

Сравнительный анализ степени развития проростков и семенной продуктивности люпина тарви (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Ю. И. Кожуро¹, кандидат биологических наук,
П. А. Пашкевич², кандидат с.-х. наук

¹Белорусский государственный университет

²Центральный ботанический сад НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 26.01.2022)

В статье приведены результаты анализа морфометрических параметров проростков у различных образцов люпина тарви (*Lupinus mutabilis* Sweet). Определена степень корреляции между семенной продуктивностью растений и пятью показателями, характеризующими степень развития проростков, – длиной ростка, длиной подсемядольного колена, длиной корешка, количеством боковых корешков и средней длиной бокового корешка. Установлена прямая связь между показателями урожайности и длиной ростка, средней длиной бокового корешка, а также количеством боковых корешков проростков. Выявленная закономерность может быть рекомендована для эффективного отбора наиболее продуктивных растений на начальных этапах создания новых сортов люпина тарви.

The article presents the results of the analysis of the morphometric parameters of tarwi lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet) various samples seedlings. The degree of correlation between seed productivity of plants and five indicators characterizing the degree of seedling development – sprout length, pod-cotyledon length, root length, number of lateral roots and average length of lateral root were determined. A direct correlation between the indices of yield and the length of sprout, the average length of lateral root, and the number of lateral roots of seedlings was found. The revealed pattern can be recommended for the effective selection of the most productive plants at the initial stages of creating new varieties of tarwi lupine.

Введение

Оценка качества и урожайных свойств посевного материала – одна из сложных и актуальных задач современного семеноводства и растениеводства. К настоящему моменту сложилось мнение, что показатели посевных свойств сортовых семян зернобобовых культур как критерии оценки потенциальной урожайности слабо информативны [7]. В то же время накопленные сведения по морфофизиологии растений могут стать основой методических подходов к оценке генотипа сорта с позиции потенциала его урожайности, а также могут оказаться полезными для экологического семеноводства [1, 2, 3, 6]. Наиболее перспективным в этом плане является отбор на стадии проростков, суть которого заключается в оценке качеств семенного материала по степени развития проростков растений, формирующихся в водной культуре [7]. Известны несколько способов морфофизиологической оценки потенциальной продуктивности генотипа по проросткам сортообразца. Так, был предложен способ сортовой и индивидуальной диагностики потенциальной продуктивности растений ячменя, в основу которого положена генотипическая ростовая реакция зародышевых корней на азотное питание в период перехода от гетеротрофного к ауто-трофному питанию, коррелирующая с конечной урожайностью и продуктивностью посевов [11]. Известны способы оценки зерновых и зернобобовых культур на продуктивность, основанные на использовании таких морфофизиологических показателей начального роста, как отношение величины сухой массы проростков к их длине, убыль массы семян при их прорастании [12], доля корней от общей массы проростка [10], отношение массы корешка к массе проростка [9]. Следует отметить, что все эти способы оценки потенциальной

продуктивности растений имеют недостатки. Во-первых, некоторые из них не могут быть применены для люпина в силу особенностей его физиологии. Во-вторых, для того чтобы оценить генотип, проросток должен



Сорт люпина тарви Дир

быть расчленён на отдельные части, которые затем высушивают и взвешивают. В результате такого анализа полностью уничтожаются ценные в селекционном отношении уникальные растения.

В настоящей работе предложен и испытан иной подход оценки и отбора высокопродуктивных образцов на начальных этапах органогенеза, позволяющий сохранить ценные растения путем их доращивания до момента созревания семян.

Целью работы являлось проведение сравнительного анализа степени развития органов проростков различных образцов маслично-белкового люпина тарви (*Lupinus mutabilis* Sweet) и их семенной продуктивности. По результатам исследования сформулированы подходы для определения потенциальной продуктивности растений люпина тарви, выращиваемых в агроклиматических условиях Беларуси.

Материалы и методика исследований

Объектом исследований являлись новые сорта люпина тарви (*Lupinus mutabilis* Sweet) Визент и Дир, а также образец этого вида ББГ-13.

Для оценки морфофизиологических показателей проростков семена проращивали в бумажно-полиэтиленовых рулонах на отстоянной водопроводной воде в климатической камере КК-14–50 в течение 10 суток по методу, описанному в работе Лихачева Б. С. и соавт. [7]. В климатической камере соблюдался следующий режим: фотопериод – 18 ч, дневная температура – 20–21 °С, ночная температура – 14–15 °С, интенсивность освещения – 15 клк. В качестве показателей, характеризующих степень развития органов проростков, использовали следующие параметры: длина ростка, длина подсемядольного колена, длина корешка, количество боковых корешков и средняя длина бокового корешка одного растения.

Урожайность образцов люпина тарви оценивали в селекционном севообороте Центрального ботанического сада НАН Беларуси в течение 2021 г. Образцы высевали в трех повторениях. Учетная площадь делянки составляла 25 м², междурядье – 20 см, глубина заделки семян – 3–4 см. Тип почвы – дерново-подзолистая связносупесчаная на связной пылевато-песчанистой супеси, подстилаемой с глубины 0,5–0,8 м моренным суглинком, рН в КСl – 5,2, обеспеченность фосфором – 164 мг/кг почвы, калием – 150 мг/кг, кальцием – 718 мг/кг, магнием – 68 мг/кг почвы. Содержание гумуса – 2,93 %. Предшественником люпина являлся чистый пар.

Метеоусловия в течение вегетационного периода 2021 г. заметно отличались от среднемноголетних (табли-

ца 1). Прохладные с достаточным количеством осадков апрель и май сменились жаркими засушливыми июнем и июлем, которые являются критическими для формирования высоких урожаев люпина. Гидротермический коэффициент за апрель-август составил величину 1,68, что в целом характеризует вегетационный период как достаточно влажный.

Обработку почвы, внесение удобрений, сев и уход за посевами проводили согласно «Организационно-технологическим нормативам возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур» [8]. Уборку люпина осуществляли вручную.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программ Excel 2010 и Statistica 6.0. Зависимость между степенью развития органов проростков и показателями семенной продуктивности растений люпина определяли с помощью рангового коэффициента корреляции Спирмена.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ морфометрических параметров проростков люпина тарви показал, что сорт Визент по длине ростка (эпикотилия), подсемядольного колена (гипокотилия) и числу боковых корешков превосходил два других образца люпина тарви (таблица 2). Длина ростка у растений сорта Дир и образца ББГ-13 в 2,1 раза и 2,8 раза соответственно меньше аналогичного показателя растений сорта Визент. Показатель длины подсемядольного колена у растений сорта Дир и образца ББГ-13 был меньше в 1,2 раза и 1,4 раза соответственно по сравнению с аналогичным показателем растений сорта Визент. Количество боковых корешков у проростков растений сорта Дир и образца ББГ-13 было в 1,2 раза и в 1,6 раза соответственно меньшим, чем у растений сорта Визент.

Наибольшая средняя длина главного корня была зафиксирована у проростков образца ББГ-13.

По параметру средней длины боковых корешков проростки сорта Дир превосходили два других изученных сортообразца люпина тарви. У проростков сорта Визент и образца ББГ-13 данный параметр был меньше в 1,2 раза и 1,5 раза соответственно.

Анализ хозяйственно ценных показателей образцов люпина тарви показал, что сорт люпина тарви Визент превосходил другие сортообразцы по показателю масса 1000 семян в 1,5 раза. Растения сорта Визент незначительно превосходили другие сортообразцы также и по показателю средней массы семян с одного растения.

Таблица 1 – Характеристика гидротермического режима вегетационного периода 2021 г. по данным метеорологической станции г. Минска

Месяц	Температура воздуха, °С				Осадки, мм		
	средняя	норма	% от нормы	сумма эффективных температур	сумма	норма	% от нормы
Апрель	6,1	7,2	84,7	58,5	42,9	42,0	102,1
Май	11,5	13,3	86,5	275,4	112,7	65,0	173,4
Июнь	19,2	16,4	117,1	575,7	84,4	89,0	94,8
Июль	21,9	18,5	118,4	679,9	41,3	89,0	46,4
Август	16,9	17,5	96,6	525,1	73,5	68,0	108,1
Сентябрь	10,1	12,1	83,5	183,7	118,9	60,0	198,2
Октябрь	6,9	6,6	104,5	57,3	10,1	52,0	19,4
Сумма				2355,6	483,8	–	–

Таблица 2 – Морфометрические и хозяйственно ценные показатели образцов люпина тарви

Параметр	Визент	Дир	ББГ-13	НСР ₀₅
<i>Морфометрические показатели</i>				
Количество растений в анализе, шт.	31	29	23	–
Длина ростка, мм	14,16	6,93	5,00	2,56
Длина подсемядольного колена, мм	64,65	56,17	47,87	7,59
Длина главного корня, мм	96,84	89,41	123,57	13,99
Количество боковых корешков, шт.	6,61	5,59	4,04	1,60
Длина бокового корешка, мм	4,10	5,06	3,28	1,57
<i>Хозяйственно ценные показатели</i>				
Количество растений в анализе, шт.	30	30	31	–
Количество семян на растении, шт.	24,83	34,43	32,52	6,05
Масса семян с одного растения, г	3,57	3,34	3,04	0,71
Масса 1000 семян, г	145,29	96,94	93,05	8,84
Урожайность семян, г/м ²	142,67	200,22	182,54	42,59
Урожайность сухого вещества, г/м ²	275,97	605,60	575,09	92,64

Следует отметить, что растения сорта Визент относятся к псевдодикому типу с редуцированным симподиальным ветвлением, в то время как растения сорта Дир и гибрида ББГ-13 – к колосовидному (детерминантному, эпигональному). В условиях 2021 г. боковые ветви у сорта Визент цвели до середины сентября и не сформировали семян, поэтому при анализе урожайности учитывались лишь показатели центральной кисти. В более благоприятном 2020 г. сорт Визент сформировал урожайность 525,7 г/м² при массе семян с одного растения 15,02 г, чем превзошел сорт Дир на 139,2 г/м² и 3,98 г соответственно.

По количеству семян на одном растении, урожайности семян и сухого вещества в 2021 г. лидировал сорт Дир. Различия по количеству семян на одном растении у сортов Дир и Визент были статистически значимы, а для сорта Дир и образца ББГ-13 они находились в пределах ошибки. По средней урожайности семян сорт Дир превзошел сорт Визент в 1,4 раза. Урожайность сухого вещества сорта Дир в 2,2 раза превысила аналогичный показатель сорта Визент и соответствовала показателю образца ББГ-13.

Длина ростка проростка очень тесно коррелировала с показателем средней массы семян с растения, а также с показателем массы 1000 семян ($r = 0,92$ и $r = 0,99$ при $p < 0,01$ соответственно). Высокая положительная корреляционная связь наблюдалась между длиной подсемядольного колена проростков и массой семян с растения ($r = 0,99$ при $p < 0,01$), а также массой 1000 семян ($r = 0,90$ при $p < 0,05$).

Обнаруженная тесная связь длины ростка и длины подсемядольного колена проростков с показателями семенной продуктивности может быть объяснена тем, что более быстрый выход проростка на поверхность почвы способствует скорейшему переходу от гетеротрофного типа питания к аутотрофному, что, вероятно, повышает шансы таких растений сформировать более высокий урожай.

Установлена также высокая положительная корреляция между количеством боковых корешков у проростка, средней массой семян с растения и массой 1000 семян ($r = 0,99$ при $p < 0,01$ и $r = 0,84$ при $p < 0,05$ соответственно). Тесной зависимости между средней длиной главного корня проростков и показателями семенной продуктив-

ности растений люпина не установлено. Наблюдалась статистически незначимая ($p < 0,05$) положительная корреляция между средней длиной бокового корешка проростка и массой семян с растения ($r = 0,53$).

Обнаруженная тесная связь некоторых морфометрических показателей корневой системы проростков и урожайностью взрослых растений может быть связана с целым комплексом причин. Известно, что способность образовывать более мощную корневую систему с большим количеством длинных боковых корешков приводит к образованию большего количества клубеньков, а также большей площади поглощения необходимых растению соединений [1]. Это, вероятно, и обуславливает большую конкурентоспособность таких растений в борьбе за элементы питания, а соответственно и большую их урожайность.

Закключение

Установлено, что с показателями семенной продуктивности сортообразцов люпина тарви положительно коррелируют длина ростка, подсемядольного колена, бокового корешка и количество боковых корешков.

Наиболее тесная корреляционная связь с морфометрическими параметрами проростков установлена для средней массы семян с одного растения и массой 1000 семян.

При создании новых сортов люпина тарви можно рекомендовать отбор растений по длине ростка, подсемядольного колена, бокового корешка и количеству боковых корешков.

Литература

- Горбатая, А. П. Продуктивность зернобобовых культур в связи со степенью развития органов проростков семян в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А. П. Горбатая; ВПО «Омский гос. аграр. ун-т им. П. А. Столыпина». – Красноярск, 2013. – С. 17.
- Кожуро, Ю. И. Использование степени развития органов проростков для оценки потенциальной урожайности гороха (*Pisum sativum* L.) в агроклиматических условиях Беларуси / Ю. И. Кожуро, П. А. Пашкевич // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 5. – С. 27–30.
- Кожуро, Ю. И. Степень развития корневой системы проростков как критерий для оценки семенной продуктивности и урожайности семян гороха / Ю. И. Кожуро, П. А. Пашкевич,

- В. Ч. Шор // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 3. – С. 16–19.
4. Биология и селекция детерминантных форм гороха / И. В. Кондыков [и др.]; под общ. ред. И. В. Кондыкова. – Орёл, 2006. – С. 75–78.
 5. Ларионов, Ю. С. Степень развития органов проростков семян бобовых культур как показатель их потенциальной продуктивности / Ю. С. Ларионов, А. П. Горбатая // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 2. – С. 17.
 6. Ларионов, Ю. С. Оценка урожайных свойств и урожайного потенциала семян зерновых культур / Ю. С. Ларионов. – Челябинск: Челябинский гос. аграр. ун-т, 2000. – 100 с.
 7. Лихачев, Б. С. Перспективы «проростковой» селекции люпина / Б. С. Лихачев, А. С. Якушева, Н. В. Новик // Вестн. Орловского гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 3. – С. 47.
 8. Возделывание гороха на зерно // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси; НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск, 2012. – С. 155–166.
 9. Петибская, В. С. Основные слагаемые продукционного процесса у риса / В. С. Петибская // Селекция и семеноводство. – 1985. – № 5. – С. 17.
 10. Тромпель, А. Ф. Морфофизиологические показатели развития корневой системы озимой тетраплоидной ржи в связи с продуктивностью / А. Ф. Тромпель, В. В. Кравченко // Земледелие и растениеводство в БССР: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия; редкол.: В. П. Самсонов (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 1985. – Вып. 28. – С. 102.
 11. Шевелуха, В. С. Способы отбора высокопродуктивных растений ячменя на первом этапе органогеиза: методические указания / В. С. Шевелуха, М. А. Прыгун, С. И. Гриб; ВАСХНИЛ, Отд-ние растениеводства и селекции. – М., 1985. – 8 с.
 12. Шевелуха, В. С. Ростовые морфофизиологические показатели продуктивности зерновых культур / В. С. Шевелуха, С. И. Гриб, Н. М. Андреева // Биологические основы селекции растений на продуктивность: материалы конф., 11–12 апр. 1979 г., Таллин / АН ЭССР; отв. ред. И. Г. Эйхфельд. – Таллин, 1981. – С. 19–27.

УДК 633.31:631.559:631.531.04«321»

Продуктивность люцерны первого года жизни при различных способах основного и поукосного весеннего посева

Н. Ф. Надточаев, кандидат с.-х. наук, Д. А. Мочалов, младший научный сотрудник, М. А. Мелешкевич, старший научный сотрудник, А. Н. Романович, кандидат с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 19.01.2022)

Исследованиями на связносупесчаной почве установлено, что включение в качестве промежуточной культуры озимой ржи при выращивании люцерны посевной позволяет снизить не только засоренность посева сорняками в первый год ее жизни, но и в варианте с предварительной мелкой обработкой почвы довести сбор протеина до 14,3 ц/га, обменной энергии – до 87,2 ГДж/га, что в 2,4 и 2,9 раза соответственно больше, чем в варианте основного весеннего беспокровного посева. При этом люцерна, посеянная после уборки ржи, на 35 % более продуктивна по протеину и на 29 % – по обменной энергии.

Введение

Весенние посевы люцерны могут быть беспокровными и подпокровными. По этой проблеме высказываются разные точки зрения. По мнению П. Л. Гончарова [1], здесь надо исходить из биологических особенностей возделываемых видов, конкретных природно-климатических условий, назначения посева. В целом беспокровные посевы обеспечивают лучшие условия произрастания трав, чем подпокровные. Но сорняки в беспокровных посевах в первый год жизни люцерны оказывают на нее не менее отрицательное влияние, чем неудачно подобранная покровная культура. В этой связи рекомендуется посев покровных культур, а также выращивание люцерны совместно со злаками [2, 3, 4]. Поскольку люцерна – одна из бобовых культур, не переносящих сильного затенения, особенно в первый месяц после всходов, лучшие покровные культуры для нее те, которые рано освобождают поле [5]. Как правило, это убираемые на

Studies on sandy loam soil have established that the inclusion of winter rye as an intermediate crop during the cultivation of alfalfa allows not only to reduce the weed infestation in the first year of its life, but also in the variant with preliminary shallow soil treatment to bring the protein harvest to 14,3 c/ha, the exchange energy – to 87,2 GJ/ha, which is 2,4 and 2,9 times more, respectively, than in the variant of the basic spring uncovered sowing. At the same time, alfalfa sown after harvesting rye shows 35 % greater productivity in protein and 29 % – in exchange energy.

зеленый корм однолетние травы или озимые. Исследованиями Г. П. Квитко и Л. С. Прокопенко [6] в правобережной лесостепи Украины установлено, что при беспокровных посевах люцерны после уборки озимой ржи на зеленый корм получен на 33,1 % больший выход кормовых единиц и на 44,1 % переваримого протеина в сравнении с контрольным вариантом (под покров вико-овсяной смеси). Содержание переваримого протеина в одной кормовой единице при этом возросло с 173 до 187 г.

Методика и условия проведения исследований

Полевые опыты были заложены в 2019 и 2021 г. на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м. Агрохимическая характеристика участка следующая: рН – 5,87, гумус – 2,78 %, P₂O₅ – 199 мг/кг, K₂O – 366 мг/кг почвы.