

RESULTS OF EVALUATION OF BLUE LUPINE BREEDING MATERIAL DEVELOPED USING CONVENTIONAL AND MARKER-ASSISTED BREEDING METHODS

M.N. Kritsky, A.A. Kozlovsky, N.V. Anisimova, A.V. Kilchevsky

The article describes the results of the study of blue lupine samples, developed and evaluated using the methods of traditional and marker-assisted breeding for the following characters: anthracnose resistance, bean cracking, alkaloid content, tendency to vernalisation, moisture permeability of seed coat. The main characteristics of new blue lupine variety of Zhakey with reduced branching developed using the described methods are given. The main indicators of productivity, seed quality and morphological characters are presented.

УДК 633.367.2:631.526.32

НОВЫЕ СОРТА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО ДИМЬЯН И ИСКАНДЕР

М.Н. Крицкий, В.Ч. Шор, М.В. Евсеенко, кандидаты с.-х. наук,

А.А. Козловский, научный сотрудник

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 27.03.2024)

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

Аннотация. В статье представлены результаты изучения новых сортов люпина узколистного Димьян и Искандер в конкурсном и государственном сортоиспытании, описываются основные показатели продуктивности, качества семян, а также морфологические признаки. Урожайность семян люпина узколистного сорта Искандер в среднем за годы испытания (2018–2023 гг.) была на 5,8 ц/га (18,2 %), у сорта Димьян – на 6,1 ц/га (19,1 %) выше контрольного сорта. Содержание белка в семенах составляло 30,0–36,9 %, алкалоидов – 0,022–0,062 %. Средний сбор белка с зерном у сортов составил 7,4–7,5 ц/га. По урожайности сухого вещества новые сорта превышают контрольный сорт Миртан на 6,8–8,6 ц/га (13,3–16,4 %). Основным отличием сортов друг от друга является масса 1000 семян, у сорта Искандер она больше и достигает 181,1 г, у сорта Димьян – 140,0 г.

Введение

В Беларуси одной из важнейших бобовых культур является люпин узколистный, который рассматривается как источник сбалансированного белка, фактор биологизации земледелия, энерго- и ресурсосбережения. Использование в производстве посевов люпина способствует сохранению естественного плодородия почвы и его расширенному воспроизводству.

В современной селекции люпина одной из наиболее актуальных задач является создание технологичных и устойчивых к заболеваниям сортов. Вовлече-

ние в селекционный процесс современных методов и разработок позволит ускорить решение данных проблем [1].

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ведется селекционный процесс по созданию кормовых сортов гороха, люпина узколистного и желтого. За период с 1975 г. по настоящее время в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» было создано и включено в Государственный реестр – 61 сорт гороха, люпина и вики яровой, 1 сорт люпина в Чехии, 3 сорта люпина в Германии.

В последние 5 лет создана серия сортов люпина различного направления использования, отличающихся более высокой семенной продуктивностью, не-растрескиваемостью бобов, с низким содержанием алкалоидов, способных формировать урожайность зерна в пределах 4,5–6,0 т/га и более. Данные сорта внесены в Государственный реестр сортов: *Альянс* (2019 г.), *Купец* (2022 г.), *Ярык* (2022 г.) *Жакей*, *Димьян* и *Искандер* (2024 г.) [2, 3].

Сорта люпина *Купец*, *Димьян* и *Искандер* относятся к обычному типу ветвления и требуют более низкой нормы посева по отношению к сортам с редуцированным типом ветвления, а сорта *Ярык* и *Жакей* – детерминированные и обладают более дружным созреванием.

Селекция люпина узколистного в отделе зернобобовых культур ориентирована на выведение сортов, устойчивых к плотному ценозу, неблагоприятным факторам среды, болезням и вредителям. Работы ведутся одновременно на повышение потенциала продуктивности и адаптивности при сохранении качества продукции. При создании сортов различных направлений использования применяются различные морфофизиологические модели сортов люпина.

Создание высокопродуктивных сортов позволит провести замену устаревших сортов и за счет улучшения показателей, отвечающих современному уровню производства, обеспечить предприятия АПК республики высокобелковым фуражным зерном и кормом, сократив при этом импорт белковых наполнителей [4].

Материалы и методика исследований

Полевые исследования проводили в 2018–2023 гг. в селекционном севообороте РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,5 м мореным суглинком, связно-супесчаная. Характеризуется следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 6,2–6,4; содержание гумуса – 2,11–2,46 %; P_2O_5 – 200–260 мг/кг почвы; K_2O – 220–270 мг/кг почвы. Государственное сортоиспытание в 2021–2023 гг.

Закладка полевых экспериментов проводилась по общепринятым методикам [5]. Предшественник – яровые зерновые. В качестве контроля для группы сортов обычного ветвления высевался *Миртан*. Площадь делянки в КСИ составляла 10 м². Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

Агротехнические мероприятия проводились согласно технологическому регламенту. Фосфорно-калийные удобрения вносили общим фоном в основную заправку из расчета $P_{60}K_{90}$.

Агрометеорологические условия в период изучения в конкурсном и государственном сортоиспытании характеризовались разнообразием, что позволило оценить селекционный материал на устойчивость к неблагоприятным факторам среды.

Результаты исследований и обсуждение

Селекция люпина узколистного ведется на зерновое, универсальное и зеленоукосное использование. С использованием традиционных селекционных схем создаются сорта различных морфофизиологических типов.

Сорта люпина узколистного зернового направления использования в основном относятся к 2 морфологическим типам: с детерминированным типом развития и редуцированной архитектоникой, не детерминированным типом и обычной архитектоникой, а также различные переходные формы с частичной редуциацией. Данные сорта обладают различным сочетанием генов «gra» и «sbr», отвечающих за признак: «температура первоначального роста и характер ветвления (редукции ветвления)». Универсальные и кормовые сорта в большинстве своем относятся к индетерминантному типу с обычной архитектоникой или к детерминантному типу с неполной редуциацией.

При создании новых сортов использовалась межсортная гибридизация с последующим многократным отбором морфотипов с обычным типом ветвления, отличающихся высокой продуктивностью, устойчивостью к основным болезням, и последующим испытанием в испытательных питомниках и на инфекционных фонах.

В 2020 г. завершена селекционная работа по созданию новых сортов узколистного люпина *Искандер* и *Димьян*, которые были выделены по результатам трехлетних испытаний (2018–2020 гг.) в КСИ-2. Данные сорта люпина успешно прошли государственное сортоиспытание и допущены к использованию в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь с 2024 года по всем областям [2].

Сорта *Искандер* и *Димьян* выведены методом индивидуального отбора растений из потомства гибридной комбинации и на инфекционном антракнозном фоне.

Сорт *Искандер* относится к разновидности var. *albidus*. Обладает средним темпом роста и развития, среднеспелый. Обладает высокой однородностью, стабильностью. Отличительные апробационные признаки: семядоли зеленые, лист и стебель зеленые, цветки белые, семена БКР (рисунок 1). Бобы перед созреванием розовые, внутренний эпидермис созревшего боба оранжевый. В конкурсном сортоиспытании характеризовался следующими показателями: высота растений 50–65 см (средняя – 63 см), масса 1000 семян 180–185 г, длина вегетационного периода 97 суток (таблица 1). В среднем за 3 года (2018–2020 гг.) сорт *Искандер* превысил контрольный сорт *Миртан* на 0,89 т/га. Потенциальная урожайность зерна – 5,8 т/га.



Искандер



Димьян



Рисунок 1. Фото растений и семян новых сортов люпина узколистного

Таблица 1. Характеристика сортов узколистного люпина Искандер и Димьян по хозяйственно-ценным признакам (среднее за 2018–2023 гг.)

Сорт	Тип ветвления	Темп первоначального роста, балл	Длина вегетационного периода, сутки	Высота, см	Масса 1000 семян, г
Миртан, контроль	обычный	7	95	65	135,8
Искандер	обычный	5	96	63	181,1
Димьян	обычный	3-5	97	67	140,0

Сорт *Димьян* среднеспелый. Обладает средним темпом роста и развития, относится к разновидности *var. albidus*. Отличительные апробационные признаки: семядоли темно-зеленые, лист и стебель темно-зеленые, цветки сиреневые, семена белые (рисунок 1). Бобы перед созреванием розовые, внутренний эпидермис созревшего боба оранжевый. По результатам КСИ сорт отличился показателями: высота растений – 50–67 см, масса 1000 семян 140 г, длина вегетационного периода 97 суток. В среднем за 3 года (2018–2020 гг.) сорт *Димьян* превысил сорт *Миртан* на 11,1 ц/га. Потенциальная урожайность зерна – 6,4 т/га. Содержание белка в семенах составляет до 36 %, алкалоидов – 0,03–

0,04 %. По урожайности сухого вещества сортообразец *Димьян* превысил сорт *Миртан* на 11,8 ц/га.

Оба сорта устойчивы к полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, фомопсису, толерантны к вирусным болезням (ВЖМФ и ВОМ) и бурой пятнистости и антракнозу.

Одним из значимых показателей для сортов люпина универсального направления использования является урожайность сухого вещества (рисунок 2). В период испытания самым благоприятным для его получения у сорта *Искандер* был 2021 г., у сорта *Димьян* – 2020 г. В среднем за годы изучения сортом *Искандер* было сформировано 59,5 ц/га сухого вещества при колебании от 46,1 до 69,2 ц/га. Максимальная урожайность сухого вещества зеленой массы (107 ц/га (+25,4 ц/га или +23,8 % к контролю) в ГСИ была получена в 2021 г. на Молодечненской СС.

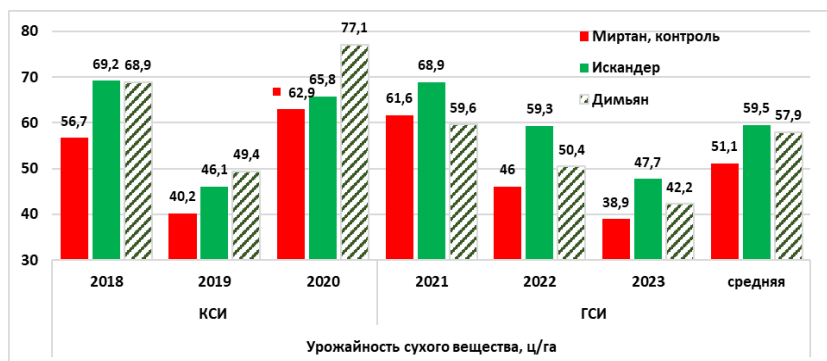


Рисунок 2. Урожайность сухого вещества новых сортов узколистного люпина *Димьян* и *Искандер* в конкурсном и государственном сортоиспытании (среднее за 2018-2023 гг.)

Сортом *Димьян* было сформировано 57,9 ц/га сухого вещества при колебании от 42,2 до 77,1 ц/га. Максимальная урожайность сухого вещества зеленой массы (98,1 ц/га (+ 16,5 ц/га или +20,2 % к контролю) в ГСИ была получена в 2021 г. на Молодечненской СС. Контрольным сортом *Миртан* в эти годы было сформировано в среднем 51,1 ц/га.

Содержание сырого белка в сухом веществе в среднем колебалось от 16,1 до 24,28 % у сорта *Искандер* (в среднем 20,24 %) и от 17,01 до 27,38 % у сорта *Димьян* (в среднем 21,59 %). Данный показатель у контрольного сорта составил 14,39–25,84 % (в среднем 20,3 %). Сбор белка при уборке на зеленую массу в среднем составил у сорта *Искандер* 12,0 ц/га, у сорта *Димьян* – 10,8 ц/га, что было на 23,7 % и 11,3 % соответственно больше, чем у контрольного сорта (таблица 2).

Содержание белка в зерне сорта *Искандер* колебалось от 30,0 % до 36,9 %, при среднем значении 33,5 %, у сорта *Димьян* – 31,3–36,8 % при среднем содержании 33,2 %. Данный показатель у контрольного сорта изменялся в пределах 31,0–38,91 % при среднем значении 33,6 %. Сбор белка у новых сортов со-

Таблица 2. Характеристика сортов люпина узколистного по основным показателям качества зеленой массы (ГСИ) в 2021–2023 гг.

Сорт	Содержание белка в сухом веществе зеленой массы, %		Сбор белка, ц/га	
	\bar{x}	<i>Lim min...max</i>	\bar{x}	<i>Lim min...max</i>
Миртан, контроль	20,3	14,39...25,84	9,7	3,5...19,9
Искандер	20,24	16,1...24,28	12,0	5,3...27,3
Димьян	21,59	17,01...27,38	10,8	5,5...22,7

ставил 7,4–7,5 ц/га. Среднее содержание алкалоидов в зерне у сорта *Искандер* составляло 0,033 % с изменениями по годам 0,022–0,046 %, у сорта *Димьян* – 0,04 % с изменениями по годам 0,025–0,062 %, у сорта-контроля – 0,045 % (таблица 3).

Таблица 3. Характеристика образцов люпина узколистного по основным показателям качества зерна в 2018–2023 гг.

Сорт	Содержание в зерне, %				Сбор белка, ц/га	
	белка		алкалоидов		\bar{x}	<i>Lim min...max</i>
	\bar{x}	<i>Lim min...max</i>	\bar{x}	<i>Lim min...max</i>		
Миртан, контроль	33,6	31,0–38,91	0,045	0,019–0,065	7,3	4,4–14,7
Искандер	33,5	30,0–36,9	0,033	0,022–0,046	7,4	4,5–14,4
Димьян	33,2	31,3–36,8	0,04	0,025–0,062	7,5	2,0–17,2

Проведенные в 2018–2023 гг. исследования показали, что сорт *Искандер* сформировал среднюю урожайность зерна 37,6 ц/га, что было на 5,8 ц/га (+18,2 %) выше сорта контрольного сорта *Миртан*. Максимальная урожайность зерна 59,9 ц/га была получена в 2023 г. на ГСХУ «Лепельская СС» (таблица 4).

Таблица 4. Урожайность зерна новых сортов узколистного люпина *Димьян* и *Искандер* в конкурсном и государственном сортоиспытании

Сорт, сортообразец	Урожайность зерна, ц/га						
	КСИ			ГСИ			средняя
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	
Миртан, контроль	34,4	32,3	48,4	19,1	27,5	29,1	31,8
Искандер	38,9	45,4	57,6	21,8	30,0	31,8	37,6
+/- к контролю	4,5	13,1	9,2	2,7	2,5	2,7	5,8
Димьян	41,4	43,3	63,9	22,6	26,0	29,9	37,9
+/- к контролю	7,0	11,0	15,5	3,5	-1,5	0,8	6,1

Сорт *Димьян* обеспечил среднюю урожайность зерна 37,9 ц/га, что было на 6,1 ц/га (+19,1 %) выше сорта контроля. Максимальная урожайность зерна 63,9 ц/га была получена в КСИ в 2020 г. В ГСИ в 2023 г. на ГСХУ «Жировичская СС» была получена урожайность семян 59,2 ц/га (+11,0 % к контролю). Средняя урожайность контроля составила 31,8 ц/га.

Заклучение

Созданные новые сорта люпина узколистного *Димьян* и *Искандер* относятся к группе сортов универсального направления использования с обычным типом ветвления. Урожайность зерна сорта *Искандер* в среднем за годы испытания (2018–2023 гг.) была на 5,8 ц/га (18,2 %), у сорта *Димьян* – на 6,1 ц/га (19,1 %) выше контрольного сорта *Миртан*. Данные сорта способны занять свою нишу в сельскохозяйственном производстве республики, что будет способствовать решению белковой проблемы в кормопроизводстве страны.

Литература

1. Анисимова, Н.В. Анализ коллекции люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) по генам хозяйственно-ценных признаков / Н.В. Анисимова [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф.И. Привалов (гл ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – Вып. 54. – С. 300 – 308.
2. Государственное учреждение «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» [Электронный ресурс] / Минск, 2024. – Режим доступа: <http://sorttest.by>. – Дата доступа: 01.03.2024.
3. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных растений на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2020-2022 годы: в 3 ч. Ч. 1. Озимые, яровые зерновые, зернобобовые и крупяные сельскохозяйственные растения / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; сост.: Е.М. Лобан [и др.]. – Минск, 2023. – С. 125-130.
4. 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.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 5 изд. – 351 с.

NEW VARIETIES OF BLUE LUPINE DIMYAN AND ISKANDER

M.N. Kritsky, V.Ch. Shor, M.V. Evseyenko, A.A. Kozlovsky

The results of the study of new blue lupine varieties of Dimyan and Iskander in competitive and state variety trials are presented in the article. The main indicators of productivity, seed quality, as well as morphological traits are described. On average for the years of trials (2018-2023), seed yield of Iskander blue lupine variety was 5.8 q/ha (18.2 %) higher than that of the control variety, in Dimyan variety that indicator equaled to 6.1 q/ha (19.1 %). The content of protein and alkaloids in seeds was 30.0-36.9 and 0.022-0.062 %, respectively. The average protein yield in grain in the varieties was 7.4-7.5 q/ha. In terms of dry matter yield, the new varieties exceeded Mirtan control variety by 6.8-8.6 q/ha (13.3-16.4 %). The main difference between two new varieties was thousand-seed weight. In Iskander variety, it was larger and reached 181.1 g; in Dimyan variety, it equaled to 140.0 g.