить сырьем для производства искусственного волокна, клея, красок, пластмассы, различных лекарственных средств. Масло люпина обладает антиоксидантными свойствами и широко применяется в косметологии и фармакологии. Кроме того, люпиновое масло богато каротиноидами и используется в масложировой промышленности для обогащения пищевых масел. Все чаще люпин используется в цветоводстве, лесоводстве, бортничестве, фармакологии и медицине. Выращивание люпина в качестве зеленого удобрения позволяет существенно улучшить структуру почвы, обогатить ее азотом (азотофиксирующая способность люпина выше, чем у многих бобовых культур) и фосфором. Среди сидератов люпин занимает одно из первых мест, а для песчаных почв является ведущей культурой.

Питательная ценность люпина связана прежде всего с высоким содержанием белка в семенах (30-50%) и зеленой массе (16-25%), благоприятным соотношением аминокислот, а также незначительным количеством ингибиторов трипсина [4]. Кроме того, семена содержат тиамин, рибофлавин, пиридоксин, биотин, лютеин, фолиевую и аскорбиновую кислоты, клетчатку, а также богатый спектр минеральных солей: калий, железо, цинк, медь, кальций, селен, марганец. Важным компонентом семян люпина является масло (5-20%). Растительные масла по своему составу являются смесью сложных эфиров глицерина и жирных кислот, а также содержат другие жирорастворимые вещества. Растительные масла обладают ценными пищевыми и биологическими свойствами, что обуславливает их разнонаправленное использование, в том числе в медицинских целях. Это объясняет интерес к получению новых видов растительных масел и изучению их свойств. Значительная доля в составе масла люпина приходится на полиненасыщенные жирные кислоты: линолевую, олеиновую и линоленовую. Эти кислоты являются важнейшими биоэффektорами, регулирующими внутриклеточные процессы организма, что объясняет ценность масла люпина [5]. Масло семян люпина - уникальный продукт, богатый полиненасыщенными жирными кислотами, не уступающий по качеству растительным маслам высокого класса, таким как льняное и оливковое [6]. Считается, что наиболее масличными являются два вида люпина: белый (*Lupinus albus* L.) и изменчивый (*L. mutabilis* Sweet) (11-12% и до 20% масла соответственно). Кроме того, в семенах этих видов содержится значительное количество белка: у белого люпина до 50%, у изменчивого свыше 50%. По литературным данным содержание масла у средиземноморских видов люпина изменяется от 3,3 до 14,1%, у американских видов оно составляет 3,7-1,5%. Содержание масла в семенах зависит от генотипа, метеорологических условий, приемов возделывания [1]. При этом сильные колебания масличности у одного и того же вида дают основание предполагать, что селекционным путем возможно поднять содержание масла до уровня, представляющего интерес для промышленного производства.

В коллекции ВИР насчитывается 2930 образцов 51 вида, а также около 20 межвидовых гибридов люпина. Коллекция ВИР включает как виды, имеющие в настоящее время важное хозяйственное значение (люпин узколистный, люпин желтый и люпин белый), так и дикорастущие виды. Многие из них являются перспективными для использования в селекции. Страны Старого Света представлены 9 видами люпина, страны Нового Света – 42 видами. Из образцов, относящихся к видам Нового Света, 80% относится к диким формам, остальные 20% – селекционный материал и немногочисленные сорта. Многие из этих видов являются носителями ценных хозяйственных признаков,

например, высокого содержания белка, масла, сбалансированного сочетания жирных кислот и т.д. Биохимический состав семян многих американских видов люпина отличается как высоким содержанием белка, так и масла. В частности, высокий процент масла и белка отмечен в семенах люпина украшенного (*L. ornatus* Dougl.) и опушенного *L. pubescens* Benth. (9,54 и 46,09%; 10,54 и 44,09% соответственно) [7].

Цель исследований – изучение содержания белка и масла у видов *Lupinus* L., поиск образцов с оптимальным соотношением жирных кислот в масле для дальнейшего использования их в селекционном процессе. В задачи работы входило выявление связи между содержанием белка, масла и показателями отдельных жирных кислот, их зависимости от генотипа, вида, происхождения, года и места репродукции.

Материалы и методы исследований

Материалом служила коллекция люпина ВИР. Образцы семян люпина репродуцировались в 2005, 2014, 2015, 2017 гг. в условиях экспериментального поля «НБП Пушкинские и Павловские лаборатории» (Санкт-Петербург) и в 2001, 2002, 2004, 2008, 2012, 2015 гг. на территории Екатерининской опытной станции – филиала ВИР (Тамбовская обл.). Экспериментальное поле «НБП Пушкинские и Павловские лаборатории» расположено в Приневской низменности. Климат континентальный с элементами морского. Почвы дерново-подзолистые, суглинистые, средне-окультуренные. Средняя многолетняя сумма активных температур выше +10°C – 1680 (1400-1900°C), среднегодовая сумма осадков 540 (550-650) мм. Филиал «Екатерининская опытная станция ВИР» располагается на севере Центральной черноземной полосы в Тамбовской области. Климат умеренно-континентальный, почвы – типичные черноземы, выщелоченные и оподзоленные. Средняя многолетняя сумма активных температур выше +10°C – 2480 (2300-2600°C), среднегодовая сумма осадков 502 (450-550) мм. Агротехника проведения опытов общепринятая для зоны выращивания. Посев образцов, сбор и подготовку семенного материала для биохимических исследований осуществляли согласно методике ВИР по изучению коллекции зернобобовых культур [8]. Было изучено 30 образцов 4 видов люпина – *L. elegans* Н.В.К. (люпин элегантный), *L. nanus* Dougl. (люпин карликовый), *L. ornatus* Dougl. (люпин украшенный), *L. pubescens* Benth. (люпин пушистый) (табл. 1), поступивших в коллекцию в разные годы в результате выписки семенного материала.

Таблица 1

Число изученных образцов

Вид	Число образцов
Люпин элегантный (<i>L. elegans</i> Н.В.К.)	13
Люпин карликовый (<i>L. nanus</i> Dougl.)	5
Люпин украшенный (<i>L. ornatus</i> Dougl.)	6
Люпин пушистый (<i>L. pubescens</i> Benth.)	6
Всего	30

Представлены образцы разного географического происхождения из 8 стран (Беларусь, Венгрия, Германия, Россия, США, Украина, Чехословакия, Швеция). В изучение взят как селекционный материал, так и дикорастущие виды.

Содержание масла в образцах семян люпина определяли по сухому обезжиренному остатку. Белок изучали по методу Кьельдаля на приборе KjeltacAuto 1030 (Швеция). Жирнокислотный состав определяли с помощью газожидкостной хроматографии на приборе Agilent 6850 (США). Анализ проводили по методикам, принятым в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР [9]. Содержание белка и масла анализировали за 2 года изучения. Жирнокислотный состав определяли по 3 годам изучения.

Для статистической обработки результатов исследований была сформирована база данных (БД) по следующим показателям: номер каталога, вид, происхождение образца, год и место репродукции, содержание белка, масла, лауриновой, миристиновой, пальмитиновой, пальмитолеиновой, стеариновой, вакценовой, олеиновой, линолевой, линоленовой,

арахиновой и бегеновой кислот. Статистический анализ проводили с помощью программы Statistica 7.0 (StatSoft, Inc., USA). Исследовали корреляционные связи между содержанием белка, масла и его жирно кислотным составом в семенах люпина, их в зависимости от года и места репродукции, вида, происхождения и генотипа образцов. Достоверность влияния перечисленных факторов на содержание белка, масла и показатели жирных кислот определяли с помощью однофакторного дисперсионного анализа [8, 10].

Результаты исследований и их обсуждение

Содержание белка в семенах изученных видов составило от 33,9 до 49,7%, в среднем 42,9%. Самым низким содержанием белка (среднее 37,7%) отличался образец к-2940 (*L. elegans*, Украина). Наибольшее содержание белка отмечено у образца к-3012 (среднее 47,4%) (*L. ornatus*, Беларусь). У ряда образцов данный показатель имел стабильное значение, независимо от года и места репродукции (к-3015, *L. ornatus*, Беларусь; 1569, *L. elegans*, Чехословакия; 1322, *L. elegans*, Украина (рис. 1).

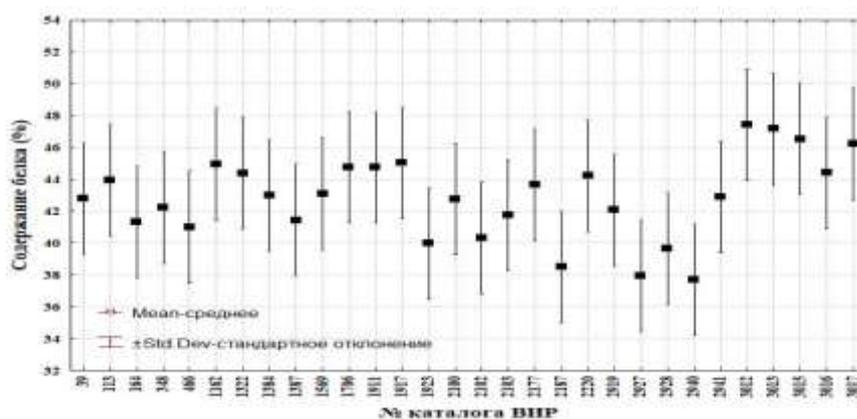


Рис. 1. Содержание белка в семенах люпина, (%)

Наибольшим содержанием белка отличались образцы *L. ornatus* (в среднем 46,1%), при этом у различных образцов *L. ornatus* он изменялся от 42,3 до 49,7%. Наименьшее содержание белка отмечено у образцов *L. nanus* – от 33,9 до 42,8% (в среднем 39,7%). Вариабельность этого признака у изученных видов была незначительной (коэффициент вариации (CV) от 4,7 до 5,3%). Самым изменчивым по содержанию белка в семенах был *L. nanus* (CV – 6,9%).

Содержание масла у исследованных образцов составило от 4,6 до 11,9%. Меньше всего масла (среднее 6,4%) содержалось в образце к-2927 (*L. nanus*, США). Наибольшее содержание масла отмечено для образцов к-1322 (среднее 10,9%) (*L. pubescens*, США) и к-2103 (среднее 11,1%) (*L. pubescens*, Швеция) (рис. 2). При этом, данный показатель для образца к-2103 отличался стабильно высокими цифрами, независимыми от года и места репродукции.

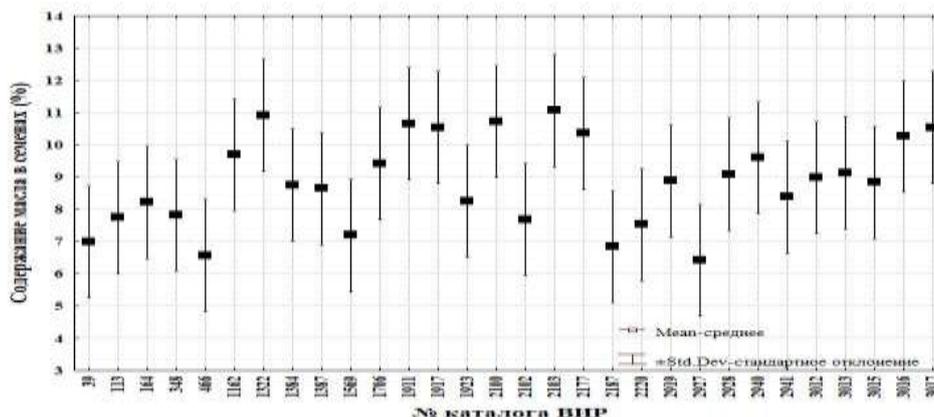


Рис.2 Содержание масла в семенах люпина, (%)

В семенах люпина украшенного содержание масла составило 7,8-11,9%, у люпина элегантного – 6,0-11,3%, у люпина карликового – 4,68,9%. Наиболее высокое содержание масла (8,6-11,8%) отмечено у люпина пушистого. По сравнению с содержанием белка содержание масла было более изменчивым признаком. Слабая вариабельность отмечена у *L. pubescens* (CV – 9,5%). Коэффициент вариации содержания масла у *L. ornatus* и *L. nanus* составил соответственно 11,4 и 16,3%. Средняя изменчивость содержания масла отмечена у *L. elegans* (CV – 17,2%).

У всех изученных образцов было определено содержание 11 жирных кислот: лауриновой (С 12:0), миристиновой (С 14:0), пальмитиновой (С 16:0), пальмитолеиновой (С 16:1), стеариновой (С 18:0), вакценовой (С 18:1 с 11), олеиновой (С 18: 1), линолевой (С 18: 2), линоленовой (С 18: 3), арахидиновой (С 20), бегеновой (С 22: 0). Во всех образцах наблюдалось высокое содержание ненасыщенных жирных кислот (НЖК) – от 88 до 91% от общего содержания жирных кислот. Было показано, что в масле семян люпина исследованных видов основными жирными кислотами являются линолевая (31-65,2%), олеиновая (14,6-48,1%), пальмитиновая (8,3-19,7%) и линоленовая (1,5-13,1%). Однако процентный состав определяемых кислот у разных видов несколько различается. В семенах *L. ornatus* НЖК составляют в среднем 81%, при этом большая часть (50%) приходится на линолеовую кислоту. Самый высокий процент содержания этой кислоты (54,3%) отмечен у образцов *L. elegans*. Среднее содержание олеиновой кислоты составляет 26,1%. При этом для *L. pubescens* и *L. nanus* отмечено более высокое ее содержание (29,5 и 32,3% соответственно). Важным показателем ценности масла при использовании его в питании является соотношение линолевой и линоленовой кислот. Для рационального повседневного питания оно составляет 10:1, для лечебного – 3-5:1. У изученных видов люпина это соотношение варьировало от 4,5 до 12,8.

Наиболее интересным в этом отношении является *L. nanus*, у которого этот показатель составляет 4,5. Семена этого вида также отличаются самым высоким среди изученных видов содержанием олеиновой (32,3%) и линоленовой (9,5%) кислоты, при этом для этого вида характерно самое низкое содержание пальмитиновой (12,6%) кислоты. Во всех исследованных образцах наблюдается невысокое содержание таких ненасыщенных жирных кислот как пальмитолеиновая (0,01-0,6%) и вакценовая (0,02-0,6%). Кроме того, в изученных образцах отмечено незначительное содержание насыщенных кислот: стеариновая (0,5-3), лауриновая (0,01-2,55%), миристиновая (0,01-0,7%), бегеновая (0,1-1,1%) и арахидиновая (0,2-2,5%) (рис. 3).

Необходимо отметить, что у некоторых видов сочетаются высокое содержание белка и масла. В частности, у *L. pubescens* определены средние показатели содержания белка на уровне 44,1% и масла 10,6%. Выделены образцы: к-1322 с содержанием масла 10,9%, белка 44,4% и к-1917 с содержанием масла 10,6%, белка 45%.

Для выявления общих закономерностей и возможных связей между содержанием белка, масла, жирных кислот и видом, генотипом, годом и местом репродукции был проведен корреляционный анализ. Были выявлены средние и слабые положительные корреляционные связи между содержанием белка и видом люпина ($r=0,41$), содержанием масла ($r=0,44$), содержанием бегеновой ($r=0,66$), пальмитолеиновой ($r=0,61$), арахидиновой ($r=0,43$), вакценовой ($r=0,31$) кислот и отрицательная корреляции с содержанием линоленовой кислоты ($r=-0,47$).

Средние и слабые положительные связи отмечены между содержанием масла и видом ($r=0,56$), содержанием пальмитолеиновой ($r=0,58$), бегеновой ($r=0,46$), арахидиновой ($r=0,42$), лауриновой ($r=0,35$), стеариновой ($r=0,35$) кислот и отрицательная корреляции с содержанием линоленовой кислоты ($r=-0,42$).

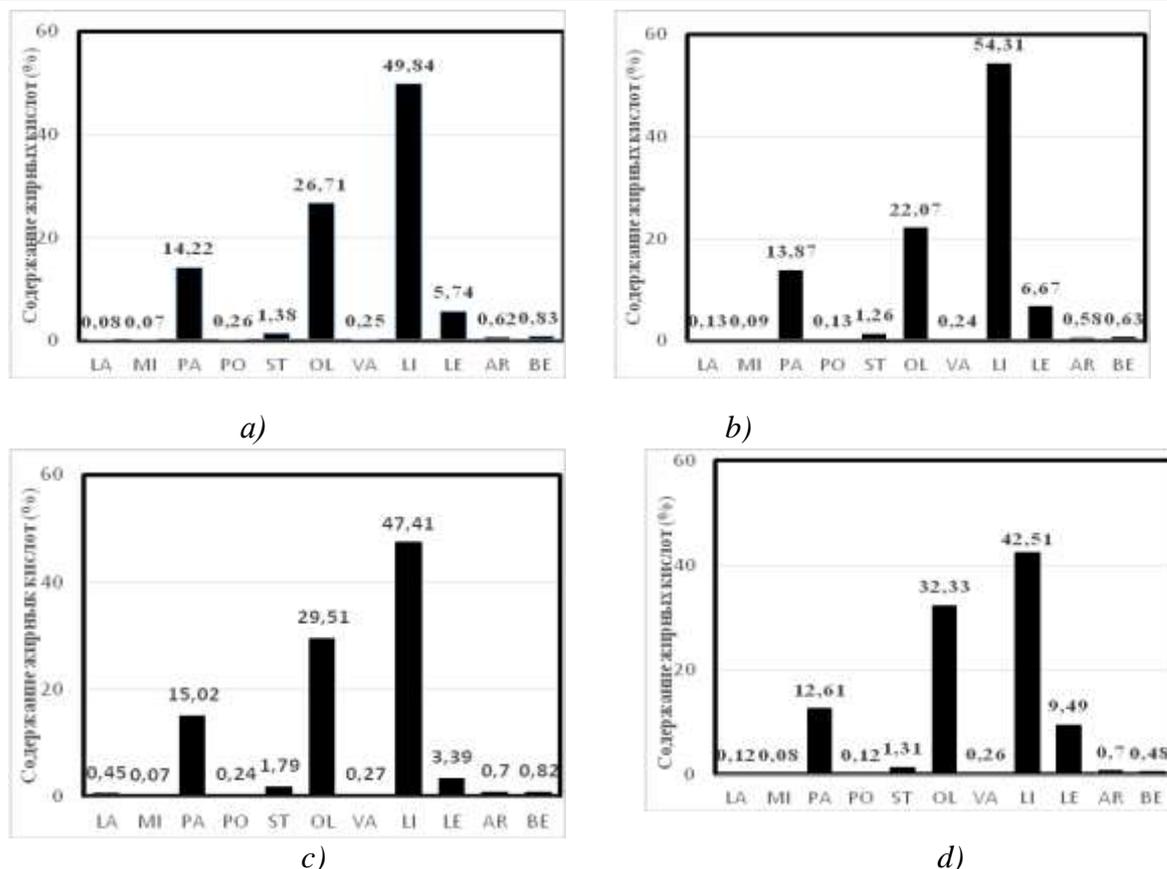


Рис. 3. Содержание жирных кислот в семенах разных видов люпина:

a) – *L. ornatus* Dougl., b) – *L. elegans* H.B.K, c) – *L. pubescens* Benth., d) – *L. nanus* Dougl.

Условные обозначения: LA – лауриновая кислота, MI – миристиновая, PA – пальмитиновая, PO – пальмитолеиновая, ST – стеариновая, OL – олеиновая, VA – вакценовая, LI – линолевая, LE – линоленовая, AR – арахидиновая, BE – бегеновая.

Между содержанием жирных определены положительные и отрицательные корреляции средней силы. Сильные положительные корреляции отмечены между содержанием вакценовой и арахидиновой ($r=0,72$), вакценовой и бегеновой ($r=0,71$) кислоты, а также между содержанием арахидиновой и бегеновой кислоты ($r=0,77$). Тесная отрицательная корреляция выявлена между содержанием олеиновой и линолевой кислоты ($r=-0,93$) (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты корреляций содержания жирных кислот в семенах люпина

	LA	MI	PA	PO	ST	OL	VA	LI	LE	AR	BE
LA	1,00	-0,12	-0,11	0,22	0,41	0,19	0,25	-0,17	-0,30	0,19	0,23
MI		1,00	-0,08	-0,08	-0,08	-0,12	-0,04	0,13	0,11	0,05	-0,12
PA			1,00	0,05	0,25	-0,19	-0,55	0,04	-0,16	-0,52	-0,38
PO				1,00	0,40	0,23	0,36	-0,20	-0,51	0,63	0,68
ST					1,00	0,22	-0,07	-0,27	-0,37	0,19	0,18
OL						1,00	0,30	-0,93	-0,33	0,22	0,19
VA							1,00	-0,17	-0,30	0,72	0,71
LI								1,00	0,07	-0,11	-0,06
LE									1,00	-0,33	-0,49
AR										1,00	0,77
BE											1,00

*Все коэффициенты корреляции больше $\pm 0,25$ достоверны на 5%-ном уровне значимости. Название жирных кислот представлены на рисунке 3.

Анализ жирнокислотного состава масла семян образцов люпина показал наличие разных по силе корреляционных связей между содержанием отдельных жирных кислот в зависимости от условий их выращивания. Так, для образцов, репродуцированных на экспериментальном поле «НБП Пушкинские и Павловские лаборатории» выявлена сильная положительная связь ($r=0,94$) между содержанием олеиновой и вакценовой, отрицательная ($r=-0,87$) – между линолевой и вакценовой кислотами. Для образцов, выращенных в условиях филиала «Екатерининская опытная станция ВИР», определена положительная корреляция между содержанием пальмитолеиновой и арахидиновой ($r=0,73$), пальмитолеиновой и бегеновой ($r=0,72$), и отрицательная – между лауриновой и бегеновой ($r=-0,76$) кислотами.

Достоверность влияния происхождения, генотипа, места и года репродукции на содержание белка, масла и жирнокислотный состав масла семян люпина оценили с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Генотип и вид достоверно влияли на содержание белка и масла. Место и год репродукции не оказывали существенного влияния на данные показатели. Наибольшее влияние на содержание белка оказывал генотип (67%), вид (47%) и происхождение (28%). Доля влияния генотипа на содержание масла была несколько больше (72%), вид меньше влиял на содержание масла (42%), происхождение – достоверного влияния не оказывало (табл. 3).

Таблица 3

Результаты однофакторного дисперсионного анализа по выявлению влияния генотипа, происхождения и вида на содержание белка и масла в семенах люпина

Виды изменчивости	Df	SS	MS	F	p	Доля влияния
Содержание белка						
Генотип	29	388,5	13,4	2,27	0,014580	68,68
Остаточная изменчивость	30	177,3	5,9			
Общая изменчивость	59	565,7				
Содержание масла						
Вид	3	264,02	88,01	16,34	0,000000	46,67
Остаточная изменчивость	56	301,70	5,39			
Общая изменчивость	59	565,73				
Содержание масла						
Происхождение	7	158,84	22,69	2,90	0,012302	28,08
Остаточная изменчивость	52	406,89	7,82			
Общая изменчивость	59	565,73				
Содержание масла						
Генотип	29	110,751	3,819	2,619	0,005331	71,7
Остаточная изменчивость	30	43,747	1,458			
Общая изменчивость	59	154,498				
Содержание масла						
Вид	3	64,883	21,628	13,515	0,000001	41,99
Остаточная изменчивость	56	89,615	1,600			
Общая изменчивость	59	154,498				

Df – число степеней свободы, *SS* – сумма квадратов, *MS* – среднеквадратичное отклонение, *F* – значение критерия Фишера, *p* – уровень значимости, генотип, происхождение, год, место репродукции и погодные условия – факториальная дисперсия, остаточная изменчивость – остаточная, случайная дисперсия, общая изменчивость – общая дисперсия

На содержание жирных кислот в масле семян люпина наибольшее влияние оказывал генотип исследуемых образцов: линоленовая (доля влияния 81%), олеиновая (77%),

линолевая (63%). Вид и происхождение несколько меньше влияли на содержание линоленовой (доля влияния 51 и 37% соответственно), олеиновой (45 и 48%), линолевой (43 и 38%). На содержание пальмитиновой кислоты достоверное влияние оказывал только вид (9%).

Заключение

Содержание белка во всех изученных образцах превышало 34%. Наибольшим содержанием белка отличался вид *L. ornatus* (в среднем 46,1 %). Содержание масла у исследованных образцов составило от 4,6 до 11,9%. Наиболее высокое содержание масла (8,6-11,8%) отмечено у *L. pubescens*. Показано, что в масле семян люпина исследованных видов основными жирными кислотами являются линолевая (31-65,2%), олеиновая (14,6-48,1%), пальмитиновая (8,3-19,7%) и линоленовая (1,5-13,1%). Семена *L. nanus* отличаются самым высоким содержанием олеиновой (32,3%) и линоленовой (9,5%) кислот, и самыми низкими показателями для пальмитиновой (12,6%) кислоты. В результате корреляционного анализа выявлена сильная отрицательная связь между содержанием олеиновой и линолевой кислот ($r=-0,93$) в масле. Наибольшее влияние на содержание белка, масла и его жирно-кислотный состав оказывает генотип, несколько меньшее – вид. На содержание пальмитиновой кислоты в масле семян люпина достоверно влияет только вид. Наибольшее содержание масла отмечено для к-2103 (среднее 11,1%) (*L. pubescens*, Швеция). Данный показатель был стабильно высоким независимо от года и места репродукции. Выделены образцы: к-1322 с высоким содержанием масла (10,9%), белка (44,4%) и к-1917 (10,6 и 45%, соответственно). Дальнейшее изучение позволит выявить образцы, которые могут использоваться в качестве исходного материала для селекции и в промышленном производстве.

Литература

1. Майсурян Н.А., Атабекова А.И. Люпин. – М.: Колос. – 1974. – 60 с.
2. Карасева А.Н., Карлин В.В., Миронов В.Ф., Соснина Н.А., Коновалов А.И., Грязнов П.И, Ефремов Ю.Я., Шарафутдинова Д.Р., Кононов А.С., Такунов И.П. Перспективы использования растений рода *Lupinus* для получения растительных масел. // Химия растительного сырья. – 2001. – № 4. – С. 83-86.
3. Кузнецова Л.М. Разработка технологии концентрата белков люпина и ферментированных продуктов на его основе. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Санкт-Петербург – 2014. – 249 с.
4. Лукашевич М.И., Агеева П.А, Новик Н.В. Достижения и перспективы селекции люпина // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 2. – С. 29-32.
5. Пашенко Л.П., Черных И.П., Пашенко В.Л. Перспективы применения люпина в технологии продуктов питания // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 6. – С. 101-102 URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=5155> (дата обращения: 04.04.2019).
6. Коровина Т.М. Жирно-кислотный состав липидов семян различных сортов узколистного люпина // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – № 4. – С. 88-90.
7. Егорова Г.П., Шеленга Т.В., Проскуракова Г. И. Биохимический состав семян видов *Lupinus* из коллекции ВИР. Материалы международной научной конференции «Пути повышения эффективности использования генетических ресурсов зернобобовых в селекции». – СПб. – 2016. – С 53-54.
8. Вишнякова М.А., Булынец С.В., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Сеферова И.В., Александрова Т.Г., Яньков И.И., Егорова Г.П., Герасимова Т.В., Другова Е.В. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых культур ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания. – Санкт-Петербург. ВИР. – 2018. – 143 с.
9. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений. – Л.: Агропромиздат. – 1987. – 430 с.
10. Боровиков В.П. Программа Statistica для студентов и инженеров. – М. – 2001. – 300 с.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2019-0002 «Научное обеспечение эффективного использования мирового генофонда зернобобовых культур и их диких родичей из коллекции ВИР».

**BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SEEDS OF LUPIN (*LUPINUS L.*)
FROM VIR COLLECTION**

G.P. Egorova, T.V. Shelenga, G.I. Proskuryakova

**FGBNU «FEDERAL RESEARCH CENTER THE N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN INSTITUTE
OF PLANT GENETIC RESOURCES»**

Abstract: *The article presents the results of studying the biochemical composition of seeds of samples of seeds from *L. elegans* H.B.K., *L. nanus* Dougl., *L. ornatus* Dougl., *L. pubescens* Benth. Protein from lupine seeds ranged from 33,9 to 49,7%. The highest protein content was insignificant (coefficient of variation (CV) from 4,7 to 5,3%). The oil content in the seeds of the studied samples was from 4,6 to 11,9%. The highest content of oil (8,6-11,8%) observed in *L. pubescens*. The content of the eleven fatty acids was determined. All samples showed a high content of unsaturated fatty acids (EFA) – from 88 to 91% of the total content of fatty acids. It showed that in the lupine seed oil of the studied species, the main fatty acids are linoleic (31-65,2%), oleic (14,6-48,1%), palmitic (8,3-19,7%) and linolenic (1,5-13,1%). An important indicator of the value of oil when used in nutrition is the ratio of linoleic and linolenic acid. The most interesting in this respect is *L. nanus*, for which this indicator is 4,5. The samples of *L. nanus* are characterized by the highest among the studied species, the content of oleic (32,3%) and linolenic (9,5%) acids, and the lowest – palmitic (12,6%) acids. As a result of the correlation analysis, the mean values of the correlation between the signs were revealed. There is a strong negative correlation between the oleic and linoleic acid content (-0,93). Samples with a high content of oil and protein were isolated. The greatest effect on the content of protein, oil and fatty has genotype, less effect – species. The best examples with high content of protein and oil (cat-1322 and 1917) were selected.*

Keywords: lupin, fatty acid, protein, oil, selection.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11119

УДК 635.657:631.527

НОВЫЙ СОРТ НУТА АВАТАР

М.В. ДОНСКАЯ, Г.Н. СУВорова, М.М. ДОНСКОЙ,

кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНИЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: office@vniizbk.orel.ru

*Дана характеристика нового сорта нута Аватар. В 2018 г. сорт был включен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ. Отличается высокой урожайностью (более 2 т/га) и отзывчивостью на предпосевную инокуляцию производственными штаммами клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri*. Возделывание сорта Аватар в условиях ЦЧР позволит расширить ареал этой ценной зернобобовой культуры.*

Ключевые слова: селекция, нут, продуктивность, сорт, симбиоз.

О культуре нута (*Cicer arietinum* L.) известно с древнейших времен – более 4000 лет. Его возделывали еще древние арийцы, о чем свидетельствует сохранившееся название на санскритском языке. Предполагают, что арийские племена перенесли его в Индию, где он стал важной зерновой культурой и возделывается до настоящего времени. В России первое упоминание о нуте относится к 70-м годам XVIII века. Народные названия свидетельствуют о его популярности и дают точное представление о внешнем виде семян. В различных губерниях его называли бараний или двузерный горох, волохатый, волжский горох, гороховник бараний, грецкий горох, гнут, иерусалимский горох и др. [1].

В настоящее время нут наряду с фасолью, горохом и чечевицей занимает наибольшие посевные площади среди зернобобовых культур в мире. Его выращивают в странах Азии,