

**ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО
(*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.) ПО АЛКАЛОИДНОСТИ СЕМЯН**

Н.В. Анисимова*, канд. биол. наук, **Е.Н. Сысолятин***, мл. н. сотрудник,
М.Н. Крицкий, В.Ч. Шор, М.В. Евсеенко, кандидаты с.-х. наук,
В.В. Гринь, вед. научный сотрудник, **А.А. Козловский**, научный сотрудник,
А.В. Кильчевский*, академик НАН Беларуси

**ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 19.02.2021)*

Рецензент: Э.П. Урбан, доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье приводятся результаты оценки исходного материала люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) различного происхождения с использованием маркерного анализа генов, контролирующих проявление одного из важных хозяйственно-ценных признаков «алкалоидность семян». проанализирована литература по созданию образцов с низким содержанием алкалоидов, концепции «горько-сладких» форм люпина и возможным направлениям использования генотипов люпина узколистного в сельскохозяйственной практике. Показана значимость проводимых исследований с привлечением молекулярно-генетических методов анализа для повышения эффективности селекционного процесса. Выделены образцы, обладающие признаком низкой алкалоидности, представляющие интерес для селекции на территории Республики Беларусь.

Одной из ценных высокобелковых бобовых культур является люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.). Люпин способствует улучшению структуры и фитосанитарного состояния почвы, активизации в ней микробиотических процессов, что положительно сказывается на почвенном плодородии. Растения люпина неприхотливы и в силу своих морфофизиологических особенностей способны благополучно произрастать на скудных, малоплодородных почвах. Широко известны сидеративные, почвообразующие свойства люпина узколистного, возделывание которого обеспечивает накопление азота до 200 кг на 1 га посева, что равноценно 36-40 т навоза, поддерживает положительный баланс гумуса в почве [1, 6]. Культура люпина приобретает особенно большое значение в условиях недостатка и удорожания источников минерального сырья, в частности, азота, использование которых в широких масштабах, помимо этого, ведет к ухудшению экологической ситуации. В качестве сидератов успешно применяются горькие сорта люпина узколистного, являющиеся более эффективными для этих целей.

Дикие типы люпина узколистного являются горькими из-за высокого содержания алкалоидов, что обеспечивает защиту растений от вредителей и

травоядных животных, а также вносят вклад в устойчивость растения к бактериальным и грибным патогенам. Семена горького люпина обычно содержат 1-2 % алкалоидов. Высокий уровень алкалоидов в тканях серьезно лимитирует использование люпина на корм животных и употребление в пищу человеком [8, 13].

К алкалоидам относятся азотсодержащие органические, преимущественно гетероциклические соединения природного происхождения (чаще растительного), большинство из которых обладает свойствами слабого основания. В люпине различных сортов наиболее часто встречаются люпинин ($C_{10}H_{19}ON$), люпанин ($C_{15}H_{24}ON_2$), спартеин ($C_{15}H_{24}N_2$) и гидроксилүпанин ($C_{15}H_{20}O_2N_2$), а также их соли – солянокислый люпанин, солянокислый спартеин и солянокислый гидроксилүпанин [12].

В небольших количествах алкалоиды имеют фармакологические свойства, однако их концентрация в семенах и вегетативных органах диких форм люпина исключает возможность употребления этих растений в пищу. Попадание в организм животных корма с высоким содержанием алкалоидов оказывает токсичный эффект. Доза алкалоидов 22-25 мг на 1 кг массы приводит к серьезному отравлению вплоть до летального исхода. В связи с этим, включение даже малоалкалоидных сортов люпина в рационы животных при замене зернового сырья требует постоянного строгого контроля во избежание негативных последствий в случае превышения допустимых концентраций алкалоидов.

До середины прошлого века люпин возделывали исключительно как сидеральную культуру на песчаных почвах. Содержание алкалоидов в семенах и зеленой массе на протяжении долгого времени ограничивало его использование в пищу, однако по мере появления новых малоалкалоидных сортов это ограничение теряет свою значимость.

Выведение низкоалкалоидных сортов люпина узколистного открыло перспективы перевода его из сидеральной культуры в группу основных кормовых культур, повысив тем самым его общую хозяйственную ценность. Используя методы анализа алкалоидов люпина, разработанные Д.Н. Прянишниковым, Рейнгард фон Зенгбуш в 1928-1929 гг. получил первые низкоалкалоидные мутантные генотипы *L. luteus* и *L. angustifolius*, а вскоре после этого *L. albus*, *L. mutabilis* и *L. perennis* [2]. Потомство первых безалкалоидных растений послужило материалом для создания сортов кормового назначения. Были выведены сорта узколистного люпина с низким содержанием алкалоидов *Кристалл*, *Снежить*, *Белозерный 110*, *Надежда*, *Смена* и другие.

Основное назначение люпина в кормопроизводстве – балансировка концентрированных кормов и кормосмесей для повышения их питательности. В отличие от сои белок люпина содержит низкое количество ингибиторов трипсина, что повышает его перевариваемость. По мнению специалистов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», созданные в центре сорта зернобобовых культур способны заменить соевый шрот, который закупается за рубежом. Рекомендованное расширение посевных площадей под зернобобовыми культурами, включая люпин узколистный, в Беларуси до 350 тыс.

га позволило бы за счет импортозамещения вдвое снизить существующие затраты на закупку растительного белкового сырья для производства кормов [5].

Особый состав семян «сладкого» узколистного люпина, в основном включающий белки (30-35 %, а по некоторым данным до 40 %), диетические пищевые волокна (могут достигать до 30 %), ограниченное количество масла (4-8 %), определяет его ценность как источника разнообразных специфических ингредиентов, имеющих диетическую ценность и благоприятные перспективы использования в питании человека [12]. Так, белок люпина является полезным компонентом при приготовлении безглютеновых пищевых продуктов в виде различных видов выпечки, печенья, пирожных и других кондитерских изделий. Он обладает диетическими и лечебно-профилактическими свойствами.

Создание технологичных и малоалкалоидных сортов люпина является одной из актуальных проблем современной селекции, ускорить ее решение можно с вовлечением в селекционный процесс современных генетических методов и разработок. Применение ДНК-маркеров позволяет эффективно выявлять источники целевых аллелей и использовать их в селекционной работе при создании новых сортов.

Поиск селекционно-ценных генов и генетических источников хозяйственно важных признаков, разработка молекулярных маркеров к ним значительно облегчают и ускоряют процесс селекции сортов люпина с заданными характеристиками, а также значительно уменьшает трудоемкость и финансовые затраты на их создание.

Целью работы явилось исследование коллекции люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) с применением ДНК-маркеров к основным генам хозяйственно-ценных признаков и содержанию алкалоидов, выявление перспективных образцов, несущих целевые аллели.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2017-2019 гг. в отделе зернобобовых культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию и в ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» с использованием соответствующих методик.

Для определения алкалоидности использовали образцы семенного материала люпина узколистного из селекционных питомников. Молекулярно-генетические исследования проводили с использованием соответствующих методик. Выделение ДНК осуществляли из тканей молодых верхушечных листьев, отобранных с растений селекционных образцов в период вегетации. Навеску для выделения формировали, используя листья с пяти растений. 200 мг растительного материала помещали в 2,0 мл пробирки, клетки разрушали с добавлением лизирующего раствора (0,1 М Tris, 0,5 М NaCl, 0,05 М ЭДТА, 1,25 % SDS, 0,03 М Na₂HSO₃) на автоматическом гомогенизаторе TissueLyser II (Qiagen). Выделение ДНК проводили методом экстракции смесью фенола и хлороформа. ДНК из водной фазы извлекали спиртовым осаждением.

Маркерный анализ гена *iucundus* с помощью маркера IucLi (IucLi-f: CCAGGATAAATTAGTTGTGTC, IucLi-r: TCTTAGATGTATGATGAGTATGG) [8] осуществляли по схеме: плавление ДНК при 94 °C в течение 5 мин., затем

проводили 35 циклов: 94 °C – 30 с, 30 с при температуре отжига, 72 °C – 1 мин. Завершали реакцию финальной элонгацией при 72 °C в течение 5 мин. и охлаждением смеси до 15 °C в течение 5 мин. Реакционная смесь для ПЦР объемом 15 мкл содержала следующие компоненты: 1,5 ед. Taq-полимеразы (Dialat), 1x ПЦР-буфер, 2 mM MgCl₂, 200 мкМ каждого dNTP, 250 пмоль/мкл прямого и обратного праймера, 2,5 мкл тотальной геномной ДНК. Продукты амплификации, меченные флуоресцентной меткой, детектировали с помощью генетического анализатора ABI 3500 (Applied Biosystems, США).

Результаты исследований и обсуждение. В отделе зернобобовых культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» проводится селекционная работа по созданию сортов люпина узколистного трех направлений использования: зернового, зеленокустного и универсального. За годы проводимых селекционных исследований сформирована многочисленная коллекция сортов, сортообразцов и гибридных форм этой культуры. Для проведения молекулярно-генетических исследований отобраны перспективные образцы люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) в количестве 41 шт.

Обнаружение естественных генетических источников малоалкалоидности, а также разработка эффективных методов определения концентрации алкалоидов в растительных тканях положили начало селекционной работе по созданию «сладких» сортов люпина. Генетические исследования слабоалкалоидных форм показали, что сниженная алкалоидность наследуется как простой рецессивный признак.

По опубликованной информации у люпина узколистного известно как минимум 4 неаллельных гена малоалкалоидности *iucundus*: *iucundus* (*iuc*), *esculentus* (*es*), *depressus* (*depr*), *tantalus* [7, 11]. Каждый ген характеризуется определенной степенью снижения содержания алкалоидов (*iuc* – низкое содержание алкалоидов, *es* – средне-низкий уровень алкалоидов, *depr* – очень низкое содержание алкалоидов и *tantalus* – низкое содержание алкалоидов) [16].

Главный ген, регулирующий концентрацию алкалоидов в семенах – *iucundus* (*iuc*). Установлено, что ген *iucundus* локализован в группе сцепления NLL-07 [14]. При этом имеются сведения о существовании генов, восстанавливающих синтез алкалоидов в узколистном люпине вследствие комплементарного эффекта. Чтобы избежать подобного восстановления синтеза алкалоидов, вызванного комплементарными эффектами генов, в программах селекции люпина используют только ген *iucundus* из шведского сорта Borre [7]. Для оценки аллельного состояния ключевого гена низкой алкалоидности *iucundus* разработан специфический ДНК-маркер *IucLi* [10].

Старые австралийские изогенные линии узколистного люпина, несущие ген *iuc*, имели показатели урожайности на 30 % ниже, чем горькие линии [9]. Кроме того, малоалкалоидные генотипы люпина узколистного сильнее поражаются грибными инфекциями, насекомыми-вредителями, менее устойчивы к воздействию неблагоприятных метеорологических факторов. Замечено, что алкалоидные формы отличаются более мощным развитием, наличием боковых ветвей, большей озерненностью, крупностью семян, высоким содержанием

протеинов [3]. Отмеченные отрицательные последствия снижения алкалоидности привели к возникновению концепции «горько-сладкого» люпина. Известно, что алкалоиды люпина первоначально продуцируются в хлоропластах листьев, транспортируются по всему растению через флоэму и запасаются в эпидермальных клетках и семенах [15]. Используя тот факт, что в семенах люпина алкалоиды не синтезируются, а лишь накапливаются, есть предложения путем манипулирования системой транспорта алкалоидов получить «горько-сладкие» формы люпина с высоким содержанием алкалоидов в зеленых тканях и низким в семенах [4, 17, 18].

С применением молекулярно-генетических методов нами проведено генотипирование коллекции исследуемого материала люпина узколистного по гену пониженного содержания алкалоидов *iucundus* (маркер IucLi).

Список использованных для маркерного анализа праймеров с указанием их нуклеотидных последовательностей приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Список используемых в работе маркеров к генам отвечающих за признак алкалоидности семян

Признак (ген)	Название олигонуклеотида	Последовательность олигонуклеотида, 5' → 3'
Алкалоидность (<i>iucundus</i>)	IucLiF	CCAGGATAAATTAGTTGTGTC
	IucLiR	TCTTAGATGTATGATGAGTATGG

В случае наличия культурного рецессивного аллеля пониженного содержания алкалоидов в результате ПЦР с указанными праймерами образуется фрагмент IucLi^d размером 291 п. н. (рисунок 1). В присутствии диких (алкалоидных) аллелей амплифицируются фрагменты: IucLi^{w1} – 309 п. н., IucLi^{w2} – 304, IucLi^{w3} – 298, IucLi^{w4} – 292, IucLi^{w5} – 290, IucLi^{w6} – 285, IucLi^{w7} – 284, IucLi^{w8} – 274 п. н.

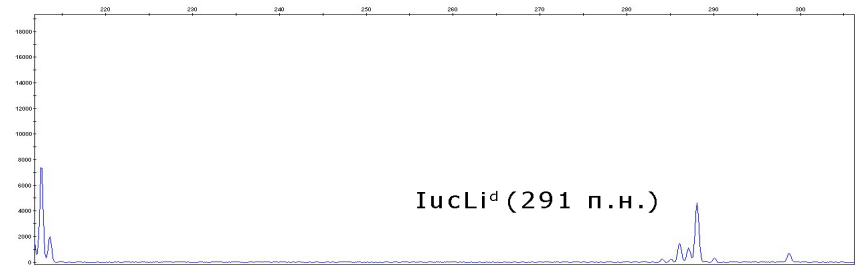


Рисунок 1 – Выявленный фрагмент маркера IucLi^d (291 п.н.), соответствующий аллелю пониженного содержания алкалоидов

Маркерный анализ исследуемых форм люпина узколистного показал, что все культурные образцы нашей коллекции несут в своих геномах аллель пони-

женного содержания алкалоидов *IucLi*^d (291 п.н.) (таблица 2). Поскольку признак алкалоидности у люпина является полигенным, а *IucLi* – единственный разработанный на сегодняшний день ДНК-маркер к гену *iucundus*, селекцию на пониженное содержание алкалоидов необходимо осуществлять при строгом контроле фенотипа из-за возможного восстановления алкалоидности в результате рекомбинации или неаллельного взаимодействия генов при переопылении с растениями, несущими гены высокой алкалоидности.

Таблица 2 – Результаты маркерного анализа образцов люпина узколистного

Сорт/сортаобразец	Ген <i>iucundus</i> (маркер <i>IucLi</i>)
Миртан	<i>IucLi</i> ^d
КП-15 д.7 (Д х М) КСИ-2	<i>IucLi</i> ^d
КП-15 д.7 (Д х М) КСИ-3	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-5 Гбр.66 (М х Т)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-6 (ТМ)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-7 (СП-II, д.30)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-8 (Гбр. 210)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-9 (К-37)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-11 (Талант)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-12 (С-11)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-13 (С-16)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-16 (К-56)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-17 (К-17)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-18 (К-53)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-19 (К-15), бел.	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-20 (КП-16, д.54)	<i>IucLi</i> ^d
КСИ-14 (К-80)	<i>IucLi</i> ^d
Коллекция д.17	<i>IucLi</i> ^d
Коллекция д.16	<i>IucLi</i> ^d
КП д.5 (Гбр. 232)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.7 (Гбр. 232)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.9 (КП-14 д.34)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.12 (Гбр. 230)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.22 (Гбр. 125)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.26 (СП-I, д.9)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.35 (Гбр. 228)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.39 (Гбр. 229)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.82 (КСИ-16, д.9)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.88 (Кармавы)	<i>IucLi</i> ^d
ПР-1 (Гбр. 210)	<i>IucLi</i> ^d
ПР-5 (К-24)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.47 (Гбр. 229)	<i>IucLi</i> ^d
КП д.87 (3. укосн.)	<i>IucLi</i> ^d
СП 2 д.17	<i>IucLi</i> ^d
Ванюша	<i>IucLi</i> ^d
Из 1	<i>IucLi</i> ^d

Сорт/сортобразец	Ген <i>iucundus</i> (маркер <i>IucLi</i>)
Из 2	IucLi^d
Из 3	IucLi^d
Из 4	IucLi^d
Из 5	IucLi^d
Першацвет	IucLi^d

*- Примечание: **IucLi**; IucLi^d (291) – низкое содержание алкалоидов

В селекционных программах для предотвращения попадания генов повышенной алкалоидности при создании нового генофонда люпина узколистного проведен скрининг содержания алкалоидов в растительном материале в экспериментальных образцах разных этапов селекции (92 образца) с целью предотвращения спонтанного возникновения горьких форм. Выявление горьких генотипов на первом этапе селекции и последующее их исключение из селекционного процесса по созданию «сладких» форм, используемых на кормовые цели, является одним из наиболее эффективных и важных методов получения доноров ценных признаков – форм с низким и очень низким содержанием алкалоидов.

Анализ результатов лабораторных исследований селекционного материала люпина узколистного показал, что в экспериментальном материале основное количество образцов (85 %) относится к группе с низким содержанием алкалоидов в семенах 0,025-0,099 % (рисунок 2). Группа образцов с содержанием алкалоидов менее 0,025 % составляет 9 %. Данные образцы в перспективе могут быть использованы для получения сортов люпина пищевого назначения. Как правило, образцы с более высоким содержанием алкалоидов (свыше 0,06 %) не включаются в селекционный процесс.

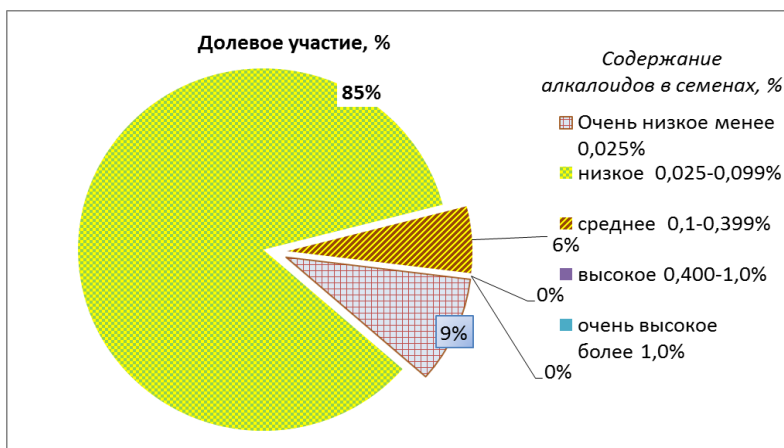


Рисунок 2 – Распределение образцов люпина узколистного по содержанию алкалоидов в семенах

Долевое участие группы образцов со средним (0,1-0,399 %) содержанием алкалоидов составляет 6 %. Данные образцы могут быть использованы для создания сортов сидерального назначения или будут выбракованы. Образцов с высоким (0,4-1,0 %) и очень высоким (более 1,0 %) содержанием алкалоидов в семенах не выявлено, что говорит о правильно подобранном исходном материале и эффективности применяемой системы браковки форм с высоким накоплением алкалоидов. Контроль содержания алкалоидов в сочетании с ДНК-контролем целевых генов у экспериментальных образцов с применением методов маркерного анализа необходимо продолжать на всех этапах селекционного процесса для недопущения попадания алкалоидных форм в селекционный материал.

Заключение

Проведено ДНК-типирование коллекции образцов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) с использованием ДНК-маркеров, связанных с генами, контролирующими признак алкалоидности, для определения возможности и направления использования образца в сельскохозяйственной практике.

Результаты маркерного анализа исследуемой коллекции показали, что по признаку пониженное содержание алкалоидов по гену *iucundus* у всех образцов, включенных в состав коллекции, выявлены культурные аллели. Последующий ДНК-контроль полученных гибридных форм позволит эффективно выявлять и отбирать генотипы, несущие культурные аллели хозяйственно-ценного признака для продолжения селекционной работы и своевременно выбраковывать комбинации с дикими аллелями, выщепляющимися в гибридных популяциях.

Проведен анализ данных лабораторных исследований селекционного материала люпина узколистного, который показал, что в исследуемом материале основное количество образцов (85 %) относились к группе с низким содержанием алкалоидов в семенах 0,025-0,099 %. Образцов с высоким (0,4-1,0 %) и очень высоким (более 1,0 %) содержанием алкалоидов в семенах не выявлено, что говорит о правильно подобранном исходном материале и эффективной системе браковки форм с высоким содержанием алкалоидов. Полученные результаты показывают необходимость проведения дальнейшей работы по недопущению попадания алкалоидных форм в селекционный процесс.

Литература

1. Купцов, Н.С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы. / Н.С. Купцов, И.П. Такунов // Брянск, Клиницы: Изд-во ГУП «Клиновская городская типография», 2006. – 576 с.
2. Люпин узколистный // Агрофирма Поле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://firmapole.ru/products/summer-seeds/lupines-blue/>. – Дата доступа: 11.12.2017.
3. Люпин – задачи селекции // Селекция полевых культур [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://selekcija.ru/lyupin-zadachi-selekcii.html>. – Дата доступа: 11.12.2017.
4. Майсурия, Н.А. Содержание и состав алкалоидов у люпина / Н.А. Майсурия, М.М. Эдельштейн // Люпин: сб. научных работ кафедр растениеводства, агрохимии и ботаники. – М., 1962. – С. 317-338.

5. Привалов, Ф.И. / Перспективы возделывания, селекции и семеноводства люпина в Беларуси / Ф.И. Привалов, В.Ч. Шор // Весці НАН Беларусі. – 2015. – №2. – С. 47-53.
6. Стержневая генетическая коллекция *Lupinus angustifolius* L.: генетика, формирование биологического банка генов, использование / Н. С. Купцов [и др.]; рец.: С.И. Гриб, В.С. Анохина; НАН Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2014. – 126 с.
7. Clements, J.C. Lupin / J.C.Clements, B.J.Buirchel, H.Yang, P.M.C.Smith, M.W.Sweetingham, C.G.Smith // In Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement, ed. R.J.Singh, P.P.Jauhar, 2005. – P. 231-324.
8. Gladstones, J.S. Lupins as crop plants // Field Crop Abstracts. – 1970. – Vol. 23. – P. 123-148.
9. Harrison, J.E.M. Genetical control of alkaloids in *Lupinus albus* / J.E.M. Harrison, W. Williams // Euphytica. – 1982. – Vol. 31. – P. 357-364.
10. Li, X. Development of a DNA marker tightly linked to low-alkaloid gene *iucundus* in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). / X. Li, H. Yang, B. Buirchell, G. Yan // Crop Past Sci, 2011. N. 62. – P. 218–224.
11. Lupins as Crop Plants. Biology, Production and Utilization / Gladstones J.S., Atkins C., Hamblin J., Atkins C.A. (Editor). – Cambridge, UK: CAB International, 1998.
12. LUPINS (Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lupins-bk.blogspot.com.by>. – Дата доступа 11.12.2017.
13. Maknickienė, Z., Alkaloid content variations on lupin (*Lupinus* L.) genotypes and vegetation periods. / Z. Maknickienė, R. Asakavičiūtė // Biologija. – 2008. – Vol. 54, N 2. – P. 112-115.
14. Nelson, M.N. Aligning a new reference genetic map of *Lupinus angustifolius* with the genome sequence of the model legume, *Lotus japonicas* / M.N.Nelson, P.M.Moolhuijzen, J.G.Boersma, M.Chudy, K.Lesniewska, M.Bellgard, R.P.Oliver, W.Swiecicki, B.Wolko, W.A.Cowling, S.R.Ellwood // DNA Res. – 2010. – Vol. 17, N 2. – P. 73-83.
15. Oram, R.N. Selection for higher seed yield in the presence of the deleterious low alkaloid allele *iucundus* in *Lupinus angustifolius*, L. // Field Crops Res. – 1983. – Vol. 7. – P. 169-180.
16. Swiecicki, W. Domestication and breeding improvement of narrow-leaved lupin (*L. angustifolius* L.) / W. Swiecicki W. Swiecicki // Journal of Applied Genetics. – 1995. – Vol. 36. – P. 155-167.
17. Wink, M. Biological activities and potential application of lupin alkaloids // In Advances in Lupin Research. Proc 7th Int. Lupin Conf., Evora, Portugal, Neves-Martins, J.M. and Beirao da Costa, M.L., Eds., Technical University of Lisbon, Portugal, 1994. – P. 161.
18. Wink, M. Patterns of quinolizidine alkaloids in 56 species of the genus *Lupinus* / M.Wink, C.Meißner, L.Witte // Phytochemistry. – 1995. – Vol. 38, N 1. – P. 139-153.

STUDY OF BLUE LUPINE (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.) INITIAL MATERIAL FOR SEED ALKALOID CONTENT

**N.V. Anisimova, E.N. Sysolyatin, M.N. Kritsky, V.Ch. Shor, M.V. Evseenko,
V.V. Grin, A.A. Kozlovsky, A.V. Kilchevsky**

*The paper deals with the results of the assessment of blue lupine (*Lupinus angustifolius* L.) initial material using marker analysis of genes responsible for the demonstration of one of the most important economically valuable traits “seed alkaloid content”. The publications are analyzed on the creation of samples with a low alkaloid content, conception of bitter-sweet forms of lupine and possible directions of utilization of blue lupine genotypes in agriculture. The importance of the conducted research with the application of molecular-genetic methods to increase the efficiency of breeding is shown. The samples with the low alkaloid content trait are identified, which are important for breeding on the territory of the Republic of Belarus.*