

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО ПО ТЕМПУ НАЧАЛЬНОГО РОСТА. МЕТОДИКА ОТБОРА ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

А. А. КОЗЛОВСКИЙ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, e-mail: e-mail: k_851812@mail.ru

(Поступила в редакцию 15.06.2023)

В статье представлены результаты изучения 55 коллекционных образцов люпина узколистного по признаку «темпа начального роста». Исследования проводили на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (Минская область, г. Жодино) в период 2010–2012 гг. Проведено сравнительное изучение темпа роста растений люпина узколистного у диких форм, старых сортов (выведенных до 1980 года), группы новых сортов и образцов, обладающих нормальным (диким) симподиальным ветвлением (созданных после 1980 года), а также группы сортов и образцов с блокированным (редуцированным) симподиальным ветвлением (выведенных после 1980 года). В течение вегетации (в период ДКЛУ (Десятичный Код Люпина Узколистного) 9–60, 54 суток) проводились определения следующих морфобиологических показателей: длина гипокотыля, эпикотыля и их сумм, высота, темп роста растения. Начальный рост растений определяется как период становления проростка, а именно, от прорастания семени до полного развертывания всех его 4 зародышевых листьев. Разработан дескриптор описания темпа начального роста. Установлена корреляционная связь темпа начального роста с урожайностью ($r=0,62$). Разработана методика отбора высокопродуктивных растений при создании интенсивных сортов люпина узколистного. Методика позволяет отбирать и оценивать желательные генотипы как в лабораторных условиях в рулонах, расстильнях, так и в полевых условиях, что существенно сокращает объем бесперспективного селекционного материала и время выведения сорта. Данная методика нами с 2013 года используется в селекционном процессе. Получен перспективный селекционный материал люпина узколистного, проходящий испытание на разных этапах селекционного процесса, а также созданы сорта (Альянс, Купец, Искандер и др.).

Ключевые слова: люпин узколистный, коллекционные образцы, селекция, темп начального роста.

The article presents the results of a study of 55 collection samples of narrow-leaved lupine on the basis of "initial growth rate". The studies were carried out on the experimental field of RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture" (Minsk region, Zhodino) in the period 2010–2012. We have conducted a comparative study of the growth rate of narrow-leaved lupine plants in wild forms, old varieties (bred before 1980), a group of new varieties and samples with normal (wild) sympodial branching (created after 1980), as well as a group of varieties and samples with blocked (reduced) sympodial branching (bred after 1980). During the growing season (during the period of Decimal Code of Lupine Angustifolia of 9–60, 54 days), the following morphophysiological parameters were determined: the length of the hypocotyl, epicotyl and their sums, height, plant growth rate. The initial growth of plants is defined as the period of formation of the seedling, namely, from the germination of the seed to the full deployment of all its 4 embryonic leaves. A descriptor for describing the rate of initial growth has been developed. A correlation was established between the rate of initial growth and productivity ($r=0.62$). A technique has been developed for selecting highly productive plants when creating intensive varieties of narrow-leaved lupine. The technique makes it possible to select and evaluate desirable genotypes both in laboratory conditions in rolls, germinators, and in the field, which significantly reduces the volume of unpromising breeding material and the time of breeding a variety. We have been using this technique in the breeding process since 2013. A promising breeding material of narrow-leaved lupine has been obtained, which is being tested at different stages of the breeding process, and varieties have been created (Alliance, Kupets, Iskander, etc.).

Key words: narrow-leaved lupine, collection specimens, selection, initial growth rate.

Введение

Разработка и практическое использование принципиально новых морфобиологических, биотехнологических методов создания и оценки селекционного материала сельскохозяйственных культур позволяет существенно сократить время выведение сорта, объемы селекционных питомников и вывести высокопродуктивные, ценные по качеству, конкурентоспособные сорта нового поколения. Особенно важно прогнозирование конечной семенной продуктивности образцов при отборе родоначальных растений на ранних этапах онтогенеза [1, 2].

Лучшие по стабильности высокой урожайности интенсивные сорта люпина узколистного обладают быстрым темпом начального роста (Данко, Бордако, Першацвет, Борвета) или очень быстрым (Миртан, Бора).

Следует особо отметить, что из 27 сортов, внесенных в Госреестр Республики Беларусь в период 1993–2012 гг., только сорта с быстрым темпом начального роста (Данко, Першацвет) и очень быстрым темпом (Миртан) возделывались в отдельные годы на площадях превышающих 8 тыс. га и использовались на протяжении 17 и более лет. Так, сорт Миртан уже возделывается на протяжении 23 лет и максимум площадей (20643 га) имел в 2006 году, а сорт Першацвет возделывается 22 года, максимум площадей (9538 га) занимал в 2006 году. Большинство же сортов со средним и медленным темпом начального роста возделывались в течение 2–9 лет и имели максимум площадей на уровне 0,1–4 тыс. га [3].

Указанное, вероятно, обусловлено тем, что быстрый и очень быстрый темп начального роста способствует как более полному использованию ценозом факторов весеннего плодородия почвы, так и повышению конкурентоспособности растений люпина узколистного по отношению к сорной растительности [4].

Изучение коллекционных образцов проводилось согласно «Методике государственного испытания с.-х. культур» [5], «Методике полевого опыта» [6], «Методике по испытанию сортов растений на отличимость, однородность и стабильность» [7]. Обработку почвы, внесение удобрений, посев и уход за посевами люпина узколистного проводились согласно «Организационно-технологическим нормативам возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур» [8]. Предшественник – овес. В течение вегетации (в период ДКЛУ (Десятичный Код Люпина Узколистного) 9–60, 54 суток) [9] проводились определения следующих морфофизиологических показателей: длина гипокотыля, эпикотыля и их сумм, высота, темп роста растения. В начальный период хозяйственной спелости сортов (ДКЛУ-89) производился отбор снопов и анализа структуры урожайности, по 30 растений каждого сорта. Уборка опытных делянок люпина узколистного осуществлялась вручную, а убранные растения затем обмолачивались на комбайне Нега-125. Экспериментальные данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики в изложении П. Ф. Рокицкого [10]. Статистический анализ результатов исследований проведен с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Основная часть

Темп роста органов вегетативной и генеративной сферы является одним из важнейших показателей потенциальной продуктивности сорта [1]. Следует особо подчеркнуть, что скорость (темп) роста растений, особенно в первоначальные фазы, является тем свойством, которое подвергается отбору и существенному изменению в ходе доместикации и селекции у всех сельскохозяйственных культур [2; 11].

В период 2010–2012 гг. нами проведено сравнительное изучение темпа роста растений люпина узколистного у диких форм, старых сортов (выведенных до 1980 года), группы новых сортов и образцов, обладающих нормальным (диким) симподиальным ветвлением (созданных после 1980 года), а также группы сортов и образцов с заблокированным (редуцированным) симподиальным ветвлением (выведены после 1980 года). Результаты измерения темпа роста растений сгруппированы и приведены в табл. 1.

Таблица 1. Темп роста коллекционных образцов люпина узколистного (среднее за 2010–2012 гг.)

Образцы	Темп роста (см/сутки) в периоды					
	19 дней	26 дней	33 дня	40 дней	47 дней	54 дня
о. Испанск. БСУР-64/97	0,11	0,10	0,19	0,26	0,34	0,45
Дикие формы	0,16	0,14	0,34	0,44	0,60	0,72
Старые сорта до 1980	0,18	0,15	0,34	0,50	0,66	0,79
Новые сорта и образцы после 1980						
с медленным темпом начального роста	0,10	0,11	0,34	0,51	0,65	0,76
с средним темпом начального роста	0,16	0,15	0,44	0,67	0,84	0,97
с быстрым темпом начального роста	0,21	0,21	0,48	0,72	0,90	1,01
с очень быстрым темпом начального роста	0,26	0,26	0,45	0,61	0,75	0,84
в т.ч. с ограниченным ветвлением						
с медленным темпом начального роста	0,08	0,10	0,33	0,49	0,65	0,81
с средним темпом начального роста	0,16	0,16	0,39	0,57	0,75	0,89
с быстрым темпом начального роста	0,26	0,23	0,41	0,57	0,79	0,96

Примечание: отсчет времени велся со дня появления всходов; о – сортообразец.

Результаты сравнительного изучения темпа роста различных групп коллекционного материала люпина узколистного свидетельствуют о том, что различия в темпе роста растений наиболее четко проявляются на начальных фазах развития, то есть в период от всходов (стадия ДКЛУ 09) до появления 5-го настоящего листа (стадия ДКЛУ 15) у растений с быстрым темпом начального роста. Необходимо подчеркнуть, что на последующих стадиях вегетации растений люпина узколистного (стадии ДКЛУ 16-81) темп роста перманентно повышается как у образцов с быстрым начальным темпом роста, так и со средним и медленным темпом начального роста. Однако на показатели темпа роста в указанный период существенное влияние оказывают длительность вегетационного периода образцов и редукция симподиального ветвления, что не позволяет получить в этот период объективную сравнительную информацию о темпе роста растений тех или иных образцов, сортов.

Опираясь на полученные данные по темпу начального роста люпина узколистного и учитывая градацию степени выраженности свойства «темпа начального роста», для разных видов люпина, установленную в Международном классификаторе СЭВ рода *Lupinus* [12], мы разработали дескриптор 4.2, который включен в «Унифицированный классификатор люпина *Lupinus L.*» [13]. В дескрипторе отражена степень выраженности и присвоены индексы, так очень медленный темп начального роста имеет индекс 1, медленный – 3, средний – 5, быстрый – 7 и очень быстрый – 9. Очень медленный и медленный темп начального роста характерен для

диких форм люпина, который приводит к удлинению вегетационного периода. Быстрорастущие сорта, такие как Миртан, Мирелла, Бора и Першацвет обладают более коротким вегетационным периодом. Таким образом, различия в темпе роста растений люпина узколистного наиболее четко проявляются на ранних фазах их развития, а именно, от всходов (стадия ДКЛУ 09) до начала разворачивания 5-го настоящего листа (стадия ДКЛУ 15). Этот период полностью включает время формирования проростка и захватывает появление первого дефинитивного (типичного) листа взрослого побега (5-го листа). При изучении взаимосвязи темпа начального роста, урожайности семян и массы 1000 семян люпина узколистного были детально изучены образцы, относящиеся к разным группам темпа начального роста.

Таблица 2. Темп начального роста, урожайность и масса 1000 семян изучаемых коллекционных образцов, по группам

Образец, сорт	Темп роста растения, см/сутки	Урожайность, г/м ²	Масса 1000 семян, г
о. Испанск. БСУР-64/97	0,11	320	73
Дикие формы	0,16	274	116
Сорта до 1980	0,18	333	130
Сорта и образцы после 1980: с медленным темпом начального роста	0,10	392	144
с средним темпом начального роста	0,16	342	135
с быстрым темпом начального роста	0,21	401	146
с очень быстрым темпом начального роста	0,28	509	124
Новые сорта и образцы с ограниченным ветвлением: с медленным темпом начального роста	0,25	329	131
с средним темпом начального роста	0,16	352	132
с быстрым темпом начального роста	0,28	449	116
Коэффициент корреляции		0,62	0,17

Данные табл. 2 показывают четкую зависимость (с коэффициентом корреляции в 0,62) темпа начального роста и урожайности семян. Так, в каждой группе с увеличением темпа начального роста увеличивается урожайность люпина узколистного. Темп начального роста не влияет на массу 1000 семян. Начальный период роста растений определяется как период становления проростка, а именно, от прорастания семени до полного разворачивания всех его 4 зародышевых листьев. В этот период проростки характеризуются тем, что все их органы (корни, зачаточный стебель, листья) являются зародышевыми, образовавшимися за счет материнского растения и семени. Поэтому на темпах начального роста условия внешней среды сказываются мало, что дает возможность в ходе исследований получать по данному признаку корректную информацию. Для ускорения селекционного процесса нами была разработана методика Многолетнее изучение длины гипокотили и эпикотили, темпа начального роста и урожайности у растений истинно диких форм, одичавших древних культурных образцов, а также экстенсивных и интенсивных сортов, позволило разработать методику сортовой и индивидуальной диагностики потенциальной урожайности на первой макростадии роста и развития (ДКЛУ 15). В основу методики положена тесная корреляция ($r=0,7-0,9$) длины гипокотили, эпикотили и их суммы с темпом начального роста и урожайностью. Следует подчеркнуть, что различия в темпе начального роста, а соответственно, и длина гипокотили и эпикотили, являются генетически детерминированными (рецессивные гены *gra1-gra3*), и в меньшей степени определены условиями выращивания [2].

Методика. Семена испытываемых образцов или гибридных популяций F_2-F_n проращивают в полевых условиях, в растильнях, рулонах, камерах SPBD (рис. 1–4). Для проращивания отбирают здоровые, нормально выполненные семена.



а) 1



а) 2

Рис. 1. Проростки и семена люпина узколистного полученные в растильнях (ДКЛУ 05-11)



б) 1



б) 2

Рис. 2. Проростки люпина узколистного полученные в рулонах (ДКЛУ 00-10)



в) 1



в) 2

Рис. 3. Проростки люпина узколистного в камерах SPBD (ДКЛУ 05–0,9)



Рис. 4. Высота гибридов F₂ люпина узколистного (ДКЛУ 11-13)

На двенадцатый день у проростков визуальную оценку длины гипокотыля и эпикотыля. Визуальное определение длины гипокотыля и эпикотыля изучаемых образцов проводят одновременно с сортом-классификатором с известной продуктивностью и параметрами проростка и затем ранжируют образцы по урожайности. По сумме длин гипокотыля и эпикотыля судят о продуктивности отдельных растений, урожайности образцов. Чем длиннее гипокотиль и эпикотиль и их сумма, тем продуктивнее образец (табл. 3).

Таблица 3. Корреляции урожайности с длиной гипокотыля и эпикотыля

Сортообразец	Длина, см			Урожайность, г/м ² .	Коэффициенты корреляции урожайности (r) с длиной		
	гипокотыля	эпикотыля	Сумма гипо + эпикотылей		гипокотыля	эпикотыля	Сумма гипо + эпикотылей
	X _{ср} ±S _x	X _{ср} ±S _x	X _{ср} ±S _x				
Дикая форма (о. Испанск. БСУР-64/97)	0,92±0,03	0,64±0,03	1,56±0,05	320	0,64	0,68	0,66
Мирган	2,26±0,04	4,28±0,5	6,55± 0,09	486	0,72	0,84	0,89
Першацвет	1,16±0,03	2,74±0,04	3,91± 0,07	466	0,69	0,86	0,78

Данная методика позволяет ежегодно проводить отбор желательных генотипов среди 10–30 гибридных популяций люпина объемом 1–3 тыс. каждая.

Предложенная методика оценки и отбора технически проста, обладает высокой точностью, отличается высокой производительностью, дает возможность с большой вероятностью выявлять и отбирать высокопродуктивные генотипы и может использоваться на всех этапах селекционного процесса.

Данная методика нами с 2013 года используется в селекционном процессе. Получен перспективный селекционный материал люпина узколистного, проходящий испытание на разных этапах селекционного процесса, а также созданы сорта (*Альянс*, *Купец*, *Искандер* и др.).

Заключение

В период 2010–2012 гг. была изучена коллекция люпина узколистного, в количестве 55 образцов по признаку «темпа начального роста». На основании проведенных исследований установлена достаточно высокая корреляционная зависимость темпа начального роста и урожайности ($r=0,62$). Разработана методика отбора высокопродуктивных образцов по длине гипокотыля, эпикотыля и их сумм, с коэффициентами корреляции $r=0,64-0,72$, $r=0,68-0,86$, $r=0,66-0,89$ соответственно. Для определения перспективного материала люпина узколистного указанная методика с 2013 года используется в селекционном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морфофизиологические показатели продуктивности и устойчивости зерновых культур / под ред. В. С. Шевелухи. – Мн.: Ураджай, 1980. – 144 с.
2. Купцов, Н. С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посеы / Н. С. Купцов, И. П. Такунов. – Брянск, Клиницы: КРТ, 2006. – 576 с.
3. Козловский, А. А. Генетика темпа начального роста люпина узколистного / А. А. Козловский // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; ред.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 56. – С. 360–366.
4. Миронова, Т. П. Фитоценогическая ситуация посевов люпина и методы борьбы с сорной растительностью / Т. П. Миронова // Матер. Межд. научн.-практ. конф. «Актуальные проблемы борьбы с сорной растительностью в современном земледелии и пути их решения». – Жодино, 1999. – С. 71–78.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: [в 7 вып.] / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур при М-ве сел. хоз-ва СССР. – Вып. 2: Зерновые, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / [подгот.: М. Г. Пруцкова и др.]. – Перераб. изд. – М., 1971. – С. 79–105.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами стат. обраб. результатов исслед.) / Б. А. Доспехов. – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Методика по испытанию сортов растений на отличимость, однородность и стабильность / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений; [сост.: В. В. Фандо, Л. И. Жибуртович, Л. И. Афельдер; отв. ред. А. М. Старовойтов]. – Минск : ИВЦ Минфина РБ, 2004. – 274 с.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси; [рук. разработ.: Ф. И. Привалов и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2012. – 288 с.
9. Шор, В. Ч. Люпин узколистный: работаем по шкале ВВСН / В. Ч. Шор, Н. С. Купцов, А. А. Козловский // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 41–48.
10. Рокицкий, П. Ф. Введение в статистическую генетику / П. Ф. Рокицкий. – Минск, «Высшая школа», 1974. – 448 с.
11. Майсуриян, Н. А. Люпин / Н. А. Майсуриян, А. Н. Атабекова. – М.: «Колос», 1974. – 464 с.
12. Международный классификатор СЭВ рода *Lupinus L.* – Ленинград, 1985. – 48 с.
13. Унифицированный классификатор рода *Lupinus L.* / Ф. И. Привалов, И. С. Матыс, Козловский А. А. [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2013. – 63 с.