

УДК 633.367

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИИ, СОЗДАНИЕ НОВЫХ ФОРМ И РАЗРАБОТКА АГРОТЕХНИКИ ЛЮПИНА В ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ

Г. Г. ГАТАУЛИНА

(Кафедра растениеводства)

В статье изложены основные результаты исследований люпина, проведенных на кафедре растениеводства ТСХА в течение 40 лет. В частности, приводятся данные изучения коллекций видов из средиземноморского и американского генцентров; дана агротехническая оценка перспективных американских видов. Особое внимание уделено люпину узколистному, биологические особенности которого позволяют широко возделывать его в Нечерноземной зоне СССР. Представлены результаты изучения люпина белого — новой высокобелковой и урожайной культуры.

Важнейшим аспектом решения продовольственной проблемы в мире является увеличение ресурсов белка. В связи с этим все возрастает интерес к люпину, который называют «второй соей». Люпин значительно превосходит сою по урожайности, может возделываться в более северных районах. Семена его содержат 38—40 % белка, по качеству не уступающего белку сои. Во многих странах мира (Австралия, Англия, Франция, Испания, Португалия, Новая Зеландия, Перу, Бразилия, Венесуэла, Боливия, Чили, Эквадор и др.) успешно осуществляются национальные программы по люпину.

В 1984 г. страны Общего рынка выделили специальные фонды на исследования и селекцию люпина, расширение люпиносеяния, экономическую поддержку фермеров, возделывающих эту культуру. Создана Международная ассоциация по люпину (ILA). Уже на первой международной конференции по люпину в Перу (1980 г.) [57] были отмечены существенные успехи в реализации многих национальных и международных программ по люпину, обусловленные прежде всего их хорошим научным обеспечением и широкой правительственной поддержкой. На следующих международных конференциях по люпину (Испания, 1982 г., Франция, 1984 г. и Австралия, 1986 г.) [56, 58, 59] отмечалось, что нынешний этап осуществления этих программ характеризуется системным подходом, многогранным углублением исследований, расширением производственного возделывания, созданием методов эффективного пищевого и кормового использования. Определились главные направления в современном люпиносеянии — производство зерна для кормовых и пищевых целей, разработка промышленных технологий приготовления высокобелковых концентратов.

Расширение посевных площадей люпина и внедрение интенсивных технологий его возделывания имеют большое значение и в нашей стране. Это позволяет увеличить производство высококачественного белка без затрат дорогостоящих и энергоемких азотных удобрений, за счет азотфиксации. Благодаря использованию азота воздуха люпин не обедняет почву азотом, несмотря на высокий вынос его (200—250 кг) с урожаем семян 25—30 ц/га.

Кафедра растениеводства ТСХА с давних пор является одним из центров исследования люпина в нашей стране. Большое внимание изучению и возделыванию этого ценного растения уделял Д. Н. Прянишников. Он называл посев люпина «фабрикой белка». Д. Н. Прянишников указывал на перспективность внедрения этой культуры во многих регионах страны и широко пропагандировал люпин как сидеральное растение. В 1931 г. была опубликована статья ученого «Люпин — на службу социалистическому земледелию» [43]. Она была написана в то

время, когда работа по выведению безалкалоидных кормовых сортов люпина только начиналась.

В послевоенные годы (до 1967 г.) исследования люпина на кафедре растениеводства связаны с именем акад. Н. А. Майсурына. С 1967 г. они были продолжены его учениками.

Коллекция видов. Биология люпина

На Опытной станции полеводства и льноводства ТСХА была создана и в течение многих лет изучалась коллекция видов люпина.

В 1952 г. была опубликована статья Н. А. Майсурына «Новые виды люпина для полевой культуры» [26], где дана подробная и всесторонняя характеристика видов люпина *L. linifolius*, *L. mutabilis*, *L. ornatus*, *L. elegans*, *L. nanus*, *L. barkery* в сравнении с *L. luteus* и *L. angustifolius*. Многолетние исследования Н. А. Майсурына, А. И. Атабековой (кафедра ботаники), сотрудников и аспирантов кафедры растениеводства позволили с различных сторон осветить биологию диких и культурных видов люпина [1—4, 33, 39, 40]. Результаты этих исследований опубликованы в многочисленных статьях, а также в сборнике «Люпин» [17]. Основные результаты изучения люпина были также изложены в «Избранных сочинениях» Н. А. Майсурына [25]. В 1974 г. издана монография Н. А. Майсурына и А. И. Атабековой «Люпин» [30], которая получила широкое признание ученых, работающих с культурой люпина в разных странах мира. В монографии обобщены результаты исследований по систематике весьма полиморфного рода *Lupinus L.* Много сделано для разработки принципов внутривидовой классификации форм у однолетних культурных видов и на этой основе выявлены разновидности люпина узколистного, желтого, белого и мохнатого, многие из которых описаны впервые. Хорошо представлена в монографии эмбриология люпина. Н. А. Майсурян дал прекрасный исторический очерк культуры [20], осветил происхождение культурных видов и параллелизм в процессе окультуривания на двух континентах на примере двух древнейших видов — люпина белого *L. albus L.* из Средиземноморья и люпина изменчивого *L. mutabilis Sweet*, из Южной Америки [21].

Весьма важными характеристиками диких и культивируемых видов люпина являются состав и содержание в них алкалоидов. Исследования этих показателей были выполнены Н. А. Майсурыном и М. М. Эдельштейн методом хроматографического анализа [29, 38].

При этом было показано, что виды люпина различаются по составу алкалоидов. Старые культурные виды — белый и изменчивый — отличаются повышенным содержанием легкорастворимого в воде люпинина. У многих диких видов высокое содержание труднорастворимых и сильнотоксичных алкалоидов.

У одного вида люпина содержание алкалоидов может сильно варьировать по сортам. Установлено также, что значительное влияние на этот показатель оказывают метеорологические условия. По мере развития и старения растений он непрерывно возрастает, особенно резко после цветения и начала образования бобов. Повышение общего содержания алкалоидов к концу вегетации растений сопровождается передвижением их из вегетативных органов в репродуктивные. Наибольшее количество алкалоидов обычно отмечается в семенах.

Селекция и семеноводство кормовых безалкалоидных сортов люпина связаны с необходимостью постоянного контроля признака безалкалоидное™. Известен метод качественного определения алкалоидности растений в поле на разных этапах селекционного и семеноводческого процесса с помощью бумаги, обработанной реактивом Драгендорфа. Создан метод массового отбора семян белого люпина на безалкалоидность, который позволяет обрабатывать большие количества семян селекционных образцов, не повреждая их [31].

Н. А. Майсурян и сотрудники кафедры изучали различные стороны биологии люпина. Так, был детально исследован эффект яровиза-

ции люпина. Семена люпина узколистного выдерживали при температуре 4—5 °С в течение 10—18 дн. Установлено, что под действием пониженных температур, которые могут наблюдаться и в полевых условиях при раннем сроке сева, изменяется внешний облик растений: уменьшается рост, изменяется характер ветвления, растения приобретают шаровидную форму, ускоряется их развитие (в отдельных случаях на 18 дн) [18, 28].

Причины твердосемянности у люпина исследовал А. Г. Циклаури; он отметил особую роль палисадной ткани кожуры в набухании семян [55]. Л. Н. Филимоновой изучались особенности развития корневой системы люпина. Получены данные о соотношении надземной и корневой массы растений в разные фазы развития, о глубине проникновения корней в почву, размерах поглощающей поверхности корней, наличии клубеньков на корнях [52, 53].

Изучение коллекции диких видов люпина продолжили Н. Ф. Пухальская и И. Н. Полухина [4, 44]. Они провели сравнительное исследование изменения размеров семян и проростков у видов люпина в связи с их происхождением. Как правило, виды люпина американского генцентра мелкосемянные, имеют мелкие проростки с очередным расположением первых настоящих листьев. Виды из средиземноморского генцентра — крупносемянные, дающие крупные проростки с супротивным расположением настоящих листьев. Но вместе с тем среди американских видов встречаются крупносемянные и с крупными проростками (*L. mutabilis* Sweet., *L. deusiflorus* Benth.), а среди видов Восточного полушария — мелкосемянные с мелкими проростками (*L. linifolius* L., *L. opsianthus* Atab. et Maiss). Это находится в прямом соответствии с законом гомологических рядов наследственной изменчивости Н. И. Вавилова [5].

Дальнейшее изучение морфологических и биологических особенностей диких видов люпина проводилось И. Н. Полухиной. [39, 40].

Исследования, выполненные Н. Ф. Пухальской, имели целью получить мелкосемянные формы люпина узколистного методом межвидовой гибридизации с использованием мелкосемянных диких видов люпина *L. opsianthus* (описан А. И. Атабековой и Н. А. Майсуряном) и *L. linifolius*. Жизнеспособные гибриды были получены как при прямых, так и при обратных скрещиваниях *L. angustifolius* и *L. opsianthus* [46, 50]. Высокая завязываемость семян (34—68 %) и их хорошая всхожесть свидетельствуют о генетической близости этих видов. Число хромосом у *L. opsianthus* оказалось равным $2n = 40$ [45].

Гибриды F_1 отличались однородностью. У них доминировали зеленая окраска листьев, синяя окраска цветков, алкалоидность, раннеспелость; наследование по окраске семян имело промежуточный характер. Отмечался гетерозис по высоте растений, массе семян с растения. Частота проявления гетерозиса по массе семян с растения была невелика, но величина его оказалась довольно значительной (до 227 %). Отмечено влияние цитоплазмы материнского растения.

Изучение вида *L. angustifolius* и создание исходного материала для селекции

Н. А. Майсурян полагал, что при селекции кормовых сортов для более северных районов следует прежде всего использовать формы люпина узколистного, но при этом не отказываться от задачи создания раннеспелых сортов у других видов. Наблюдения за люпином узколистным показали, что формы с антоциановой окраской вегетативных органов растут быстрее, температура листьев у них выше, чем у зеленых растений, и фотосинтез идет интенсивнее [23, 24, 27]. Такие сорта более пригодны для северных районов возделывания культуры. Н. А. Майсуряном был выведен чрезвычайно скороспелый сорт люпина узколистного Северный 3. В связи с низкорослостью этот сорт не получил большого распространения при выращивании на зеленую массу, однако он

широко используется в селекции люпина узколистного во многих странах как ценный источник скороспелости.

В дальнейшем работа в основном была направлена на всестороннее изучение закономерностей наследования качественных [47, 48] и количественных [49, 51] признаков гибридами люпина узколистного как вида, наиболее отвечающего по биологическим особенностям условиям Нечерноземной зоны СССР. Выявлялись закономерности наследования хозяйственно ценных признаков и возможности получения на этой основе скороспелых, слабоалкалоидных, устойчивых к фузариозу, отличающихся высокой продуктивностью форм. Из большого числа гибридных комбинаций были отобраны 17 скороспелых (85—90 дн) и среднеспелых (90—95 дн), мелко- и среднесемянных форм, обладающих различной семенной продуктивностью, и отправлены в коллекцию ВИР как носители признаков скороспелости и мелкосемянности. Дальнейшее их изучение в ВИР показало, что некоторые из них (К-2553, К-2556, К-2557, К-2558, К-2559, К-2564, К-2566 и К-2568) отличаются сравнительно высокой устойчивостью к фузариозу. Кроме того, получен новый сорт люпина узколистного Тимир 1, характеризующийся относительно коротким вегетационным периодом — 95—105 дней, высокой урожайностью семян — до 22 ц/га (на 13 % выше стандарта, 1982—1985 гг.) и зеленой массы — 390—400 ц/га, а также низкой степенью поражения фузариозом в полевых условиях — 9 % против 41 % У стандарта. Сорт Тимир 1 в настоящее время проходит Государственное сортоиспытание. В 1986 г. в условиях НПО по зернобобовым культурам (Орловская обл.) сорт показал максимальную урожайность семян в сортоиспытании — 43 ц/га, превысив стандартный сорт Немчиновский 846 на 7 ц/га.

Агрономическая оценка перспективных американских видов люпина

Северная и Южная Америка — родина многочисленных видов люпина, обладающих разнообразными ценными свойствами, в частности скороспелостью, устойчивостью к болезням и вредителям, высоким коэффициентом размножения семян. Большой интерес для введения в культуру представляют виды *L. albococcineus* Hort., *L. hartwegii* Lindl. и *L. insignis* Glazion. Изучение и агротехническая оценка этих видов в сравнении с люпином узколистным проводились В. М. Савицким [35], а древнейшего вида *L. mutabilis* Sweet. — нами под руководством Н. А. Майсурына.

Люпин изменчивый *L. mutabilis* характеризуется высоким содержанием в семенах белка (до 40 %) и масла (до 23 %), нерастрескиваемостью бобов. Семена белые, крупные, масса 1000 семян 170—200 г. Выращивание люпина изменчивого при разных сроках, способах сева и площадях питания на черноземных почвах экспериментальной базы учхоза им. Калинина ТСХА в Тамбовской обл. показало, что этот вид дает высокий урожай зеленой массы с 1 га (400—500 ц) и хорошо вырезает в данных условиях (табл. 1). Урожай семян был невысоким. Тем не менее есть основания предполагать, что с помощью селекции его уровень можно поднять.

Мелкосемянные виды люпина изучались на дерново-подзолистой почве в учхозе ТСХА «Щапово» Московской обл. Масса 1000 семян в среднем за 3 года у *L. angustifolius* составила 158 г, *L. albococcineus* — 25, *L. hartwegii*—15, *L. insignis*—14 г. *L. albococcineus* все годы устойчиво вызревал, продолжительность вегетационного периода в среднем за 3 года у него составила 101 дн, у видов *L. hartwegii* и *L. insignis* соответственно 123 и 130 дн. Популяции изучаемых видов отличались неоднородностью по высоте растений и были более низкорослыми, чем *L. angustifolius* (контроль). Площадь листьев приближалась к контролю только при норме высева 3 млн. семян на 1 га. В этом случае получен наиболее высокий урожай зеленой массы и сухого вещества (табл. 2)). При увеличении нормы высева с 1 до 2 млн.

Показатели фотосинтетической деятельности и урожайность люпина изменчивого в зависимости от способа сева и густоты стояния растений (среднее за 2 года)

Способ сева	Густота стояния растений на 1 м ²	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² × дн/га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Суточный прирост сухого вещества, кг/га	Урожайность, ц/га	
						зеленой массы	семян
Обычный рядовой (15 см)	120	42	2365	4,0	105	473	6,3
	90	50	2010	4,2	120	507	6,3
Широкорядный (45 см)	50	52	1810	5,9	150	602	7,1
Квадратно-гнездовой (45 × 45 см)	50	35	1520	5,5	127	492	6,9

Т а б л и ц а 2

Площадь листьев и продуктивность у разных видов люпина

Норма высева, млн. семян на 1 га	Площадь листьев, тыс. м ² /га, в фазу		Сбор в фазу блестящих бобов, ц/га		Урожайность семян, Ц/га	Коэффициент размножения
	цветения	блестящих бобов	зеленой массы	воздушно-сухого вещества		
<i>L. angustifolius</i>						
1	25,2	15,8	308	54,4	20,5	13,2
<i>L. albococcineus</i>						
1	18,0	11,6	195	41,7	6,4	28,3
2	19,8	12,7	243	49,9	7,9	17,5
3	21,1	12,0	253	52,1	8,2	12,0
<i>L. hartwegii</i>						
1	9,6	8,5	164	31,1	2,5	16,4
2	13,3	10,9	224	43,4	3,1	10,2
3	14,6	11,8	233	45,2	3,7	8,1
<i>L. insignis</i>						
1	10,3	12,9	140	28,8	1,8	11,9
2	16,3	16,8	210	43,5	3,1	10,8
3	18,5	19,6	238	49,2	3,1	7,4

семян на 1 га урожай повышался на 15—30 %, а до 3 млн. — только на 4—10 %. По урожаю зеленой массы все изучаемые виды уступали контролю, но по накоплению сухого вещества при норме высева 2 млн. семян на 1 га они почти не отличались от него. По содержанию азота в растениях в фазу блестящих бобов *L. albococcineus* и *L. insignis* превосходили контроль.

Урожайность семян у всех указанных видов была значительно ниже, чем у контроля, но они отличались высокими коэффициентом размножения, устойчивостью к грибным заболеваниям и повреждениям насекомыми. Эти виды дают удовлетворительный урожай зеленой массы в относительно неблагоприятных почвенно-климатических условиях. Оптимальной нормой высева при возделывании на семена и на зеленую массу является 2 млн. семян на 1 га. Селекционная работа с данными видами позволит получить ценные формы для использования в сельскохозяйственном производстве.

Приемы возделывания

Способы сева и нормы высева. В серии опытов, проводившихся на протяжении ряда лет, изучали эффективность различных

способов сева люпина узколистного, в том числе сплошного рядового, широкорядного, ленточного, гнездового [22, 24]. Опыты показали равноценность по урожайности сплошного рядового и широкорядного способов сева, если в последнем случае применяется норма высева не ниже $\frac{2}{3}$ нормы сплошного способа сева. Самые высокие темпы формирования листовой поверхности, ее величина и урожай семян получены в варианте сплошного рядового сева при норме высева 1 млн. семян на 1 га, в варианте широкорядного — при 0,65 млн.

Приемы, ускоряющие созревание семян. В Центральном и северных районах Нечерноземной зоны РСФСР семеноводство люпина невозможно без применения способов возделывания, ускоряющих развитие растений и обеспечивающих раннее созревание семян. В связи с этим на Опытной станции полеводства и льноводства проводилась работа по созданию таких способов [19, 22, 24, 28, 36, 37]. Среди растений, положительно реагирующих на яровизацию, люпин занимает одно из первых мест. Исследования, проводившиеся Н. А. Майсураном на протяжении ряда лет, были направлены на разработку технических приемов яровизации люпина, изучались также изменения его роста и развития под влиянием данных приемов [18, 36]. В частности, установлено, что вследствие укорочения главного стебля и развития большого количества боковых побегов яровизированные растения приобретают шаровидную форму, прибавка урожая по сравнению с контролем составляет 12—20 %. Благодаря ускорению развития при яровизации созревание люпина проходит в более теплое время, улучшается качество семян.

Фосфорно-калийные удобрения и подкормка бором не только повышали урожайность семян, но и ускоряли развитие растений на 5—6 дн. При этом улучшались посевные качества семян [22, 36].

Предуборочное химическое подсушивание семенного люпина (десикация) — один из перспективных приемов, позволяющих ускорить созревание, снизить влажность растений, что обеспечивает лучшие условия для комбайновой уборки и последующего хранения семян. Действие десикации на люпине впервые изучалось Н. А. Майсураном и Н. К. Филатовым [36]. Обработка посевов цианамидом кальция

(15%), каустической содой (10%), хлоратом магния (2%) и хлоратом натрия (2%) проводилась в начале созревания бобов на главном стебле. Все указанные препараты способствовали значительному ускорению созревания, существенному снижению влажности семян, а также листьев и стеблей.

Показано, что сорта с длинным вегетационным периодом и особенно сорта и виды с растянутым периодом созревания обладают большей отзывчивостью на десикацию. Так, у люпина белого созревание ускорялось на 16 дн.

В 1958—1960 гг. на Опытной станции полеводства и льноводства Н. А. Майсураном и Л. К. Хлебутиной были проведены опыты по десикации семенных посевов люпина узколистного и белого [37]. Была поставлена задача оценить эффективность действия 12 химических препаратов, обладающих десикационными свойствами, а также выявить оптимальные условия для

Т а б л и ц а 3

Динамика влажности семян, створок бобов, стеблей и листьев люпина

Часть растения	Влажность, %			
	14/VIII	16/VIII	19/VIII	21/VIII
	Контроль			
Семена	70,7	70,8	55,7	32,6
Створки боба	80,4	81,3	71,9	26,6
Листья и стебли	78,1	78,8	80,8	77,0
	Хлорат магния			
Семена	70,7	70,8	53,0	25,6
Створки боба	80,4	82,2	60,2	20,3
Листья и стебли	78,1	78,8	76,9	63,8
	ДНОК			
Семена	70,7	68,7	40,9	15,6
Створки боба	80,4	64,1	34,9	12,1
Листья и стебли	78,1	75,7	59,5	59,0

применения наиболее перспективных препаратов. Изучались ход послеуборочного дозревания и сохраняемость семян после десикации. Влажность семян и других частей растений после обработки снижалась значительно быстрее, чем в контроле (табл. 3). Созревание ускорялось на 4—14 дн в зависимости от срока обработки и погодных условий. При ранней обработке выполненность семян была меньше.

Химическое подсушивание люпина является эффективным средством ускорения созревания семян и улучшения условий механизированной уборки. Сроки проведения десикации зависят от погодных условий. При высокой влажности обработки следует проводить в более ранние сроки, когда у 50 % семян на главной кисти начинает появляться рисунок.

Таким образом, проведенные исследования позволили дать производственные рекомендации, которые актуальны и в настоящее время и даже приобретают особое значение в связи с разработкой интенсивной технологии возделывания люпина.

Смешанные посевы люпина с другими культурами обеспечивают более высокий урожай зеленой массы и улучшение ее качества. В опытах Э. Л. Гринь [16] смешанные посевы люпина желтого с овсом и подсолнечником превосходили чистый посев люпина по урожаю зеленой массы соответственно на 25 и 60 %, по сбору кормовых единиц — на 24 и 81 %. Однако сбор протеина увеличивался только в смеси с подсолнечником (на 7 %). При возделывании люпина с овсом этот показатель был ниже на 40 %, чем в варианте с чистым посевом.

Эффективность возделывания смешанных посевов различных зернобобовых культур изучалась М. Н. Козыренко. [24]. Для повышения продуктивности в посевы люпина узколистного и кормовых бобов включали культуры с неустойчивым полегающим стеблем. Основные культуры высеивали полной нормой (люпин—1,2 млн., бобы — 500 тыс. всхожих семян на 1 га). Вику и горох добавляли из расчета 25, 50 и 75 % к принятой полной норме. Лучшие результаты были получены в варианте с добавлением к полной норме высева основных культур 50 % нормы высева вики или гороха. Урожай зеленой массы в этих случаях превышал 500 ц/га, что на 40 % больше, чем по викоовсяной смеси, а сбор протеина увеличивался почти в 2 раза.

По результатам опытов разработаны рекомендации, использование которых позволяет увеличивать выход белка с единицы площади.

Углубленные исследования по теме «Белковая продуктивность бобовых культур при симбиотрофном и автотрофном типах питания азотом» проводились на кафедре с 1967 г. Г. С. Посыпановым на 23 бобовых культурах, в том числе люпине [41, 42, 54]. Показана эффективность симбиоза культурных видов люпина в зависимости от кислотности почвы и других условий выращивания, исследованы особенности формирования урожая и потребления питательных веществ люпином узколистным и желтым при питании минеральным и симбиотически фиксированным азотом.

Изучение люпина белого и его интродукция в связи с проблемой белка (биологические, агротехнические, селекционные аспекты)

Люпин белый кормовой — новая высокобелковая и урожайная культура интенсивного земледелия, характеризующаяся ценными хозяйственными признаками — высоким содержанием в семенах протеина (35—40 %) и масла (12—14 %), полноценным аминокислотным составом, нерастрескиваемостью бобов при созревании, высокой потенциальной урожайностью семян (40—50 ц/га). Однако позднеспелость, неустойчивость урожаев, а также неизученность некоторых вопросов биологии формирования урожая и технологии возделывания оказались значительным препятствием на пути внедрения этой культуры в про-

изводство. Решению указанных задач посвящены наши исследования люпина белого, которые ведутся на кафедре растениеводства с 1961 г. вначале под руководством акад. Н. А. Майсурия (до 1967 г.), затем — акад. П. П. Вавилова. В настоящее время ст. научные сотрудники В. И. Вагин и А. П. Хатунцев продолжают разработку технологических приемов возделывания люпина белого; селекционный процесс осуществляется совместно с НПО по зернобобовым и крупяным культурам (ст. научный сотрудник И. И. Волкова, мл. научный сотрудник Е. А. Бессонова).

Основная работа с коллекцией люпина белого, включающей перспективные сорта отечественной селекции, была проведена на экспериментальной базе учхоза им. Калинина Мичуринского района Тамбовской обл. на выщелоченном черноземе средней мощности (рН 6,7—6,8).

Действие излучения и химических мутагенов. В течение 1965—1968 гг. изучали действие на рост и развитие растений в М, и индуцирование мутантов обработки семян 5 сортообразцов люпина белого растворами химических мутагенов, а также гамма-лучами Co^{60} в дозах от 5 до 35 кР.

При облучении семян гамма-лучами получено большое число измененных форм. Во все годы опытов во всех вариантах испытываемых доз люпин Белый 7 по количеству мутантов в несколько раз превосходил другие сортообразцы. Из этого образца было выделено и изучено в течение 10—17 поколений более 80 мутантов. Изменения касались окраски и формы листьев, опушенности, величины семян и бобов. У многих мутантов наблюдался измененный габитус растения и в соответствии с этим — изменение продолжительности вегетации. Методом искусственного мутагенеза удалось получить низкорослые, мелкосемянные, скороспелые и достаточно продуктивные формы люпина белого.

При помощи данного метода (обработка семян сортообразца Белый 7 гамма-лучами в дозах 10—30 кР) создан новый исходный материал для селекции люпина белого в наиболее северных районах его культуры. Особую ценность представляют низкорослые и скороспелые формы полудетерминантного типа (с укороченными побегами I порядка). Они используются в селекции, часть образцов передана в ВИР.

Результаты селекции. На основе результатов изучения коллекции люпина белого и нового исходного материала, полученного методом искусственного мутагенеза, была развернута селекционная работа с использованием гибридизации и отбора в новых районах культуры люпина белого (северная часть Центрально-Черноземного района). От одной из мутантных линий (Мутант 6) с помощью отбора получен сорт Старт.

Старт — наиболее скороспелый из существующих сортов люпина белого, средняя урожайность семян у него составляет 30 ц/га, сбор белка — 12 ц/га. В благоприятные по метеорологическим условиям годы урожайность семян у данного сорта достигала 50 ц/га. Скороспелость — ценное качество сорта, позволяющее выращивать его в Центрально-Черноземном районе и в южных областях Нечерноземного Центра. Продолжительность вегетации в Тамбовской обл. 110—120 дн. Сорт характеризуется относительной мелкосемянностью, масса 1000 семян 250—300 г, на 30—40 % меньше, чем у Киевского мутанта.

Высокая урожайность сорта Старт, скороспелость, устойчивое созревание, нерастрескиваемость бобов, высокое содержание белка (40 %) и масла (12—14 %) в семенах обеспечивают высокую эффективность его выращивания в новых районах, где ранее люпин белый не возделывался. С 1983 г. сорт районирован в Тамбовской обл., а затем в Башкирской АССР и Брянской обл. Это наиболее северные районы культуры люпина белого в нашей стране.

Селекционная работа продолжается в содружестве с НПО по зернобобовым и крупяным культурам. Цель этой работы — получение высокоурожайных, скороспелых и устойчивых к фузариозу сортов. Уже

Особенности роста и ветвления, продолжительность вегетации
у образцов разных биотипов люпина белого

Биотип	Вегетационный период, дн	Образование боковых побегов, порядок	Высота растений, см	Урожайность семян, ц/га
Благоприятные годы (7 лет)				
Скороспелый	115—120	II	68—78	55—37
Среднеспелый	120—125	III	75—87	42—35
Позднеспелый	125—145	IV	98—112	40—25
Влажные годы (4 года)				
Скороспелый	125—132	III	70—88	45—30
Среднеспелый	135—145	IV	118—128	40—24
Позднеспелый	150 и более	V	150—155	Не вызревают
Сухие годы (6 лет)				
Скороспелый	95—144	II	53—66	20—15
Среднеспелый	100—120	II	62—72	20—13
Позднеспелый	105—125	II	75—82	19—15

переданы в Государственное сортоиспытание созданные совместно сорна Тамбовский 86 и Ортам.

Особенности роста и продолжительность вегетации различных биотипов. Продолжительная вегетация, позднеспелость, неустойчивое созревание и изменчивость урожайности по годам — нежелательные признаки люпина белого при возделывании его в условиях умеренного климата. Многолетние исследования продолжительности вегетации и особенностей ветвления у коллекционных яровых форм этого вида позволили выделить среди них три биотипа — скороспелый, среднеспелый и позднеспелый (табл. 4). Было обнаружено, что скороспелость, связанная с низкорослостью и ограниченным ветвлением, может коррелировать с высокой продуктивностью семян благодаря лучшему оттоку продуктов фотосинтеза в плоды и семена. Возможно получение скороспелых и в то же время высокоурожайных сортов люпина белого [6, 8—10, 32, 34].

Периоды развития. В результате многолетнего изучения посева люпина белого как фотосинтезирующей системы по этапам формирования урожая выделено 6 периодов — подсистем с определенными функциями. Эти периоды увязаны с фазами развития растений [6, 8, 10, 11]. Выделен начальный период «посев — всходы» (А) средней продолжительностью 12—14 дн и конечный — «созревание» (С) — 10—15 дн, когда фотосинтез уже отсутствует. Время вегетации люпина белого от всходов до начала созревания (В), когда посев фотосинтезирует, было разделено на 4 периода в соответствии с выходными показателями и функциями каждого периода, определяющими формирование урожая в динамике: I — всходы — начало цветения, II — цветение и образование плодов, III — рост бобов, IV — налив семян, Период цветения и образования плодов, длящийся 18—20 дн у скороспелых форм и почти 40 дн и более у позднеспелых, — наиболее сложный в развитии посева. В это время высокими темпами нарастает листовая поверхность (достигающая максимума к концу периода) и последовательно по ярусам идут цветение и образование плодов. Процессы, происходящие во II период, и его выходные показатели определяют размер будущего урожая, продолжительность последующих периодов, возможность созревания семян.

Границы периодов были увязаны с морфологической характеристикой растений, фазами развития. Приведена характеристика каждого из периодов по результатам фотосинтетической деятельности посева, элементам структуры урожая и в связи с метеорологическими условиями ([6—8, 10, 15], табл. 5). Данные табл. 5 показывают, что посев как фотосинтезирующая система наиболее производительно работает во

Показатели фотосинтетической деятельности посева люпина белого
(среднее за 13 лет)

Период	Показатели	Продолжительность периода, дн	Средняя площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² × дн/га	ЧФФ, г/м ² в сутки	Прирост сухой массы, ц/га	Прирост зеленой массы, ц/га	Коэффициент использования ФАР, %
I — всходы — начало цветения	\bar{x}	37	5,4	213	6,6	14,0	107	0,73
	$s_{\bar{x}}$	0,6	0,21	10,9	0,10	0,70	5,8	0,01
II — цветение — образование бобов	\bar{x}	26	30	750	4,0	29,7	210	2,41
	$s_{\bar{x}}$	0,5	1,3	32,0	0,08	1,47	10,0	0,12
III — формирование бобов	\bar{x}	18	36	682	3,8	25,5	159	2,12
	$s_{\bar{x}}$	0,6	2,0	50,2	0,12	1,85	13,7	0,13
IV — налив семян	\bar{x}	24	17	435	4,0	16,1	—	1,14
	$s_{\bar{x}}$	0,9	0,9	27,2	0,23	1,12	—	0,07
I—IV—всходы—начало созревания	\bar{x}	105	19	2080	4,5	85,3	476	1,57
	$s_{\bar{x}}$	1,4	0,8	108,7	0,06	3,94	20,0	7,07

Примечание. \bar{x} — средняя арифметическая, $s_{\bar{x}}$ — ошибка средней.

II и III периоды, когда коэффициент использования фотосинтетически активной радиации в 3—4 раза больше, чем до цветения и во время налива.

Формирование, налив, созревание плодов и семян. В результате изучения общих закономерностей развития плодов и семян у люпина белого [7] выявлены следующие периоды: цветение и образование плодов (22—30 дн), рост плодов (18—25 дн), налив семян (25—37 дн) и созревание (7—17 дн).

Наибольшая интенсивность поступления пластических веществ в плоды наблюдается в период их роста — в 2—3 раза больше, чем в предшествующий период, и в 1,5—2 раза больше, чем в последующий, причем эти вещества поступают в основном в створки плодов. К концу периода роста достигают максимума размеры плодов и масса створок бобов, а масса семян составляет 25—30 % к максимальной; оводненность плодов — 88—90 %.

В период налива продолжительностью 25—30 дн резко увеличивается интенсивность поступления пластических веществ в семена. Во время окончания налива данный процесс прекращается. У зерновых налив семян заканчивается при их влажности 35—40 %. У люпина белого окончание налива отмечалось при влажности семян 63—65 %, в засушливые годы — при 54—58 %. При этом влажность створок была выше, чем семян, на 10—15 %.

В период созревания происходит интенсивная потеря влаги створками плодов и семенами. Он длится 10—20 дн в зависимости от условий, а у позднеспелых сортов вследствие влажной и прохладной погоды поздней осенью обычно не завершается, семена не созревают.

Характер формирования, налива и созревания у сортов, относящихся к разным биотипам, аналогичен. Варьирует только продолжительность указанных периодов. У скороспелых сортов с ограниченным ветвлением она значительно короче, чем у позднеспелых. При недостатке тепла и обилии осадков продолжительность периодов увеличивается. Большое влияние на длину периодов могут оказывать агротехнические приемы — срок сева, норма высева, дефолиация. В частности, обработка дефолиантами значительно сокращает время налива и созревания, особенно при прохладной и дождливой погоде.

Потребление P_2O_5 и K_2O (кг/га) посевом люпина белого (среднее за 13 лет)

Период	P_2O_5		K_2O	
	всего за период	в среднем за сутки	всего за период	в среднем за сутки
I — всходы — цветение	9±0,40	0,23	22±1,10	0,60
II — цветение и образование бобов	13±0,71	0,50	35±1,84	1,34
III — рост бобов	15±0,97	0,83	23±1,80	1,27
IV — налив семян	7±0,68	0,30	8±1,20	0,33
I—IV — всходы — начало созревания	44±2,10	0,42	88±4,04	0,83

Динамические характеристики роста и развития плодов и семян у люпина белого, изменение их массы и влажности в процессе формирования плодов, налива и созревания семян коррелируют с морфологическими изменениями растений, плодов и семян, что позволяет судить о периоде развития по цвету створок плодов, семядолей, корешка зародыша, консистенции семян [6, 7, 15].

Установленная модель развития плодов и семян у люпина белого является теоретической основой управления процессом формирования урожая данной культуры.

Потребление фосфора, калия и накопление азота растениями люпина белого. В многолетних исследованиях определяли содержание азота, фосфора и калия в растениях и отдельных органах люпина белого в различные периоды, интенсивность поступления и накопления в биомассе этих элементов в зависимости от сорта, густоты стояния растений, применения минеральных удобрений, метеорологических условий. На новых скороспелых сортах в условиях Центрально-Черноземного района такие исследования проведены впервые [12, 13].

Установлено, что у люпина белого содержание азота в сухой массе растений после цветения не уменьшается. К началу созревания в бобах сосредоточивается 95 % азота, 80 % фосфора и 90 % калия к общему их содержанию в растении.

Интенсивность поступления фосфора и калия сильно варьирует по периодам вегетации. До цветения она составляет всего 15—20 % к максимальному их накоплению в растениях (табл. 6). Наиболее высокая интенсивность потребления фосфора отмечается в период роста бобов, а калия — во время цветения и образования бобов. К концу периода роста бобов (фаза блестящих бобов) растения потребляют 70—80 % фосфора и 85—90 % калия к максимальному потреблению за вегетацию.

Поступление и содержание фосфора и калия в растениях усиливается при внесении фосфорных и калийных удобрений. На создание 1 ц сухой биомассы потребление N составляет 3,0 кг, P_2O_5 — 0,55; K_2O — 1,1 кг, на формирование 1 ц семян соответственно 9,0, 1,5 и 3,0 кг.

Уровень накопления азота растениями — один из основных показателей функционирования посева, определяющий его состояние, количество и качество урожая. Было установлено, что до цветения накопление азота составляет всего 15—18 % к максимальному. Во II и III периоды (цветение, образование и рост плодов), продолжительность которых такая же, как у I периода, посев накапливает 65—70 % азота к общему количеству, а интенсивность этого процесса в 3—3,5 раза выше (табл. 7).

Фотосинтетическая деятельность посевов и формирование урожая. При использовании разработанной прогрессивной технологии возделывания люпина белого урожайность семян колеблется по годам довольно сильно — от 15—18 ц/га в засушливые годы до 40—45 ц/га в наиболее благоприятные (табл. 8). Ре-

Таблица 7

Таблица 8

Накопление азота посевом люпина (кг/га)
всего за период (числитель)
и в среднем за сутки (знаменатель)

Период	Группа лет			
	в среднем за 13 лет	благоприятные	сухие	влажные
I — всходы — цветение	38 1,03	46 1,40	31 1,10	42 1,10
II — цветение и образование бобов	84 3,23	100 3,84	64 2,56	101 3,74
III — рост бобов	61 3,39	82 4,55	38 2,22	82 3,90
IV — налив семян	39 1,62	75 3,00	18 0,81	33 1,27
I—IV — всходы — начало созревания	225 2,14	303 2,78	155 1,58	258 2,28

Урожайность семян и сбор протеина (ц/га)

Выходные данные	Показатель	Группа лет			
		всего за 13 лет	благоприятные	влажные	сухие
Урожайность семян	\bar{x}	30,8	44,4	37,9	18,2
	$s_{\bar{x}}$	1,78	1,37	1,65	0,71
	V%	41,8	12,4	15,0	19,2
Сбор протеина с урожаем семян	\bar{x}	11,9	17,1	14,3	7,2
	$s_{\bar{x}}$	0,67	0,52	0,59	0,27
	V%	40,3	12,3	14,4	18,4
Сбор протеина с урожаем биомассы	\bar{x}	13,9	18,9	15,7	9,7
	$s_{\bar{x}}$	0,65	0,60	0,65	0,49
	V%	34,0	12,7	14,5	24,9

шение проблемы устойчивости урожайности связано с пониманием и выявлением тех процессов, происходящих в посеве во время вегетации, которые влияют на формирование урожая.

Исследование биологии люпина и фотосинтетической деятельности его посевов позволило прийти к выводу о необходимости рассмотрения посева люпина как сложной динамической фотосинтезирующей системы, параметры которой меняются во времени.

Мы считаем обоснованное разделение процесса развития посева люпина белого как фотосинтезирующей системы на периоды — подсистемы со своими характеристиками, входными и выходными показателями — важной и принципиально новой постановкой вопроса развития посева в динамике. Выходные показатели предшествующего периода являются одновременно входными для последующего. Такое структурное построение системы дает возможность установить функциональные связи показателей развития посева между собой и факторами среды, выразить их численно с помощью корреляционного анализа и системой уравнений регрессии. Основные результаты исследований по данной проблеме были опубликованы в работе [11].

На основе установленных биологических закономерностей формирования урожая и динамических характеристик развития посева по 30 показателям, полученным в течение 13 лет, осуществлен системный анализ динамики развития посева. С помощью многофакторного корреляционного анализа определены связи между характеристиками посева на разных этапах развития. Была разработана система регрессионных уравнений, описывающих связи выходных показателей предшествующих периодов развития посева, изменяющихся факторов внешней среды с показателями последующих периодов и конечной целью функционирования посева как фотосинтезирующей системы в целом — урожаем семян и сбором протеина с гектара. Исследованы прогностические возможности регрессионных моделей в целях оперативного управления процессом формирования урожая.

Технология возделывания. Изучены приемы возделывания сортов люпина белого: внесение удобрений, применение гербицидов, сроки и способы сева, глубина посева, нормы высева и густота стояния растений, сроки уборки на силос и семена, применение дефолиации, использование совместных посевов с подсолнечником и кукурузой [6, 8—10, 12—14, 34].

В результате даны следующие рекомендации производству.

При возделывании люпина белого как высокобелковой зернофуражной культуры в условиях северной части Центрально-Черноземной зоны и аналогичных климатических условий следует выращивать сорта скороспелого биотипа. Устойчиво созревает в данной зоне даже в неблагоприятные по метеорологическим условиям годы сорт Старт, урожайность семян у которого составляет 30 ц/га при содержании в них 37—40 % белка и 12—14 % масла.

Фосфорно-калийные удобрения улучшают условия для симбиоза, развития клубеньков, поэтому в севообороте под люпин их целесообразно вносить под основную обработку почвы в дозах 40—60 кг д. в. Припосевное внесение суперфосфата не дает эффекта, в связи с тем что в крупных семенах люпина белого содержится много фосфора.

Использование минерального азота под люпин в «стартовых» (30 кг/га) или в высоких дозах (150—300 кг/га) нецелесообразно, так как в этих случаях угнетается симбиотическая азотфиксация, урожай не повышается, производство семян удорожается.

Для борьбы с однолетними злаковыми и широколистными сорняками (ширица, марь белая) рекомендуется вносить трефлан (3 кг/га) под предпосевную культивацию.

Сев люпина следует проводить в оптимально ранние сроки одновременно или вслед за севом ранних яровых. При поздних сроках сева усиливается рост вегетативных органов, снижаются завязываемость плодов и масса 1000 семян.

С помощью способа сева и регулирования густоты стояния растений можно регулировать темпы и направленность ростовых процессов, ветвление растений и фотосинтетическую деятельность посева. В условиях Центрально-Черноземного района для скороспелых сортов как в обычных рядовых посевах с густотой 800 тыс. растений на 1 га, так и в широкорядных (45 см) при густоте 500 тыс. растений на 1 га создаются хорошие условия для фотосинтетической деятельности, что обеспечивает формирование высоких урожаев семян (35—40 ц/га) и сбор протеина с 1 га (14—16 ц).

Для выращивания сортов на зеленую массу рекомендуется обычный рядовой посев при густоте 700—800 тыс. растений на 1 га. В этом случае при благоприятных условиях урожай силосной массы с 1 га составляет 500 ц, сбор протеина—15—16 ц. При большем загущении возможно увеличение урожайности, однако возрастает расход семян на сев и появляется опасность полегания растений.

При возделывании люпина на силосную массу уборку следует проводить в конце периода роста бобов (фаза блестящих бобов), через 40—50 дн. после начала цветения, когда плоды достигают наибольшего размера и составляют 65—70 % общей массы растений, а урожайность зеленой массы максимальная. Выход зеленой массы и сбор протеина с единицы площади при уборке в этот срок в 3 раза больше, чем во время цветения, и в 1,5 раза больше, чем в фазу сизых бобов.

Бобы белого люпина не растрескиваются, поэтому возможна однофазная уборка комбайном, когда растения созревают на корню. В связи с тем что налив семян у люпина белого заканчивается при высокой их влажности (60—65 %), а метеорологические условия не всегда благоприятны для созревания, целесообразно применение дефолиации в фазу начала пожелтения корешка зародыша семян (середина налива) дебосом (20 кг/га) или реглоном (4 кг/га). При этом созревание семян ускоряется на 7—12 дн. Дефолиация способствует быстрому снижению влажности растений и семян, что позволяет проводить однофазную уборку урожая.

При возделывании смешанных посевов люпина белого с подсолнечником для получения силосной массы, сбалансированной по протеину, сев следует проводить в ранние сроки при одновременном высеве компонентов полной нормой (люпина — 500 и подсолнечника—100 тыс. всхожих семян на 1 га) перекрестным способом. Урожай зеленой мае-

сы с 1 га на 90-й день вегетации составляет 400—450 ц, сбор кормовых единиц — 50 ц, содержание в 1 корм. ед. протеина — 122 г.

Проведенные на кафедре растениеводства исследования по биологии и технологии возделывания люпина белого послужили основой для создания «Практического руководства по освоению интенсивной технологии возделывания белого кормового люпина», проект которого одобрен Научно-техническим советом по производству и переработке продукции растениеводства Госагропрома СССР.

Таким образом, в условиях Центрально-Черноземной зоны впервые проведено комплексное изучение роста, развития, биологических особенностей, формирования урожая различных биотипов люпина белого, разработана технология возделывания этой высокобелковой культуры с нерастрескивающимися бобами, семена которой содержат 38—40 % белка и 12—14 % масла. Люпин белый по сбору белка с единицы площади в 1,5—2 раза превосходит основную зернобобовую культуру зоны — горох — и в 2—3 раза — сою.

Каждый центнер семян люпина по содержанию белка приравнивается к 3—4 ц зерна зерновых культур. Кроме того, в семенах люпина содержится 13—14 % масла. При выращивании культуры нет необходимости в использовании дорогостоящих азотных удобрений, сохраняется энергия, необходимая для их производства, не происходит загрязнения окружающей среды и накопления нитратов в корме. Расчет экономической эффективности показывает, что даже при урожайности семян люпина 15 ц/га производство их высокорентабельно. При возделывании скороспелых сортов люпина белого по разработанной технологии урожайность семян в среднем за 15 лет составила 30 ц/га, зеленой массы — 450 ц/га, сбор протеина с урожая биомассы — 14, с урожаем семян — 12 ц/га.

Широкое внедрение высокобелковой культуры люпина белого на зерно и силосную массу в данной зоне является биологически и технологически обеспеченным и экономически обоснованным путем решения проблемы кормового белка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атабекова А. И. Ботаническая характеристика культурных видов люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 115—160. — 2. Атабекова А. И., Ермакова В. Е. Абортивность семян люпина и кормовых бобов. — Изв. ТСХА, 1970, вып. 6, с. 61—72. — 3. Атабекова А. И., Лин Цзян Син. Эмбриология люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 97—114. — 4. Атабекова А. И., Полухина И. Н., Пухальская Н. Ф. О проростках представителей рода *Lupinus*. — Изв. ТСХА, 1970, вып. 2, с. 95—107. — 5. Вавилов Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. — Избр. тр., т. 5, М.; Л.: Наука, 1965, с. 179—222. — 6. Вавилов П. П., Гатаулина Г. Г. Биологические особенности формирования урожая белого люпина. — Вестн. с.-х. науки, 1978, № 4, с. 13—27. — 7. Вавилов П. П., Гатаулина Г. Г., Козлов В. В. Особенности формирования, налива и созревания плодов и семян у белого люпина. — Изв. ТСХА, 1976, вып. 3, с. 42—60. — 8. Вавилов П. П., Гатаулина Г. Г., Козлов В. В. Фотосинтетическая деятельность посевов разнотипных сортов белого люпина. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 2, с. 3—14. — 9. Гатаулина Г. Г. Биологические особенности и приемы возделывания белого кормового люпина. — В сб.: Научные основы агротехники кормовых культур. М.: ТСХА, 1976, с. 74—114. — 10. Гатаулина Г. Г. Особенности биотипов белого люпина. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 4, с. 25—37. — 11. Гатаулина Г. Г. Применение системного подхода при анализе изменчивости показателей формирования урожая люпина белого по периодам развития. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 3, с. 29—46. — 12. Гатаулина Г. Г., Бережная З. Г. Динамика потребления питательных веществ растениями белого люпина. — Изв. ТСХА, 1971, вып. 4, с. 57—65. — 13. Гатаулина Г. Г., Мишкина В. Э. Минеральное питание и накопление азота у белого люпина. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 4, с. 73—85. — 14. Гатаулина Г. Г., Вагин В. И. Формирование урожая люпина белого при использовании гербицидов. — Изв. ТСХА, 1985, вып. 3, с. 33—46. — 15. Гатаулина Г. Г., Приходько В. А. Развитие плодов и семян у зерновых бобовых культур. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 1, с. 32—42. — 16. Гринь Э. Л. Смешанные посевы кормового люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 341—349. — 17. Люпин. Сб. науч. раб. кафедр растениеводства, агрохимии и ботаники / Под ред. акад. ВАСХНИЛ, Н. А. Майсурина. — М.: ТСХА, 1962. — 18. Майсурия Н. А. Изменения в росте и развитии люпина под влиянием яровизации. — Докл. ТСХА, 1950, вып. 12, с. 104—115. — 19. Майсурия Н. А. Ускорение созревания зерновых

- бобовых растений методом дефолиации. — Земледелие, 1955, № 6, с. 58—61. — **20.** М а й с у р я н Н. А. История культуры люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 11—48. — **21.** Майсурия Н. А. Процесс окультуривания люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 49—64. — **22.** М а й с у р я н Н. А. Некоторые вопросы агротехники люпина — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 175—210. — **23.** М а й с у р я н Н. А. Пути-улучшения селекционной работы с кормовым люпином. — В сб.: Селекция и семеноводство кормового люпина. М.: Колос, 1964. — **24.** Майсурия Н. А. Научные исследования кафедры растениеводства по зерновым бобовым культурам. — Докл. ТСХА, 1964, вып. 98, с. 33—43. — **25.** М а й с у р я н Н. А. Изб. соч. — М.: Колос, 1970. — **26.** Майсурия Н. А. Новые виды люпина для полевой культуры. — Избр. соч. М.: Колос, 1970, с. 329—338. — **27.** М а й с у р я н Н. А. Пути улучшения селекционной работы с кормовым люпином. — Избр. соч. М.: Колос, 1970, с. 381—390. — **28.** М а й с у р я н Н. А. Некоторые приемы семеноводства люпина. — Избр. соч. М.: Колос, 1970, с. 356—363. — **29.** Майсурия Н. А., Эдельштейн М. М. Образование и состав алкалоидов у сортов узколистного люпина. — В кн.: Майсурия Н. А. Избр. соч. М.: Колос, 1970, с. 375—381. — **30.** Майсурия Н. А., Атабекова А. И. Люпин. — М.: Колос, 1974. — **31.** Майсурия Н. А., Бережная З. Г., Гатаулина Г. Г. и др. О методике массового отбора семян белого люпина на безалкалоидность. — Докл. ВАСХНИЛ, 1966, № 9, с. 6—8. — **32.** М а й с у р я н Н. А., Г а т а у л и н а Г. Г. Сравнительная характеристика разных форм белого кормового люпина в условиях Тамбовской области. — Докл. ТСХА, 1964, вып. 98, с. 91—95. — **33.** М а й с у р я н Н. А., Г а т а у л и н а Г. Г. Abortивность семян у белого люпина. — Докл. ТСХА, 1965, вып. 108, с. 109—114. — **34.** М а й с у р я н Н. А., Г а т а у л и н а Г. Г. Биологические и агротехнические особенности белого кормового люпина. — В сб.: Культура зернобобовых растений. М.: Колос, 1967, с. 114—123. — **35.** Майсурия Н. А., Савицкий В. М. Перспективные однолетние мелкосемянные виды люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 351—368. — **36.** М а й с у р я н Н. А., Ф и л а т о в Н. К. Приемы ускорения созревания люпина. — Изв. ТСХА, 1956, вып. 2, с. 37—52. — **37.** Майсурия Н. А., Хлебугина Л. К. Предуборочное химическое подсушивание семенного люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 279—296. — **38.** Майсурия Н. А., Эдельштейн М. М. Содержание и состав алкалоидов у люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 317—339. — **39.** П о л у х и н а И. Н. Изучение морфологии и биологии видов люпина. Докл. ТСХА, 1972, вып. 180, ч. I, с. 81—89. — **40.** П о л у х и н а И. Н. О биологии малоизученных видов люпина. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 5, с. 54—59. — **41.** П о с ы п а н о в Г. С. Потребление азота, фосфора и калия люпином при питании минеральным и симбиотическим азотом. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 1, с. 36—48. — **42.** П о с ы п а н о в Г. С., Б а р а н о в И. К. Формирование симбиотического аппарата и урожайность люпина желтого при разной обеспеченности минеральным азотом. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 5, с. 177—181. — **43.** П р я н и ш н и к о в Д. Н. Люпин — на службу социалистическому земледелию. — В кн.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 5—10. — **44.** П у х а л ь с к а я Н. Ф., П о л у х и н а И. Н. Наследственная изменчивость размера семян люпина. — Докл. ТСХА, 1963, вып. 52, с. 257—259. — **45.** Пухальская Н. Ф. О числе хромосом некоторых видов люпина. — Докл. ТСХА, 1972, вып. 182, с. 197—198. — **46.** П у х а л ь с к а я Н. Ф. Новые материалы по скрещиванию средиземноморских видов люпина. — Изв. ТСХА, 1973, вып. 3, с. 55—62. — **47.** Пухальская Н. Ф. Наследование качественных признаков у люпина узколистного. — Докл. ТСХА, 1974, вып. 204, с. 133—136. — **48.** Пухальская Н. Ф. Наследование алкалоидности у гибридов люпина узколистного. — Докл. ТСХА, 1975, вып. 209, с. 103—106. — **49.** Пухальская Н. Ф. Наследование крупности семян у гибридов люпина узколистного. — Докл. ТСХА, 1976, вып. 224, ч. II, с. 39—45. — **50.** П у х а л ь с к а я Н. Ф. Использование диких видов люпина для получения мелкосемянных форм у люпина узколистного. — Тез. докл. на совещании по отдаленной гибридизации. М.: ГБС. 1981. — **51.** Пухальская Н. Ф. Генетическая детерминация числа бобов на центральной и боковых кистях люпина узколистного. — Бюл. ВИР, 1984, № 139, с. 37—41. — **52.** Филимонова Л. Н. Развитие корневой системы однолетнего люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 65—86. — **53.** Филимонова Л. Н. Корневая система многолетнего люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 87—96. — **54.** Ф и л и м о н о в а Л. Н., П о с ы п а н о в Г. С. Формирование урожая люпина узколистного при питании фиксированным и минеральным азотом. — Докл. ТСХА, 1970, вып. 159, с. 32—37. — **55.** Ц и к л а у р и А. Г. Водопроницаемость семенной кожуры люпина. — В сб.: Люпин. М.: ТСХА, 1962, с. 161—174. — **56.** Abstracts of International Lupine Conference, Tremolinos (Malaga), 2—10 may, 1982. — **57.** Agricultural and Nutritional Aspects of Lupines. Proceedings of the First International Lupine Workshop. Lima-Cuzco, Peru, 12—21 April 1980, Eschbom, 1982. — **58.** Proceedings of the IIIrd International Lupine Congress. La Rochelle (France) — 4—8 juin 1984. — **59.** Proceedings of the Fourth International Lupin Conference. August 15—22, 1986. Geraldton, Western Australia.

Статья поступила 10 августа 1987 г.

SUMMARY

The main results of investigations on lupine conducted at plant growing department of Timiryazev Agricultural Academy during 40 years are discussed in the paper, and a review of a number of publications is given. In particular, the data of studying collections of species from Mediterranean and American genetic centres are presented;

agrotechnical estimation of 4 promising American species is given. Especial attention is paid to blue lupine whose biological characteristics allow to widely cultivate it in Non-chernozem zone of the Soviet Union. Inheritance of qualitative and quantitative characteristics in hybrids has been studied, parent material for breeding has been created, cultivation practices, including those accelerating the ripening of seed, have been developed.

The results of studying white lupine — a new high yielding fodder crop high in protein — are discussed: a new parent material for breeding by artificial mutagenesis has been created, Start variety has been selected different biotypes are characterized by specificities of growth, development, and photosynthetic activity. Specificities in formation, filling and ripening of fruit and seeds, consumption of phosphorus and potassium, and accumulation of nitrogen in different developmental periods are discussed.