

УДК 631.584.5:633.367.3+633.11

СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ БЕЛОГО ЛЮПИНА С ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕЙ

И. П. ТАКУНОВ¹, доктор сельскохозяйственных наук

Т. Н. СЛЕСАРЕВА¹, кандидат сельскохозяйственных наук

М. Н. НОВИКОВ², доктор сельскохозяйственных наук

¹Отдел технологии, ВНИИ люпина

241524, Россия, Брянская обл., п/о Мичуринское, ул. Берёзовая, д. 2

²ВНИПТИ органических удобрений и торфа

601242, Россия, Владимирская обл., Судогодский р-н, пос. Вяткино

E-mail: infodepart@rambler.ru

Белый люпин (*Lupinus albus* L.) обладает высоким продукционным потенциалом. Урожайность зерна современных сортов может достигать 4–5 т/га с содержанием 35–40 % белка и 8–10 % масла. Однако добиться этих показателей в производственных условиях не всегда удаётся из-за высокой засорённости посевов сеgetальными видами и поражения люпина антракнозом и другими болезнями в условиях достаточного увлажнения. В то же время в смешанных люпино-злаковых посевах с оптимальной густотой стеблестоя обеспечивается фитоденотическое подавление сорных растений до экономического порога их вредоносности, возрастает устойчивость люпина к болезням и вредителям. Люпин, обеспечивая 80 % потребности симбиотическим азотом, создаёт в смешанном посеве «эффект экономии почвенного азота». Без применения азотных удобрений злаковая культура активно трогаётся в рост, повышается её кустистость и конкурентная способность по отношению к сеgetальным видам. В наших исследованиях в смешанных посевах в вариантах с нормами высева 0,8 млн всхожих семян люпина и 3–3,5 млн семян яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) урожайность зерносмеси превышала суммарную урожайность этих культур в одновидовых посевах более чем в 2 раза. Разработанная ресурсосберегающая технология производства люпина и яровой пшеницы в смешанных посевах позволяет без затрат на минеральные удобрения, гербициды и другие средства защиты растений удвоить продуктивность пашни, получить экологически чистую продукцию с повышенным содержанием белка при сохранении почвенного плодородия и окружающей природной среды.

Ключевые слова: люпин белый, гетерогенные агрофитоценозы, люпино-злаковые посева, ресурсосберегающая технология, трансгрессия продуктивности.

Ктеории о гетерогенности агрофитоценозов. Смешанные посева сельскохозяйственных культур издавна используются как в нашей стране, так и во многих странах Европы, Азии (Индия, Китай и др.) и на американском континенте. Они позаимствованы человеком у природы, где все естественные фитоценозы в основном гетерогенны. Ещё В. Л. Комаров (1931) отмечал: «Если в природе максимум растительной массы получается при максимальном разнообразии растений, входящих в одни и те же группировки, то нельзя не использовать этот принцип в нашей работе с растениями».

Бинарные и поликомпонентные фитоценозы отличаются большей урожайностью, лучшим качеством продукции и стабильностью по годам по сравнению с одновидовыми посевами их культур-компонентов. Наибольшее распространение получили двух-трёхкомпонентные посева многолетних трав и такие классические смеси бобовых и злаковых культур, как вико-овсяная, горохо-овсяная, горохо-ячменная и другие. Характерной особенностью этих посевов является совмещение в одном ценозе культур, потребляющих азот почвы и истощающих её плодородие, с культурами, фиксирующими атмосферный азот и повышающими или стабилизирующими её продуктивный потенциал.

В связи с тем, что люпин (*Lupinus sp.*) является лучшим азотфиксатором среди зернобобовых культур, способным при благоприятных почвенно-климатических условиях фиксировать до 300 кг/га атмосферного азота, и обладает фосфатмобилизирующей способностью и другими средоулучшающими функциями, он может успешно применяться в качестве бобо-

вого компонента при создании люпино-злаковых агрофитоценозов многопланового использования (Такунов, 1996).

Люпин, обеспечивая себя на 70–80 % азотом за счёт симбиотической фиксации атмосферного азота, создаёт в смешанном посеве «эффект экономии почвенного азота» в пользу злаковой культуры. В связи с тем, что норма высева последней в смешанном посеве всегда ниже, чем в одновидовом, создаётся достаточность азотного питания в почве, особенно на ранних фазах развития. В результате злаковая культура активно трогаётся в рост, повышается её кустистость и конкурентная способность по отношению к сеgetальным видам без применения азотных удобрений. В дальнейшем, используя в процессе роста и развития минеральный азот почвы, злаковая культура индуцирует активность нитрогеназы люпина, в результате чего усиливается азотфиксация и выделение симбиотического азота в ризосферу люпина, который вновь используется злаковой культурой (Купцов, Такунов, 2006).

Люпин способен улучшить не только азотное, но также фосфорное и калийное питание акцепторных растений. Кроме того, в люпино-злаковом ценозе увеличивается суммарная листовая поверхность на единицу площади, улучшаются его оптические свойства за счёт оптимального расположения листьев в пространстве, повышается степень полезного использования света, тепла, осадков и других природных факторов и технологических приёмов, возрастает устойчивость к болезням и вредителям. Так, без применения минеральных удобрений, гербицидов и других химических

средств защиты растений продуктивность культур может возрастать в два и более раз по сравнению с суммарной продуктивностью компонентов в одновидовых посевах.

Таким образом, гетерогенность агрофитоценозов нужно рассматривать как фактор оптимизации их адаптационного потенциала, биологической интенсификации и экологизации сельскохозяйственного производства (Новиков, Такунов, Слесарева, Баринев, 2008).

Биологические особенности люпина. Белый люпин (*Lupinus albus* L.) обладает наибольшим продукционным потенциалом как среди кормовых видов люпина, так и среди других бобовых культур, возделываемых в нашей стране.

Современные сорта (Гамма, Деснянский, Дега и др.) способны обеспечить при благоприятных почвенно-климатических условиях до 70–100 т/га укосной зелёной массы, в сухом веществе которой содержится в среднем 18–20% белка (для сравнения: в зерне ячменя содержится 8–10% белка). Урожайность зерна может достигать 4–5 т/га с содержанием 35–40% белка и 8–10% масла; в последнем 90% составляют ненасыщенные жирные кислоты, что обеспечивает зерну повышенную энергетическую ценность.

Однако достичь этих показателей в производственных условиях не всегда удаётся. Основная причина — высокая засорённость производственных посевов сеgetальными видами и поражение люпина антракнозом и другими болезнями в условиях достаточного увлажнения. Люпин, обладая высокими азотфиксирующими и средоулучшающими свойствами, создаёт в ризосфере благоприятные условия для минерального питания сорных растений, которые начинают бурно расти, доминировать в агроценозе, затенять и угнетать культуру. В результате посевы люпина оказываются наиболее засорёнными по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами.

В фазу уборочной спелости люпина многие сорняки, особенно многолетние, продолжают вегетировать, их зелёная масса затрудняет уборку урожая, а в отдельные годы необходимо проводить дефолиацию посевов, что приводит к дополнительным материальным издержкам. В современных условиях основным средством борьбы с сорной растительностью на посевах всех сельскохозяйственных культур являются гербициды. Люпин проявляет высокую селективность к гербицидам, и многие препараты, успешно применяемые при выращивании сои, гороха и других зернобобовых культур, вызывают угнетение всходов люпина и даже их гибель.

Нами изучен широкий спектр гербицидов, применение которых возможно на люпине, определены их дозы и сроки внесения (Такунов, Слесарева, 2007; Слесарева, Такунов, Егоров, 2010; Такунов, Слесарева, Новиков и др., 2012). В то же время следует помнить, что только гербициды против однолетних не оказывают заметного отрицательного воздействия на растения люпина. Все остальные рекомендованы в количествах, граничащих с дозами, вызывающими первые признаки угнетения растений люпина, так как более низкие дозы неэффективны для сорняков, а более высокие — губительны для культуры. В условиях засушливой весны многие почвенные гербициды работают неэффективно, а при избыточном увлажнении сдерживают рост сорных растений не более чем на 40–50 дней. К уборке биомасса сорняков может превышать биомассу люпина на единице площади в несколько раз.

Для получения семян люпина, продовольственного и фуражного зерна в смешанных посевах наиболее совместимыми культурами являются яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) и ячмень (*Hordeum vulgare* L.), а для получения зелёных кормов и заготовки зерносенажа или силоса — овёс (*Avena sativa* L.).

Цель исследований — разработать методику создания гетерогенных люпино-злаковых агрофитоценозов различной плотности, способных к фитоценотическому подавлению сорной растительности и саморегуляции, высокой потенциальной продуктивности и качеству получаемой продукции, стабильности урожаев и экологической устойчивости и на этой основе разработать адаптивную ресурсосберегающую технологию их возделывания.

Методика исследований. Исследования проводились на опытном поле ВНИИ люпина (Брянский район) на серой лесной легкосуглинистой почве с содержанием гумуса 2,2–2,4%, рН_{KCl} — 5,6–5,8, P₂O₅ — 190–250 мг, K₂O — 150–200 мг/кг почвы.

Изучались смеси белого кормового люпина сорта Гамма (нормы высева — 0,6 и 0,8 млн всхожих семян/га) с яровой пшеницей сорта Ирень (нормы высева — от 2,5 до 4,0 млн всхожих семян/га) в сравнении с их одновидовыми посевами (пшеница — 5,0, люпин — 1,0 млн всхожих семян/га), в том числе и с применением гербицидов «Гезагард» (3 кг/га) + «Харнес» (1,5 кг/га). Предшественником были яровые зерновые культуры, агротехника общепринятая для зоны. Учётная площадь делянки — 50 м², повторность четырёхкратная. Посев проводили сеялкой СН-16 рядовым способом смесью семян культур-компонентов согласно схеме опыта (табл.).

Результаты исследований. В вариантах с нормами высева белого люпина 0,6–0,8 млн всхожих семян на 1 га в смеси с яровой пшеницей с нормами высева 2,5–3,5 млн всхожих семян формировались агрофитоценозы, успешно конкурирующие с сорной растительностью. Количество сорных растений в смешанных посевах уменьшилось на 80–90%, а сухая растительная масса оставшихся в посеве сорняков снизилась на 85–90% по сравнению с одновидовым посевом люпина (табл.).

Из посевов полностью исчезали виды пикульника (*Galeopsis* sp.), марь белая (*Chenopodium album* L.), гречишка вьюнковая (*Polygonum convolvulus* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), ромашка (*Tripleurospermum* sp.), куриное просо (*Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv.) и другие виды, уменьшалось количество трудноискоренимых видов: бодяка полевого (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осота полевого (*Sonchus arvensis* L.), пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) и др.

Отмечено снижение доли сорняков с возрастом плотности гетерогенных агроценозов. Их конкурентная способность не носила избирательного характера по отношению к сорным растениям в отличие от действия гербицидов. Засорённость во многих вариантах смешанных посевов была значительно ниже, чем на делянках одновидового посева люпина с применением гербицидов, и не превышала порога вредоносности.

Низкая урожайность люпина в одновидовом посеве в контрольном варианте объясняется сильным угнетением сорными растениями, плотность которых доходила до 200 шт./м².

Люпино-злаковые посевы, подавив сорняки и не испытывая стрессового состояния от применения гербицидов,

Влияние норм высева и соотношений люпина белого и яровой пшеницы в смешанных посевах на их продуктивность и конкурентоспособность по отношению к сорным растениям (среднее за 2007–2009 гг.)

Норма высева, млн всхожих семян/га		Сорные растения к уборке			Продуктивность				
люпин	яровая пшеница	шт./м ²	сухая масса		зерно, т/га		сырой белок, т/га	ЭКЕ/га	переваримый протеин, г/кг зерна
			г/м ²	% к контролю	всего	в том числе люпин			
1,0 (контроль)	–	187	380,3	100	0,92	0,92	0,35	1200	302
1,0 (гербициды)	–	26	46,8	12,3	1,44	1,44	0,59	2120	322
–	5,0	34	79,5	20,9	1,8	–	0,19	2110	61
0,6	2,5	37	54,4	14,3	2,97	1,17	0,66	3600	181
0,8	2,5	33	50,2	13,2	3,25	1,31	0,73	4070	173
0,6	3,0	31	42,3	11,1	3,33	1,17	0,69	4040	166
0,8	3,0	26	35,1	9,2	3,49	1,45	0,81	4420	183
0,6	3,5	22	27,4	7,2	3,54	1,27	0,77	4410	180
0,8	3,5	18	21,5	5,7	3,57	1,49	0,84	4530	191
0,6	4,0	17	19,6	5,2	3,33	1,15	0,7	4040	163
0,8	4,0	14	20,5	5,4	3,53	1,29	0,78	4420	173
НСР ₀₅		–	–	–	2,3	1,7	1,6	–	–

увеличили свою продуктивность в два и более раз по сравнению со средней продуктивностью их компонентов в одновидовых посевах в пересчёте на идентичную площадь.

Наибольшая урожайность зерносмеси получена в вариантах с нормами высева 0,8 млн всхожих семян люпина и 3,0–3,5 млн семян яровой пшеницы на 1 га — на уровне 3,5 т/га. Урожайность семян люпина соответствовала его урожайности в одновидовом посеве с нормой высева 1,0 млн семян/га с применением гербицидов, а урожайность яровой пшеницы в составе зерносмеси составляла более 2 т/га, что выше её урожайности в одновидовом посеве с нормой высева 5 млн семян/га.

Выход белка в указанных вариантах смесей составил более 800 кг/га, энергетических кормовых единиц — до 4,5 тыс. с 1 га, что в 2,1 раза больше аналогичных показателей в одновидовых ценозах. Обеспеченность 1 кг зерносмеси переваримым протеином во всех вариантах смешанных посевов составляла от 166 до 191 г, что значительно выше зоотехнических норм.

В гетерогенных люпино-злаковых агроценозах создаётся оптимальная густота стеблестоя, обеспечивается высокий стартовый ритм ростовых процессов и фитоценотическое подавление сорных растений до экономического порога их вредности. За счёт азотфиксации и мобилизации труднодоступных соединений фосфора и калия в почве люпин в смешанном посеве улучшает минеральное питание не сорных растений, как в одновидовом посеве, а высеянной с ним злаковой культуры. Люпин в смешанных со злаковыми культурами агроценозах поражается антракнозом и другими грибными и вирусными болезнями в 1,5–3 раза меньше, чем в одновидовых посевах, за счёт барьерного эффекта злаковой культуры при распространении инфекции, тем самым повышается экологическая устойчивость ценоза.

Таким образом, в смешанном агроценозе можно получить практически такое же количество зерна люпина и злаковой культуры на 1 га без применения минеральных удобрений и химических средств защиты растений, как и при их одновидовых посевах на удвоенной площади. При этом содержание белка в зерне яровой мягкой пшеницы увеличилось на 2–2,5 %, содержание клейковины — на 4 %. Сме-

шанные люпино-злаковые посева давали более высокие стабильные по годам урожаи по сравнению с одновидовыми посевами их культур-компонентов. Это обеспечивалось лучшим использованием света, запасов влаги и питательных веществ в результате улучшения фитосанитарного состояния посевов и отсутствия конкуренции со стороны сорных растений. Возделывание смешанных люпино-злаковых посевов исключает техногенное загрязнение почвы, грунтовых вод и в целом природной среды пестицидами и азотистыми соединениями, сберегает материальные и энергетические ресурсы, а получаемая продукция является экологически чистой.

Для получения сбалансированной по белку зернокормовой смеси достаточно высевать 0,6 млн всхожих семян белого люпина на 1 га, для получения семян люпина целесообразно увеличить норму высева до 0,8 млн семян/га. При размещении люпино-злаковых посевов на хорошо окультуренных полях с низкой засорённостью однолетними злаковыми и двудольными видами яровую пшеницу в составе зерносмеси можно высевать с нормой от 2,5 до 3 млн всхожих семян на 1 га. На более засорённых участках, особенно при наличии многолетних сегетальных видов, норму высева яровой пшеницы нужно увеличить до 3,5 млн семян/га. Если люпино-злаковая смесь высевается на участке, где люпин раньше не возделывался, необходимо предварительно, как и при одновидовом посеве, провести инокуляцию семян люпина одним из штаммов клубеньковых бактерий *Rhizobium lupini*.

Заключение. В люпино-злаковом агрофитоценозе при определённых плотности и соотношении компонентов проявляется синергический эффект, способствующий трансгрессии продуктивности. Это позволяет без затрат на минеральные удобрения, гербициды и другие средства защиты растений удвоить продуктивность пашни, экономить высеваемые семена белого люпина на 20–40 %, злаковой культуры — на 30–50 %, получить экологически чистую с повышенным содержанием белка продукцию при сохранении почвенного плодородия и окружающей природной среды. Разработанная ресурсосберегающая технология возделывания люпина и злаковых культур в смешанных

посевах имеет научную новизну и не имеет аналогов в отечественной и зарубежной литературе (Такунов, Слесарева, 2009а; Слесарева, Такунов, 2009б). Описанная технология применяется для производства семян люпина, экологически чистого зерна яровой пшеницы и высокобелковых

концентрированных грубых и сочных кормов. Технология основана на биологической интенсификации сельскохозяйственного производства, не требует дополнительных материально-технических затрат, проста и доступна для любого сельскохозяйственного товаропроизводителя.

Литература

1. Комаров В. Л. Растительный мир СССР и сопредельных стран / В. Л. Комаров. — М.: ГНТИ, 1931. — 16 с.
2. Такунов И. П. Люпин в земледелии России / И. П. Такунов. — Брянск: Придесенье, 1996. — 372 с.
3. Купцов Н. С. Люпин — генетика, селекция, гетерогенные посевы / Н. С. Купцов, И. П. Такунов. — Брянск, Клиницы: Изд-во ГУП «Клиновская городская типография», 2006. — 576 с.
4. Смешанные посевы с люпином в земледелии Нечернозёмной зоны / М. Н. Новиков, И. П. Такунов, Т. Н. Слесарева, В. Н. Баринов. — М.: ООО «Столичная типография», 2008. — 160 с.
5. Такунов И. П. Безгербицидная ресурсосберегающая технология возделывания люпина и злаковых культур в смешанных посевах: научно-практические рекомендации / И. П. Такунов, Т. Н. Слесарева. — Брянск: Читай-город, 2007. — 60 с.
6. Слесарева Т. Н. Ресурсосберегающая технология возделывания белого люпина в смеси со злаковыми зерновыми культурами: научно-практические рекомендации / Т. Н. Слесарева, И. П. Такунов, И. Ф. Егоров. — Брянск: Читай-город, 2010. — 30 с.
7. Инновационный опыт производства кормового люпина / И. П. Такунов, Т. Н. Слесарева, М. И. Лукашевич и др. — М.: ФГБНУ «Росинформгротех», 2012. — 80 с.
8. Такунов И. П., Слесарева Т. Н. Патент на изобретение № 2348139 «Способ выращивания люпино-злаковой зерносмеси». Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 10.03.2009 г.
9. Слесарева Т. Н., Такунов И. П. Патент на изобретение № 2364070 «Способ выращивания яровой пшеницы». Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 20.08.2009 г.

References

1. Komarov V. L. Rastitelny mir SSSR i sopredelnykh stran / V. L. Komarov. — Moscow: GNTI, 1931. — 16 p.
2. Takunov I. P. Lyupin v zemledelii Rossii / I. P. Takunov. — Bryansk: Pridesene, 1996. — 372 p.
3. Kuptsov N. S. Lyupin — genetika, selektsiya, geterogennye posevy / N. S. Kuptsov, I. P. Takunov. — Bryansk, Klinty: Izd-vo GUP «Klintovskaya gorodskaya tipografiya», 2006. — 576 p.
4. Smeshannye posevy s lyupinom v zemledelii Nechernozemnoy zony / M. N. Novikov, I. P. Takunov, T. N. Slesareva, V. N. Barinov. — Moscow: ООО «Stolichnaya tipografiya», 2008. — 160 p.
5. Takunov I. P. Bezgerbitsidnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya vozdelvaniya lyupina i zlakovykh kultur v smeshannykh posevakh: nauchno-prakticheskie rekomendatsii / I. P. Takunov, T. N. Slesareva. — Bryansk: Chitay-gorod, 2007. — 60 p.
6. Slesareva T. N. Resursosberegayushchaya tekhnologiya vozdelvaniya belogo lyupina v smesi so zlakovymi zernovymi kulturami: nauchno-prakticheskie rekomendatsii / T. N. Slesareva, I. P. Takunov, I. F. Egorov. — Bryansk: Chitay-gorod, 2010. — 30 p.
7. Innovatsionnyy opyt proizvodstva kormovogo lyupina / I. P. Takunov, T. N. Slesareva, M. I. Lukashevich et al. — Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2012. — 80 p.
8. Takunov I. P., Slesareva T. N. Patent na izobretenie No. 2348139 «Sposob vyrashchivaniya lyupino-zlakovoy zernosmesi». Zaregistrirvano v Gosudarstvennom reestre izobreteniy RF 10.03.2009.
9. Slesareva T. N., Takunov I. P. Patent na izobretenie No. 2364070 «Sposob vyrashchivaniya yarovoy pshenitsy». Zaregistrirvano v Gosudarstvennom reestre izobreteniy RF 20.08.2009.

MIXTURES OF WHITE LUPIN WITH SPRING WHEAT

I. P. Takunov¹, Dr. Agr. Sc.

T. N. Slesareva¹, PhD Agr. Sc.

M. N. Novikov², Dr. Agr. Sc.

¹Department of Technology, the All-Russian Research Institute of Lupine

241524, Russia, the Bryansk region, post office Michurinskoe, Berezovaya str., 2

²The All-Russian Research, Engineering and Project-Technological Institute of Organic Fertilizers and Peat

601242, Russia, the Vladimir region, Sudogodskiy rayon, poselok (village) Vyatkinо

E-mail: infodepart@rambler.ru

White lupin (*Lupinus albus* L.) has high productive potential. Modern varieties can provide 4–5 t ha⁻¹ of grain with 35–40 % of protein and 8–10 % of oil. But these values are not always feasible on the farm conditions due to high weed infestation with segetal weeds and infection by anthracnose and other lupin's diseases under sufficient moistening. However, lupin and cereals mixtures provided optimal plant density, and dominated weed plants in phytocenosis till economic threshold of harmfulness; lupin's resistance to diseases and pests increased. Covering 80 % of the nitrogen requirement symbiotically, lupin provided "soil nitrogen economy effect" in mixture. Thus, without nitrogen fertilizers, a cereal started growing actively, its tilling capacity and competitive activity increased. In our studies, in the variants with seeding rate of 0.8 million of germinable lupin seeds and 3–3.5 million of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds, grain mix yield exceeded total yield of these crops in single-species sowings more than twice. We developed the resource-saving technology of producing lupin and spring wheat in mixtures. Without costs for mineral fertilizers, herbicides, and other plant protection products, it allows to double the cropland productivity, to obtain environmentally friendly products with high protein content, while maintaining soil fertility and the environment.

Keywords: white lupin, heterogeneous agrophytocenosis, lupin and cereals sowings, resource-saving technology, productivity transgression.