



Н.С.Купцов, кандидат биологических наук
Белорусский НИИ земледелия и кормов

УДК 633.367:631.527

Стратегия и тактика селекции люпина

Излагается интенсивная селекционная технология, позволяющая сокращать период выведения сорта люпина до 5–7 лет. С помощью этой технологии в короткие сроки выведена серия высокопродуктивных сортов кормового узколистного люпина, различающихся по типам морфологической структуры (дикий, псевдодикакий, квазидикакий, щитковидный, метельчатый, колосовидный). Последние внедряются в сельскохозяйственное производство. Обсуждаются дальнейшие направления повышения продуктивности и адаптивности культуры.

Современное сельскохозяйственное производство в связи с ростом народонаселения, истощением запасов природных ресурсов, загрязнением окружающей среды, а также глобальной аридизацией климата поставило перед селекцией нашего времени в качестве стратегической задачи создание в короткие сроки энерго-ресурсоэкономных природо щадящих сортов, сочетающих в себе как высокое качество экологически чистой продукции, так и высокий потенциал продуктивности и адаптивности [1].

This work is dedicated to intensive breeding technology which allows to reduce period of cultivars creation up to 7 ears. With the help of this technology during short termin it was bred highproductive forage narrow-leaved lupin cultivars distinguished by its morpho-physiological structure (wild, pseudo-wild, quazy-wild, fascicle, panical, ear), which are released in agricultural production. It is indicated that the directions of further increase of forage narrow-leaved lupin productivity and adaptivity.

Определяющими факторами успешного решения поставленной задачи являются стратегия и тактика селекции, разработанные на основе современных достижений науки, а также удачный выбор селективируемых сельхозкультур.

В этой связи узколистный люпин, как молодая высокобелковая самоопыляющаяся аридная сельхозкультура, обладающая симбиотической азотфиксацией и большим генотипическим разнообразием дикорастущих форм в генцентре ее происхождения (страны Средизем-

номорья), является наиболее удобным объектом для селекции энергетически эффективных природо щадящих сортов, обеспечивающих экономически выгодный урожай с минимумом энерго-ресурсозатрат на производство единицы экологически чистой качественной продукции.

Больших успехов в селекции узколистного люпина и люпиносеянии достигла Австралия [2]. Эта страна с помощью узколистного люпина ликвидировала у себя дефицит белка и производит его зерно на экспорт.

В Европе работают с узколистным люпином исследователи Польши и России [3-4]. Однако в указанных странах посевные площади под этой культурой ограничены. Их рост сдерживается нестабильной урожайностью находящихся в производстве сортов.

В Беларуси исследования по узколистному люпину велись в послевоенные годы: были выведены и районированы два кормовых сорта (Белорусский 155, 1959 г., БелНИИЗ; Беньяконский розовый сладкий, 1960 г., Гродненская сельскохозяйственная станция). Однако указанные сорта имели низкую и нестабильную урожайность, что препятствовало их внедрению в производство. Вскоре в Белорусском НИИЗ из-за отсутствия успехов в практической селекции исследования по узколистному люпину были прекращены и возобновлены лишь в 1976 г. Для ускорения селекционного процесса по данной культуре и создания принципиально новых конкурентоспособных сортов была разработана и используется интенсивная селекционная технология, сокращающая период выведения сорта с использованием теплиц до 4-5 лет, без теплиц – до 7 лет [5].

В основу этой технологии положены селекционная цель, стратегия и тактика. Селекционная цель нами определена как одновременное повышение потенциала семенной продуктивности сортов и их адаптивности, как средство реализации продуктивности, при сохранении качества продукции на уровне вида или его улучшения.

Селекционная стратегия нами ориентирована в первую очередь в общее русло стратегии селекционно продвинутых культур, а именно, на выведение сортов, устойчивых к плотному моноценозу, неблагоприятным факторам среды, болезням, вредителям.

Следует указать, что во вторую очередь мы ориентируем селекцию на выведение мультиструктурных сортов с использованием линий, обладающих разным типом морфофизиологической структуры растения (дикий, псевдодиккий, квазидиккий, щитковидный, метельчатый, пальмовидный, колосовидный), а также разными генами устойчивости к болезням. Мультиструктурный сорт подобно природной популяции будет наиболее оптимально использовать объем агрофитоценоза, обеспечивая стабильно высокую урожайность.

Селекционная тактика, как искусство построения и ведения селекционного процесса, ориентирована на достижение селекционной цели в более короткие сроки с минимальными затратами.

Селекционная тактика по люпину включает следующее:

- разработку моделей (идеатипов) и генотипов (идиотипов) сортов;
- хранение всех изученных генов в генетическом банке генов (ГБГ);
- хранение необходимых для селекции сегодняшнего дня генов в генетической системе родителей (ГСР);
- создание генотипов с помощью рекомбинаций генов (ГСР);
- выделение желательных генотипов с помощью системы сигнальных генов и селективных фонов;
- выращивание трех поколений растений в календарный год (одно – в поле, два – в течение двух ротаций в теплице);
- оценку генотипов в селекционных питомниках и на провокационных фонах.

Важным тактическим элементом интенсивной селекционной технологии является разработка семи типов моделей сортов.

При разработке моделей сортов учитывались общие принципы создания моделей [6], закономерности однонаправленного изменения морфофизиологической структуры растений различных видов (ячмень, пшеница, овес и др.) в сторону ксероморфности, устойчивости к плотному моноценозу в процессе селекции на семенную продуктивность, эволюции их семейств и фитоэволюции [7,8], а также продолжающаяся аридизация климата [9].

Были разработаны теоретически, а затем реализованы в натуральные формы следующие идеатипы сортов узколистного люпина:

Дикий тип. Этот тип моделей имеет характерную для диких форм структуру растения с неблокированным ветвлением по всему стеблю. Образование в пазухах листьев главного стебля боковых ветвей первого порядка идет в восходящем направлении по мере увеличения числа листьев и роста стебля (моноподиальное ветвление). Такой же порядок моноподиального ветвления осуществляется и на боковых ветвях первого порядка, где вырастают ветви второго порядка.

К моменту заложения соцветия на главном стебле начинается симподиальное ветвление, которое идет в нисходящем направлении.

Ветви первого порядка сначала образуются в пазухах самых верхних листьев на главном стебле, затем предпоследних и т.д. Такой же порядок симподиального ветвления осуществляется и на боковых ветвях последующих порядков. Ветвление у дикого типа ограничивается лишь наступлением стадии созревания. Темп роста и развития у этого типа модели быстрый или очень быстрый. Период вегетации от посева до созревания 95-120 суток. Листья и стебель имеют ксероморфную структуру. Окраска листьев и стебля зеленая или темно-зеленая. Масса 1000 семян колеблется от 100 до 250 г. Бобы преимущественно 4-6-семянные, устойчивы к растрескиванию, имеют оранжевую окраску внутреннего эпидермиса створок. Семена содержат 31-36% белка, 4-7% жира, 0,002-0,1% алкалоидов. Растения толерантны к вирусам, устойчивы к фомопсису, фузариозу. Оптимальная густота стеблес-

тоя 100-120 растений на 1 м². Потенциальная урожайность сухого вещества 80-100 ц/га, семян – 40-50 ц/га.

Псевдодикий тип. Габитус модели растений псевдодикого типа модели схож с таковым растений дикого типа. Ветвление у псевдодикого типа осуществляется в том же порядке, что и у дикого типа, однако оно генетически блокировано кистями цветков (бобов) на уровне 3-4-го порядков. Растения псевдодикого типа, вследствие блокировки ветвления, имеют меньшую облиственность и более устойчивы к плотному моноценозу, чем таковые дикого типа. Оптимальная густота стеблестоя 120-140 растений на 1 м². Остальные параметры растений псевдодикого типа аналогичны таковым дикого типа.

Квазидикий тип. Габитус растений квазидикого типа модели схож с таковым растений дикого и псевдодикого типов. Ветвление у квазидикого типа, как и у псевдодикого типа, генетически блокировано кистями цветков (бобов) на уровне 3-4-го порядков.

Однако у растений квазидикого типа в отличие от таковых псевдодикого типа верхняя ветвь первого порядка, находящаяся под центральной кистью, генетически трансформирована в боб или кисть бобов. Растения квазидикого типа имеют меньшую облиственность и более устойчивы к плотному моноценозу, чем таковые дикого типа. Оптимальная густота стеблестоя 120-140 растений на 1 м². Остальные параметры растений квазидикого типа аналогичны таковым псевдодикого и дикого типа.

Щитковидный тип. Габитус растений щитковидного типа модели компактный, генеративная сфера похожа на соцветие щитков. Ветвление у растений щитковидного типа генетически блокировано кистями цветков (бобов) на уровне 2-3-го порядков. Ветви в верхней части стебля растения укорочены и находятся на уровне центральной кисти. Угол отхождения ветвей у щитковидного типа более острый, чем у дикого типа.

У растений этого типа цветение и созревание боковых ветвей и главного стебля осуществляются почти одновременно.

Оптимальная густота стеблестоя 140-160 растений на 1 м². Остальные параметры растений щитковидного типа аналогичны таковым предыдущих типов.

Пальмовидный тип. Габитус растения пальмовидного типа модели компактный и схож с таковым пальмы. Ветвление у растений этого типа генетически блокировано на уровне 2-3-го порядков, а стебель фасцирован. Фасциация увеличивает на главном стебле почти в два раза количество ветвей и листьев, создавая тем самым густую крону. Блокировка бобами ветвления 2 и 3-го порядков ограничивает рост кроны. Крона формируется компактной, похожей на таковую пальмы. Бобы располагаются эпигонально над кроной в виде короны. У растений этого типа цветение и созревание бобов проходят дружно. Оптимальная густота стеблестоя 100-120 растений на 1 м².

Остальные параметры растений пальмовидного типа аналогичны таковым предыдущих типов.

Метельчатый тип. Габитус растения метельчатого типа модели компактный, а его генеративная сфера похожа на прямостоячую метелку злаков. Ветвление

генетически блокировано кистями бобов на уровне 2-го порядка. Ветви 1-го порядка в верхней части стебля сильно укорочены и прижаты к стеблю. Угол отхождения ветвей очень острый. Бобы расположены на растении эпигонально и компактно. У растений этого типа цветение и созревание бобов проходят дружно.

Оптимальная густота стеблестоя 140-160 растений на 1 м². Остальные параметры растений метельчатого типа аналогичны таковым предыдущих типов.

Колосовидный тип. Габитус растения колосовидного типа модели компактный, а его генеративная сфера похожа на колос, состоящий из бобов. Ветвление генетически блокировано бобами на уровне 1-го порядка в пазухах 3-9 верхних листьев и на уровне 2-го и 3-го порядков в остальной части стебля.

У растений колосовидного типа имеется только моноподиальное ветвление, а симподиальное ветвление отсутствует из-за трансформации ветвей 1-го порядка в верхней части главного стебля в бобы, которые расположены в пазухах листьев.

У растений этого типа цветение и созревание бобов проходят дружно. Оптимальная густота стеблестоя 140-160 растений на 1 м². Остальные параметры растений колосовидного типа аналогичны таковым предыдущих типов.

С целью дальнейшей реализации моделей в натуральные сорта нами разработано и используется в практической селекции семь идиотипов (генотипов) сортов, обуславливающих семь описанных выше моделей сортов.

Следует указать, что каждый генотип содержит общие для всех моделей сортов гены, а также гены, определяющие отличительные особенности того или иного типа модели (колосовидный, метельчатый и др.).

В группу общих для всех генотипов входят гены следующих признаков (алкалоидности, белковости, неосыпаемости семян, ксероморфной структуры листа и стебля, окраски листа и стебля, длины стебля, темпа роста и развития, аттрагирующей способности, величины семян, окраски цветков, окраски семян, устойчивости к фузариозным корневым гнилям, фомопсису, бурой пятнистости и др.).

Во вторую группу генов идиотипа входят гены, которые контролируют основные отличительные признаки каждой из модели сортов. Следует подчеркнуть, что в эту группу входят в основном гены, обуславливающие характер ветвления, длину ветвей, угол отхождения ветвей от стебля, форму побега, а также гены-модификаторы перечисленных признаков.

Так, **идиотип дикого типа** модели сортов содержит нормальные (дикие) гены, моноподиального ветвления (Mbr), симподиального ветвления (Sbr), нормальные гены угла отхождения ветвей (Bda), нормальные гены длины симподиальных ветвей (Sbl), а также нормальные гены модификации ветвления (Sbm), модификации угла отхождения ветвей (Dam), модификации длины ветвей (Blm).

Идиотип псевдодикого типа модели сортов отличается от дикого типа лишь наличием рецессивного гена симподиального ветвления (sbr), который, заменив нормальную (дикую) аллель, обуславливает блокировку ветвления кистями бобов на уровне 3-4-го порядков.

Идиотип квазидикого типа модели сортов в отличие от такового дикого типа содержит наряду с рецессивным геном блокировки ветвления (*sbr*) еще и рецессивный ген модификации блокировки ветвления (*sbm*). Последний обуславливает усиление блокировки ветвления, в результате чего самая верхняя ветвь на главном стебле трансформируется в кисть бобов или боб (в пазухе листа под центральной кистью).

Идиотип щитковидного типа модели сортов в отличие от такового дикого типа содержит следующие мутантные гены, которые заменили их нормальные аллели: рецессивный ген блокировки ветвления (*sbr*), рецессивный ген модификации блокировки ветвления (*sbm*), рецессивный ген длины боковых ветвей (*sb1*), рецессивный ген угла отхождения ветвей от стебля (*bda*).

Рецессивный ген длины боковых ветвей обуславливает их значительное укорочение, в результате чего они в верхней части стебля находятся на высоте, близкой к уровню центральной кисти. Рецессивный ген угла отхождения ветвей обуславливает более острый (28° - 32°) угол их отхождения, в результате чего ветви в большей степени прижаты к главному стеблю, чем у дикого типа (38° - 48°). В конечном итоге ассоциация из четырех рецессивных генов контролирует развитие генеративной сферы растения, которая похожа на соцветие щиток.

Идиотип пальмовидного типа модели сортов содержит все те же гены, что и таковой щитковидного типа модели, но отличается от последнего наличием рецессивного гена формы стебля (*sdf*).

Ген (*sdf*) обуславливает фасциацию стебля, увеличивая почти в 2 раза количество ветвей и листьев в верхней части стебля и плейотропно блокирует образование ветвей в нижней части главного стебля. В конечном итоге ассоциация из пяти рецессивных генов контролирует формирование нового габитуса растения, который похож на таковой пальмы.

Идиотип метельчатого типа модели сортов содержит все те же гены, что и таковой щитковидного типа модели, но отличается от последнего наличием рецессивного гена модификации угла отхождения ветвей от главного стебля (*dam*). Последний усиливает действие рецессивного гена угла отхождения ветвей, в результате чего угол отхождения ветвей 1-го порядка в верхней части стебля уменьшается до 18° - 30° .

В конечном итоге, ассоциация из пяти рецессивных генов контролирует развитие генеративной сферы у растений люпина, которая похожа на соцветие метелка.

Идиотип колосовидного типа модели сортов содержит все те же гены, что и таковой метельчатого типа, но отличается от последнего наличием рецессивного гена модификации длины боковых ветвей (*blm*). Последний усиливает действие рецессивного гена длины ветвей, в результате чего 3-9 ветвей верхней части стебля полностью редуцированы и превращены в пазушные бобы.

В конечном итоге, ассоциация из указанных рецессивных генов определяет развитие генеративной сферы у растений люпина, которая похожа на соцветие колос.

Следует отметить, что некоторые гены (*Ltv* – склон-

ности к яровизации низкими температурами, *Fte* – гены цветения) также участвуют в формировании габитуса растения через свои плейотропные эффекты.

Из описания генетических моделей видно, что для практического синтеза натуральных сортов необходимы в основном мутантные гены, преимущественно рецессивные.

Анализ мировой коллекции узколистного люпина показал [10], что она содержит все необходимые для селекции гены, однако последние дисперсно разбросаны по отдельным образцам. В связи с этим мы экспериментально с помощью гибридизации сконцентрировали все необходимые для практической селекции гены в 14 компонентах генетического банка генов. Следует указать, что компоненты банка генов (ГБГ-1...ГБГ-13) одновременно являются компонентами генетической системы родителей (ГСР), которая используется в практической селекции при создании генотипического разнообразия. ГСР-14 содержит все дикие гены узколистного люпина.

Для повышения результативности отборов из гибридных популяций родоначальных растений, которые соответствуют моделям сортов, используется система сигнальных генов на гомо- и гетерозиготность, на адаптивность и продуктивность, а также инфекционные фоны [5,10].

Следует подчеркнуть, что с помощью интенсивной селекционной технологии в короткие сроки реализовали все модели сортов в натуральные образцы и сорта с потенциальной семенной продуктивностью в 40-60 ц/га.

Так, **дикий тип** модели сортов реализован в виде районированных в Беларуси сортов Данко (1993 г.) и Миртан (1996 г.), а также внесенного в реестр сортов ФРГ сорта Бордако (1997 г.).

Псевдодикий тип модели представлен районированными сортами в России (Силена, 1992 г.), в Беларуси (Ащадный, 1977 г.).

Квазидикий тип модели сортов реализован в виде сорта Тамир, который изучается в Госкомиссии по сортоиспытанию Республики Беларусь.

Щитковидный тип модели представлен сортом Митан, который успешно проходит Государственное сортоиспытание.

Пальмовидный тип модели сортов представлен образцами Пальма и Корона, которые изучаются в селекционных питомниках.

Метельчатый тип модели реализован в виде сортов Метель и Вепрь, которые проходят Государственное сортоиспытание в Республике Беларусь.

Колосовидный тип модели сортов представлен районированными в Беларуси сортами Гелена (1994 г.), Першацвет (1997 г.), а также внесенным в реестр сортов ФРГ сортом Борвета (1997 г.).

В БелНИИЗК также выведена и районирована серия раннеспелых фузариозоустойчивых сортов желтого люпина (Кастрычник, Крок, Жемчуг, Пава, Юлита), которые обеспечивают урожайность семян 25-30 ц/га, зеленой массы 400-500 ц/га. Районированные сорта желтого люпина рекомендованы производству для возделывания в чистом виде и смесях в качестве зеленоукосных (для получения зеленого корма и приготовления силоса).

Районированные среднеспелые сорта узколистно-люпина (Данко, Миртан, Ашадный, Метель), обеспечивающие высокую урожайность семян (40-60 ц/га) и зеленой массы (400-500 ц/га), рекомендованы производству для возделывания на зернофураж и зеленую массу.

Ультрараннеспелый сорт Першацвет и раннеспелый сорт Елена узколистно-люпина, показывающие при коротком периоде вегетации (85-95 суток) высокую урожайность семян (40-50 ц/га), предложены производству для возделывания на зернофуражные цели в основном и поукосном посевах.

Морфофизиологическое разнообразие сортов позволило разработать технологию возделывания кормового люпина в чистом виде, обеспечивающую урожайность семян 25-30 ц/га, зеленой массы 400-600 ц/га [11], а также в смесях с овсом, ячменем, яровой пшеницей – зерна 40-45 ц/га, зеленой массы – 350-450 ц/га [12].

Районированные сорта люпина и технологии их возделывания оперативно внедряются в сельскохозяйственное производство, результатом чего является неуклонный рост с 1993 г. посевных площадей под этой культурой. Так, в 1993 г. люпин высевался на площади 16,8 тыс. га, а в 1996 г. – на площади 48,8 тыс. га. К 2000 г. планируется довести посевные площади под люпином на семена и фураж до 240 тыс. га.

Следует отметить, что в условиях производства новые сорта кормового люпина показывают высокую урожайность семян. Так, в 1996 г. колхоз «Сурож» Ивьевского района Гродненской области на площади 100 га получил по 39 ц/га семян сорта Митан, колхоз «Скидельский» Гродненского района – на площади 70 га по 30 ц/га семян сорта Метель, колхоз «Горького» Берестовицкого района – на площади 60 га по 30 ц/га семян сорта Миртан.

Рекордную урожайность семян в Беларуси за все годы выращивания различных видов и сортов люпина показал в 1996 г. на Вилейской ГСС сорт узколистно-люпина Тамир – 55,9 ц/га, при его средней урожайности по всем сортоучасткам 40,7 ц/га.

Дальнейшее повышение продуктивности и адаптивности узколистного кормового люпина [5] осуществляется путем совершенствования всех уровней организации культуры (признак, орган, растение, моноценоз, гетероценоз).

Первое направление заключается в совершенствовании отдельных признаков и свойств у имеющихся моделей сортов путем подбора для них оптимальных параметров отдельных признаков: величины семян, высоты растений, темпа роста, процентного содержания белка и алкалоидов, окраски листьев и стебля, окраски цветков и семян и др. Оптимальность параметров признаков определяется путем анализа результатов многолетнего (5-12 лет) изучения близкородственных линий, различающихся по степени выраженности того или иного признака.

Кроме отдельных признаков тех или иных органов в ходе селекции подвергаются совершенствованию некоторые органы растения (лист, стебель и др.).

С целью дальнейшего повышения потенциала продуктивности и адаптивности узколистного люпина мы совершенствуем также растение как целый организм, приближая его по морфофизиологической структуре к таковой злаков. Создаются кустящиеся формы люпина зернового направления, напоминающие собой модель хлебных злаков (короткостебельные растения с сильно развитым моноподпольным ветвлением и редуцированным симподиальным ветвлением), а также зеленоукосного направления использования, сходные с моделью кукурузы (высокорослые моностебельные растения с редуцированным симподиальным ветвлением).

Совершенствуются также моноценозы узколистно-люпина путем создания мультиструктурных сортов. Два мультиструктурных сорта (Пролеска и Глатко) с 1997 г. изучаются в Госкомиссии по сортоиспытанию РБ.

Ведутся исследования [12] по конструированию многокомпонентных агрофитоценозов с участием сортов узколистно-люпина и зерновых культур (ячмень, овес и др.).

Следует отметить, что Международный союз по охране новых сортов (УПОВ) и государственные семеноводческие службы предъявляют к современным сортам высокие требования в отношении однородности, отличимости и стабильности. Общеизвестно, что стабильность сорта, его однородность по признакам и свойствам, включая таковые отличимости, обеспечиваются генетической однородностью, которая в ходе селекции быстрее достигается на базе рецессивных генов. Учитывая изложенное, селекция люпина с 1996 г. ориентирована на выведение сортов с комплексом рецессивных генов, обуславливающих их высокую однородность, стабильность и четкую отличимость. Новые сорта люпина создаются на аллельной основе рецессивных генов зеленой окраски проростков, стебля, листьев, белой и бело-розовой окраски цветков, белой окраски семян с различным, четко отличимым друг от друга рисунком на них.

Таким образом, разработана и успешно используется интенсивная селекционная технология, с помощью которой в короткие сроки созданы и внедрены в сельскохозяйственное производство принципиально новые сорта кормового люпина, обеспечившие рост его посевных площадей. Ведется дальнейшая целенаправленная работа по совершенствованию всех уровней организации культуры (признак, орган, растение, моноценоз, гетероценоз).

ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1988. – 767 с.
2. Gladstones J. S. An Historical Review of Lupins in Australia. Proceedings of the 1-st Australian lupin Technical Symposium. – Perth, 1994. – PP. 1-38.
3. Барбацкий С. Люпин. – М.: Изд. ин. лит., 1959. – 262 с.
4. Дебель Г. А., Калинина Л. В. Селекция узколистного люпина для условий центральных областей Нечерноземной зоны // Селекция, семеноводство и приемы возделывания люпина. – Орел, 1974. – С. 233-242.
5. Купцов Н. С., Миронова Т. П., Купцов В. Н. Стратегия

селекции кормового узколистного люпина // Стратегия и новые методы в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: Тез. докл. науч. конф. – Жодино, 25-27 янв. 1994 г. – Минск, 1994. – С. 7.

6. Физиологическое обоснование оптимального агроэко-типа (модели) сорта яровой пшеницы (Рекомендации селекционно-опытным учреждениям) / Под ред. В. А. Кумакова. – Саратов, 1980. – 36 с.

7. Морфологические показатели продуктивности и устойчивости зерновых культур / Под ред. В. С. Шевелухи. – Минск: Ураджай, 1980. – 144 с.

8. Карпилов Ю. С. Эволюция фотосинтеза кукурузы // Фотосинтез кукурузы. – Пушино на Оке, 1974. – С. 152-155.

9. Гроссгейм А.А. К теории ксероморфогенеза // Проблемы ботаники. – М.: Из-во АН СССР, 1950. – Вып. 1. – С. 163-168.

10. Купцов Н. С. Генетический банк генов и его использование в селекции узколистного люпина // Изв. АН Беларуси. Сер. биол. наук. – 1996. – № 1. – С. 89-93.

11. Возделывание кормового люпина на зерно и зеленую массу. Типовые техн. процессы / Купцов Н.С., Миронова Т.П., Гераскина Е.Н. и др. – Мн.: БелНИИЭИ АПК, 1996. – 15 с.

12. Возделывание люпино-злаковых смесей на зерно и зеленую массу. Типовые техн. процессы / Купцов Н. С., Миронова Т. П., Капица Л. А. и др. – Минск: БелНИИЭИ АПК, 1996. – 14с.