

6. *Цильке, Р.А.* Принципы и методы селекции сельскохозяйственных культур // Селекция и семеноводство полевых культур в Западной Сибири: Сб. науч. тр. СибНИИСХ, 1975. – Т. 25. – С. 3-18.

7. *Цильке, Р.А.* Комбинационная способность сортов мягкой яровой пшеницы по крупности зерна в условиях Западной Сибири // Генетика, цитогенетика и селекция растений: собрание научных трудов. – Новосибирск, 2003. – С. 290-293.

8. Каталог сортов селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 308 с.

9. Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр с 2013 года; под ред. В.А. Бейня [и др.]. – Минск: ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», 2013.

10. *Федин, А.М.* Статистические методы генетического анализа / М.А. Федин, Д.Я. Силис, А.В. Смиряев. – Москва: Колос, 1980. – 207 с.

COMBINING ABILITY OF OAT VARIETIES IN SYSTEM OF DIALLEL CROSSES BY YIELD ELEMENTS

A.A. Trushko, S.P. Khaletsky

Analysis results of general and specific combining ability by plant height and yield structure (thousand-kernel weight, kernel number per panicle, productive tillering capacity) using the method of full diallel crosses are presented. The best varieties for breeding for yield have been identified.

УДК 633.367.2:631.527

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РАСТЕНИЯ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ХОДЕ ДОМСТИКАЦИИ И СЕЛЕКЦИИ

А.А. Козловский, А.Н. Бугрова, Н.С. Купцов**, канд. биол. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,

**ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»*

(Поступила 22.12.2017)

Рецензент: канд. биол. наук С.И. Гордей

Аннотация. В статье обобщаются сведения литературы по изменению структуры растения в ходе эволюции, доместикации и селекции люпина узколистного. Представлены закономерности изменения в организме растений в результате вмешательства человека. На основании результатов собственных исследований (1997-2007 гг.) показано, что интенсивные сорта, обладающие быстрым темпом роста и ксероморфной структурой листа, способствуют стабильности высокой урожайности. Разработана экспресс-методика отбора желательных генотипов.

Познание изменений в морфофизиологической структуре растения, которые происходят в процессе окультуривания и сознательной селекции, представляет не только большой теоретический интерес, но имеет и огромное прак-

тическое значение для уяснения направлений дальнейшей селекции современных культур и ускорения работ по созданию интенсивных сортов у новых интродуцентов.

К настоящему времени в мировой литературе имеются многочисленные сведения по изменению морфофизиологической структуры растений разных сельскохозяйственных культур в ходе доместикации и селекции, однако они отрывочны и разрозненны [7, 12, 16, 18]. Это, вероятно, обусловлено тем, что у некоторых культур в настоящее время не имеется их диких предков, а у других отсутствуют современные интенсивные сорта.

В связи с этим мы в краткой форме ниже приведем результаты обобщения сведений литературы по эволюции структуры растения в ходе доместикации и селекции.

Изменение морфофизиологического статуса растений в ходе эволюции. Общеизвестно, что в ходе фитоэволюции происходит ксероморфная иррадиация с мезоморфными и другими идиоадаптациями. Борьба за влагу и с влагой – основной двигатель эволюции у растений. Вершина фитоэволюции – ксерофиты с C_4 -типом фотосинтеза, рационально использующие воду и углекислый газ [10, 24]. Основное направление в эволюции семейств (злаковых, маревых, бобовых и других) вело от мезофильных растений (влаголюбивых) к ксерофильным (приспособленным к аридным условиям) [14]. При этом в дикой флоре самыми продуктивными являются плотные моноценозы, состоящие из ксерофитных растений [22]. Плотный ценоз сильнее иссушает почву, чем такой с редким стоянием растений, стеблей, в результате чего выживают и приспособляются ксерофиты, а мезоморфы угнетаются и элиминируются [22]. У растений первичным и главным является их морфофизиологический статус (ксерофит, ксероморф, мезоморф и др.), а все остальное в их жизни вытекает из него [22]. Ксерофитные растения не только лучше переносят длительное обезвоживание, но так же, как и мезофиты, при влажности почвы от 40 до 60% от полной влагоемкости увеличивают урожайность и служат ярким примером сочетания продуктивности и устойчивости [12]. Кроме того, ксерофитные, ксероморфные и ксероморфно-суккулентные растения имеют более высокие значения удельной плотности листа и отличаются от мезоморфов сочетанием высокой интенсивности фотосинтеза и оптимальным водным режимом [9]. Следует особо подчеркнуть, что у растения по мере повышения яруса листьев происходит увеличение их ксероморфности. В пределах кроны длительно освещенные листья имеют более ксероморфную структуру, чем затененные. Ксероморфные листья обладают более высокой фотосинтетической активностью, чем таковые мезоморфные [13].

Таким образом, в ходе онтогенеза, эволюции семейств и фитоэволюции мезоструктура растения уклоняется в сторону ксероморфности, а, соответственно, и увеличения фотосинтетической активности. В дикой флоре самыми продуктивными являются плотные моноценозы, состоящие из ксерофитных растений.

Изменение морфофизиологического статуса растений в ходе доместикации и селекции. Многочисленные сведения литературы указывают на то, что в ходе доместикации увеличилась высота растений, а их мезоструктура отклонилась от ксероморфной диких форм в мезоморфную у окультуренных, чему способствовал улучшенный агрофон [5, 11, 12, 18]. Пахота, внесение удобрений, уничтожение сорняков, полив создавали для растений принципиально новый экологический фон, существенно отличающийся от таковых мест дикого произрастания растений. Этот фон способствовал как проявлению хозяйственно ценных признаков, так и закреплению их в потомстве в процессе искусственного отбора. В условиях агрофона регулировалось и направление естественного отбора, что способствовало в конечном итоге улучшению растений. При этом экологический фон культурных цензов усилил признаки мезоморфности и ослабил ксероморфность растений, которая способствовала экологической устойчивости их диких предков. Поэтому стародревние образцы культурных растений и экстенсивные сорта большинства видов (зерновых, зернобобовых, масличных, плодовых) по засухоустойчивости и интенсивности фотосинтеза уступают своим дикорастущим предкам [9, 12, 20].

Необходимо особо подчеркнуть, что в наше время интенсивное сельхозпроизводство в целях получения максимального количества качественной продукции с единицы площади пошло по пути оптимизации факторов агросистем и выращивания монокультур в более плотных ценозах по сравнению с таковым экстенсивным [8, 12, 19, 21, 25].

Отличительной чертой современного сельхозпроизводства является уплотнение гомогенных популяций [8, 21]. Это обстоятельство говорит о тождестве результатов максимализации получения продукции с единицы площади в дикой флоре и сельхозпроизводстве – уплотнение гомогенных ценозов.

Установлено [22], что уплотненные ценозы благоприятно влияют на сохранение особей от поломки ветром, повреждений животными, в том числе многочисленными насекомыми – переносчиками вирусных болезней. В плотном ценозе почти не бывает резких температурных скачков, что оптимизирует жизнедеятельность растений. Максимальные показатели температуры в плотном ценозе всегда бывают ниже, а минимальные – выше, чем за пределами ценоза. Чем плотнее ценоз, тем слабее в нем проявляется негативное действие ветра на транспирацию, испарение с поверхности почвы, смену температур. Воздушный поток почти не проникает внутрь плотного ценоза. Перемещение воздуха в нем осуществляется, главным образом, путем конвекции, то есть вертикальным перемещением воздушных масс и обусловлено их нагреванием и охлаждением. Слабое перемещение воздуха у почвы способствует накоплению углекислого газа и водяных паров в припочвенном слое и тем самым способствует ассимиляции. Сформированный плотный ценоз сильнее иссушает почву, чем таковой с редким стоянием растений. В нем обостряется конкуренция за воду, минеральное питание, свет. Ценоэкологические условия плотного ценоза действуют одновременно в том же направлении, что и таковые аридные, засуха, затенение. Эти условия предъявляют к растительному организму различных культур в

разных почвенно-климатических регионах возделывания унифицированные требования: иметь ксероморфную мезоструктуру листа, соответственно более высокую интенсивность фотосинтеза, ограниченный рост и компактный габитус, высокую устойчивость к полеганию [8, 9, 12, 17, 20, 23].

К настоящему времени в ходе целенаправленной селекции у подавляющего большинства сельскохозяйственных культур, в том числе и плодовых, созданы интенсивные сорта с компактным габитусом и ксероморфной морфофизиологической структурой, которые с успехом возделываются в современных плотных посевах, посадках [12, 21].

Необходимо отметить, что в ходе селекции интенсивных сортов не изменилась существенно активность фотосинтетического аппарата на уровне хлоропласта, но увеличился до оптимальных параметров ассимиляционный аппарат (листовое покрытие почвы составляет 5-8 м²/м²) [12], повысилась удельная поверхностная плотность листа, соответственно, возросла интенсивность фотосинтеза единицы его поверхности [9]; увеличилась доля генеративной сферы, а уменьшилась таковая вегетативной, что выразилась в повышении значений коэффициента хозяйственности [8]; в фотосинтетическом потенциале растений интенсивных сортов возросла доля верхних листьев, соответственно, увеличилась степень ксероморфности таких ценозов.

У растений интенсивных сортов люпина белого, люпина узколистного, произошла редукция симподиального ветвления, в результате чего листья ценоза в процессе формирования и функционирования лучше освещаются, что уклоняет агроценоз в ксероморфную сторону [7, 16, 17]. У интенсивных сортов в сравнении с экстенсивными в репродуктивный период формируется более мощная корневая система, что является одним из свойств ксероморфизма.

Интенсивные сорта активно преодолевают неблагоприятные условия среды посредством поддержания водного дефицита и ростовых процессов на более стабильном уровне, чем экстенсивные сорта [19]. В плотных моноценозах не фотосинтез создает урожай биомассы и его хозяйственной части, а интенсивные растения с помощью фотосинтеза [20]. Они в плотных ценозах осуществляют не только интенсивный фотосинтез, но при этом и активно потребляют его ассимилянты, т.е. обладают высокой аттрагирующей способностью генеративной сферы [15].

Необходимо подчеркнуть, что, несмотря на различные методы, которые использовали селекционеры при создании интенсивных сортов у разных культур (межлинейная и межсортовая гибридизация, мутагенез, полиплоидия), результат был один и тот же, а именно, создавались растения с ксероморфной морфофизиологической структурой, приспособленной к плотному моноценозу и обеспечивающие более оптимальный оптический режим посева [12].

Таким образом, гомогенность сорта наряду с плотностью агроценоза является отличительной чертой современного сельскохозяйственного производства. Гомогенность сорта исключает острую конкурентность между особями в ценозе, а его уплотнение обеспечивает больший выход качественной продукции с единицы площади [8, 12].

Следует отметить, что наиболее ярко процесс интенсификации выразился в садоводстве [21, 25]. В настоящее время оптимальная плотность интенсивных садов на карликовых и суперкарликовых подвоях достигает 70 тыс. деревьев на 1 га, что в 350 раз больше экстенсивных садов (около 200 деревьев на 1 га). При этом средняя урожайность увеличилась в 3-5 раз, достигнув 40-50 тонн/га. Интенсивные плодовые деревья имеют ограниченный рост и компактную крону, ксероморфную мезоструктуру листа, высокую скороплодность с регулярным плодоношением.

Таким образом, в ходе интенсификации растениеводства уменьшилась высота растений, их габитус стал компактным, а морфофизиологическая структура уклонилась от мезоморфной экстенсивных сортов к ксероморфной интенсивных. Прогрессивная ксероморфная структура позволяет растениям интенсивных сортов активно использовать условия более плотного ценоза на богатом агрофоне и обеспечивать высокую урожайность.

Кроме того, следует отметить, что в наше время уже во многих странах мира энергоресурсоэкономность и природоохранность, отличительные черты экологического (органического) земледелия, уже становятся характерными для всего сельскохозяйственного производства [12]. Соответственно, дальнейшая селекция сельскохозяйственных культур должна быть направлена на выведение интенсивных энергоресурсоэкономных, природоохраняющих сортов с высоким потенциалом продуктивности и адаптивности [12].

Обобщая изложенное выше, можно заключить, что в ходе селекции, эволюции семейств и фитоэволюции имеет место однонаправленность изменения структуры растений в сторону ксероморфизма.

Материал и метод исследования. Объектом изучения являлся люпин узколистный, закономерности изменения его морфофизиологического статуса в ходе эволюции диких форм, одичавших древних культурных образцов, экстенсивных и интенсивных сортов.

Морфофизиологические исследования проводились в соответствии с методическими указаниями [12].

Результаты исследований. Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L) является естественным тетраплоидом: $2_n=40$, $n=20$, $x=10$. Самоопыляющийся вид. Родина – Средиземноморский генцентр [18]. Центром формообразования люпина узколистного является Пиренейский полуостров, где сконцентрировано наибольшее разнообразие истинно диких форм с очень примитивными признаками [3]. Центром же происхождения культурного люпина узколистного считается Балканский полуостров с островами Эгейского моря, так как в этом регионе имеются типично дикие формы и сконцентрировано очень большое разнообразие одичавших культурных форм. Из Древней Греции культурный люпин узколистный распространился далее в другие центры древних цивилизаций Средиземноморья [3, 18].

Введение в культуру и возделывание люпина узколистного в Древнем Средиземноморье является первым периодом в истории данной культуры. Использовался люпин узколистный в качестве зеленого удобрения, корма для ско-

та, лечебного средства, суррогата кофе и декоративной культуры [3, 18]. Возделывание люпина узколистного, начатое в древние времена в Средиземноморье, широко распространилось во второй половине 19-го века в странах Центральной, Северной и Восточной Европы. С этого времени наступил второй период истории данной культуры. Возделывался люпин узколистный как на зеленое удобрение, так и на корм для овец. В этот же период началась селекция сидеральных сортов, приспособленных к местным условиям. В конце 19-го столетия люпин узколистный из Европы был интродуцирован в Австралию, а в начале 20-го века в Новую Зеландию, Южную Африку, Америку. До 1935 г. во всех странах люпин узколистный использовался, главным образом, на зеленое удобрение [18].

Третий период в истории этой культуры начался в 1928 г. с момента создания Зенгбушем в Германии безалкалоидных (кормовых) форм и продолжается до настоящего времени [3, 18]. В течение этого периода на генетической основе сладких форм Зенгбуша в разных странах созданы серии кормовых сортов, которые позволили успешно возделывать культуру в конце прошлого столетия в Северной Полушарии (Россия, Беларусь, Польша, Германия, Дания и др.) на площади около 100 тыс. га, а в Южной Полушарии (Австралия, Новая Зеландия, Чили и др.) на площади около 1 млн га. В течение третьего периода люпин узколистный возделывается как на кормовые, так и пищевые цели. Кроме того, в этот период в Беларуси созданы интенсивные сорта люпина узколистного с редуцированным симподиальным ветвлением различного морфофизиологического типа (дикого, псевдодикого, квазидикого, щитковидного и колосовидного) с потенциальной урожайностью семян 5-6 т/га, которые внесены в Госреестры сортов и внедрены в сельскохозяйственное производство Беларуси (*Данко*, *Миртан*, *Першацвет* и др.), России (*Кристалл*, *Снежеть*, *Надежда* и др.) и стран Европейского союза (*Bordako*, *Borweta*, *Vora* и др.)

Таким образом, в настоящее время у люпина узколистного имеются как истинные дикие формы, так и одичавшие культурные образцы древних цивилизаций Средиземноморья, экстенсивные и интенсивные сорта. Эта уникальная особенность люпина узколистного относит его в разряд наиболее удачных и информативных объектов для изучения и познания тех изменений, которые произошли в растительном организме в процессе доместикиции и селекции. Информация такого рода ценна и необходима как для разработки направлений дальнейшей селекции этого вида, так и ввода в культуру новых видов люпина, их акклиматизации и ускоренного создания интенсивных сортов.

Наши многолетние (1997-2017 гг.) комплексные (морфологические, физиологические, биохимические, иммунологические, генетико-селекционные, агротехнические) сравнительные исследования диких форм, экстенсивных и интенсивных сортов люпина узколистного [4], а также сведения других исследователей [1, 2, 3] позволили установить ряд существенных изменений в организме растений в ходе доместикиции и селекции, т.е. в результате вмешательства человека (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение свойств и признаков люпина узколистного от истинно диких форм к окультуренным образцам и сортам

Свойства, признаки	Характеристики свойств, признаков			
	диких форм	одичавших древних культурных образцов	экстенсивных сортов	интенсивных сортов
1	2	3	4	5
Урожайность сухого вещества надземной массы, т/га	2-3	6-8	8-10	12-14
Урожайность семян, т/га	0,3-0,5	1-2	2-3	5-6
Доля массы семян в надземной фитомассе, %	15-17	17-25	25-30	40-45
Доля массы семян в фитомассе бобов, %	35-40	45-50	50-60	65-70
Доля массы ядра в фитомассе семени, %	22-25	22-25	22-24	21-24
Масса 1000 семян, г	50-70	80-180	110-200	120-160
Содержание алкалоидов в семенах, %	0,8-2,2	0,8-2,2	0,03-0,3	0,01-0,03
Водопроницаемость оболочки семян	твёрдокожурность, слабая водопроницаемость	твёрдокожурность, слабая водопроницаемость	мягкокожурность, хорошая водопроницаемость	мягкокожурность, отличная водопроницаемость
Растрескиваемость бобов	сильная	сильная	слабая	нерастрескиваемость
Тип ветвления	нормальное моноподиальное и симподиальное	нормальное моноподиальное и симподиальное	нормальное моноподиальное и симподиальное	редуцированное в разной степени
Высота растений, см	50-70	70-110	70-110	60-80
Вегетационный период, сутки	130 и более	130 и более	100-130	75-100
Темп начального роста, мм/сутки	2-3	5-7	9-11	11-14

Продолжение таблицы 1				
1	2	3	4	5
Тип листа	ксероморфный	ксероморфный	ксероморфный, мезоморфный	ксероморфный
Удельная поверхностная плотность листа, мг/см ²	60-67	50-60	32-55	50-55
Интенсивность видимого фотосинтеза, мг СО ₂ /дм ² ·час.	8,6-12,7	6,1-6,8	4,1-6,8	6,1-6,8
Реакция на яровизацию	термочувствительность	термочувствительность	термочувствительность, нейтральность	нейтральность
Реакция на фотопериод	фотопериодическая чувствительность	фотопериодическая чувствительность	фотопериодическая чувствительность, фотопериодическая нейтральность	фотопериодическая нейтральность
Основной фон окраски семян	серый	серый	серый, белый	белый
Рисунок (узор) окраски семян	пестрая	пестрая	пестрая мраморность, пятнистость	отсутствует мраморность, пятнистость
Окраска цветков	синяя	синяя, фиолетовая	синяя, фиолетовая, розовая, бело-розовая, сиреневая	сиреневая, белая
Окраска листьев	темно-зеленая	темно-зеленая	темно-зеленая, зеленая, светло-зеленая, пурпурная	темно-зеленая, зеленая
Число цветков в центральной кисти, шт.	очень много (55-66)	от очень мало до много (7-54)	от очень мало до много (7-54)	много (36)
Максимальное количество семян в бобе, шт.	6, 7	6, 7	4, 5, 6, 7	6, 7
Угол отхождения ветвей от стебля	нормальный (38°-42°)	нормальный (38°-42°)	нормальный (38°-42°)	нормальный (38°-42°), острый (26°-32°), «прямой» (52°-62°)

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в ходе domestikации и селекции люпина узколистного значительно возросла урожайность как сухого вещества (в 4 и более раз), так и семян (в 12 и более раз).

Масса 1000 семян увеличилась в 3 и более раз. Содержание алкалоидов в семенах уменьшилась от 0,8-2,2% до 0,01-0,3%. Темп начального роста увеличился в 4 и более раз. Сократился вегетационный период на 30 и более суток. Высота растений увеличилась от диких форм к экстенсивным сортам, а затем уменьшилась от экстенсивных к интенсивным сортам. Мезоструктура листа изменялась от ксероморфной диких форм к мезоморфной экстенсивных сортов, а затем снова к ксероморфной интенсивных сортов. Увеличилась доля генеративной сферы в массе растения, а вегетативной – уменьшилась. Произошла замена нормального ветвления на редуцированное, т.е. произошла оптимизация архитектоники растений. При этом габитус растений стал компактным, что наиболее выражено у щитковидных, метельчатых и колосовидных сортов. Произшедшие изменения в морфофизиологической структуре растений люпина узколистного обусловили их толерантность к фитоценотическим условиям плотных ценозов (120-160 растений на 1 м²). В конечном итоге прогрессивная структура растений интенсивного типа, изменяющая распределение света по глубине ценоза, обеспечила их высокую производительность в условиях плотного ценоза, и, соответственно, урожайность.

Необходимо особо подчеркнуть, что характерной чертой всех морфофизиологических типов интенсивных сортов люпина узколистного (псевдодикого, квазидикого, щитковидного, метельчатого и колосовидного) с потенциальной урожайностью семян 6-7 т/га, которые освоены и используются в сельскохозяйственном производстве Беларуси, России и стран ЕС, является ограниченное симподиальное ветвление, которое максимально редуцировано у колосовидных сортов (белорусского *Першацвет*, немецкого *Борвета*, российского *Надежда*, польского *Сонет*, датского *Прима*). Кроме того, лучшие по стабильности высокой урожайности интенсивные сорта люпина узколистного являются нейтральными по отношению к яровизации, фотопериоду и 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 21 года и максимум площадей (20643 га) имел в 2006 г., а сорт *Першацвет* возделывается 20 лет, максимум площадей (9538 га) занимал в 2006 г. 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. 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.

Соответственно, дальнейшую селекцию люпина узколистного мы ориентируем на выведение интенсивных сортов с быстрым и очень быстрым темпом начального роста. Для отбора из гибридных популяций указанных генотипов и их дальнейшей оценки нами разработана и используется экспресс-методика, в основу которой положена тесная корреляция ($r = 0,7-0,9$) длины гипокотыля, эпикотыля и их суммы с темпом начального роста (таблица 2). Методика позволяет с успехом отбирать и оценивать желательные генотипы как в лабораторных условиях в камерах SPBD, растильнях, так и в полевых условиях.

Таблица 2 – Корреляции темпа начального роста с длиной гипокотыля и эпикотыля

Сорт, образец	Длина, см			Темп начального роста, см/сут.	Коэффициенты корреляции темпа начального роста (r) с		
	гипокотыля	эпикотыля	сумма гипокотыля + эпикотылей		гипокотыля	эпикотыля	сумма гипокотыля + эпикотылей
	$X_{cp}+-Sx$	$X_{cp}+-Sx$	$X_{cp}+-Sx$		$X_{cp}+-Sx$		
Дикая форма	0,92+-0,03	0,64+-0,03	1,56+- 0,05	0,92+- 0,01	0,71	0,71	0,77
Миртан	2,26+-0,04	4,28+-0,5	6,55+- 0,09	1,36+- 0,01	0,86	0,83	0,86
Першацвет	1,16+-0,03	2,74+-0,04	3,91+- 0,07	1,13+- 0,01	0,83	0,89	0,90

Данная методика с успехом использовалась нами в процессе доместикации дикого люпина льнолистного (*L. linifolius* Roth) и люпина поздноцветущего (*L. opsianthus* Atab. et Maiss.), которые характеризуются медленным и очень медленным темпом начального роста, но обладают ксероморфными листьями, интенсивность видимого фотосинтеза у которых выше таковых ксероморфных люпина узколистного (*L. angustifolius* L.) на 27% и 87%, соответственно [20].

Созданы четыре сладких образца с ксероморфными листьями льнолистного люпина, три из которых (*Ли-сир-1*, *Ли-сир-2*, *Ли-БКР-1*) обладают быстрым темпом начального роста, а один образец (*Ли-БЖР-1*) – очень быстрым темпом начального роста. Выведены два сладких образца с ксероморфными листьями поздноцветущего люпина (*ОП-РЖР-1*, *ОП-РЖР-2*), которые имеют очень быстрый темп начального роста.

Все указанные образцы по урожайности семян превосходят стандартный сорт *Миртан* на 10-15%. Два лучших из них (*Ли-сир-1*, *Ли-БКР-1*) готовятся для передачи в Госсортоиспытание в 2019 г.

Кроме того, учитывая факт эколого-географической отдаленности мест формирования геномов люпина льнолистного (отложение вулканических лав на склонах Сицилии) и люпина поздноцветущего (песчаные почвы побережья Португалии) лучшие сладкие образцы этих видов люпина планируется включить в генетико-селекционные исследования по созданию гибридов люпина узколистного с незатухающим гетерозисом.

Выводы

1. В ходе селекции, эволюции семейств и фитоэволюции имеет место односторонняя направленность изменения структуры растений люпина в сторону ксероморфизма.

2. На основании результатов собственных исследований (1997-2007 гг.) лучшие по стабильности высокой урожайности интенсивные сорта являются нейтральными по отношению к яровизации, фотопериоду, обладают быстрым темпом начального роста, ксероморфизмом, устойчивы к плотному ценозу.

3. Разработана и используется экспресс-методика, в основу которой положена тесная корреляция ($r = 0,7-0,9$) длины гипокотыля, эпикотыля и их суммы с темпом начального роста.

4. Созданы четыре сладких образца с ксероморфными листьями льнолистного люпина, выведены два сладких образца с ксероморфными листьями позднотцветущего люпина.

5. Дальнейшую селекцию люпина узколистного ориентируем на выведение интенсивных сортов с быстрым и очень быстрым темпом начального роста.

Литература

1. *Clements, J.C.* Catalogue of the Australian Lupin Collection / J.C. Clements, W.A. Cowling // Department of Agriculture of Western Australia. – 1991. – 186 p.
2. *Dracup, M.* Narrow-leaved lupins with restricted branching / M. Dracup, B. Thomson // *Annals of Botany.* – 85: 2000. – P. 29-35.
3. *Gladstones, J.S.* Distribution, origin, taxonomy, history and importance // In: J.S. Gladstones et al. (eds.), *Lupin as Crop Plants. Biology, Production and Utilization.* – 1998. – P. 1-39.
4. *Joernsgaard, B.* Adaptation of Lupins for Northern European Maritime / B. Joernsgaard, J.L. Christiansen, N. Kuptsov // *Conditions. Wild and Cultivated Lupins from the Tropics to the Poles. Proceedings of the 10th International Lupin Conference, Laugarvatn, Iceland, 19-24 June 2002.* ILA, Canterbury, New Zealand, van santen and G. D. Hill (eds). – 2004. – P. 105-110.
5. *Pianka, E.R.* Evolutionary ecology. The University of Texas at Austin / E.R. Pianka // Harper and Row, Publishers; New York, Hagerstown, San Francisco, London, 1978. – P. 400.
6. *Sengbusch, R.* Susslupinen und Oillupinen. Die Entstehungsgeschichte einiger neuer Kulturpflanzen / R. Sengbusch // *Landw. Jahrb.* – 1942. – S. 723-880.
7. *Баханов, П.П.* К вопросу о физиологической модели высокопродуктивных сортов зернобобовых культур / П.П. Баханов, А.А. Гаврикова, А.И. Долгопалова // *Сельскохозяйственная биология.* – 1981. – Т. 28, №6. – С. 803-810.
8. *Бороевич, С.* Можем ли мы создавать сорта растений и породы животных по заранее разработанным моделям / С. Бороевич // *Генетика и благосостояние человечества.* – М. : Наука, 1981. – С. 154-156.
9. *Быков, О.Д.* О возможности селекционного улучшения фотосинтетических признаков сельскохозяйственных растений / О.Д. Быков, М.И. Зеленкий // *Физиология фотосинтеза.* – М. : Наука, 1982. – С. 294-310.
10. *Гроссгейм, А.А.* К теории ксероморфогенеза / А.А. Гроссгейм // *Проблемы ботаники.* – 1950. – Вып. II. – С. 163-183.
11. *Жуковский, П.М.* Культурные растения и их сородичи / Н.М. Жуковский. – Л.: Колос. – 1971. – 750 с.
12. *Жученко, А.А.* Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М. : РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с.

13. *Заленский, В.Р.* Учебник физиологии растений для ср. учеб, заведений / В.Р. Заленский. – Киев : Пирогов. т-ва, 1907. – 182 с.
14. *Засимович, В. П.* Жизненные формы, полиплоидия и эволюция видов семейств центросеменных // Цитология и генетика. – Киев : Наукова думка, 1965. – С. 5-38.
15. *Коновалов, Ю.Б.* Атрагирующая активность развивающихся плодов, семян и перспективы использования ее в качестве селекционного признака / Ю.Б. Коновалов // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М., 1975. – С. 34-43.
16. *Купцов, Н.С.* Закономерности эволюции мезоструктуры растений в ходе селекции на зерновую продуктивность и их использование в процессе синтеза интенсивных форм / Н.С. Купцов // Физиолого-генетические проблемы интенсификации селекционного процесса : сб. научн. трудов. – Саратов, 1984. – Ч. 1. – С. 88-89.
17. *Купцов, Н.С.* Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посеы / Н.С. Купцов, И.П. Такунов. – Брянск, Клинцы : КРТ, 2006. – 576 с.
18. *Майсурян, Н.А.* Люпин / Н.А. Майсурян, А.И. Атабекова. – М. : Колос, 1974. – 463 с.
19. Морфофизиологические показатели продуктивности и устойчивости зерновых культур / под ред. В. С. Шевелухи. – Минск : Ураджай, 1980. – 144 с.
20. *Насыров, Ю.С.* Генетический контроль фотосинтеза и пути дальнейшего повышения продуктивности растений / Ю.С. Насыров // Генетика и благосостояние человечества. – М. : Наука, 1981. – С. 508-517.
21. *Рябцева, Т.В.* Эволюция интенсификации сада / Т.В. Рябцева // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 12 (47). – С. 95-100.
22. *Синская, Е.Н.* Динамика вида / Е.Н. Синская // М., Л. : Сельхоз ГИЗ. – 1948. – 526 с.
23. *Старжицкий, С.Т.* Биологическая основа моделирования сельскохозяйственных растений // С.Т. Старжицкий // Генетика и благосостояние человечества. – М. : Наука, 1981. – С. 434-439.
24. *Тахтаджан, А.Л.* Основы эволюционной морфологии покрытосеменных / А.Л. Тахтаджан. – М., Л. : Наука, 1964. – 236 с.
25. *Шитт, П.Г.* Биологические основы агротехники плодоводства / П.Г. Шитт. – М. : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1952. – 363 с.

REGULARITIES OF MORPHOPHYSIOLOGICAL STRUCTURE CHANGES IN BLUE LUPINE PLANTS DURING DOMESTICATION AND BREEDING

A.A. Kozlovsky, A.N. Bugrova, N.S. Kuptsov

Literature data on structure changes in plants during evolution, domestication and breeding of blue lupine are generalized in the article. Regularities of changes in plant organisms due to human intervention are presented. It is shown that intensive varieties with high rates of growth and xeromorphic leaf structure promote the stability of high yields. Express-methods of the selection of desirable genotypes were developed.