

УДК 633.367:631.584.5

**УСИЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА
В СМЕШАННЫХ ЦЕНОЗАХ
ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЮПИНА**

В.И. Руцкая, кандидат биологических наук
А.Е. Сорокин, доктор сельскохозяйственных наук
Е.И. Исаева, кандидат сельскохозяйственных наук

*ВНИИ люпина – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
241524, Россия, Брянская область, Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Березовая, 2
lupin_mail@mail.ru*

**STRENGTHENING OF A BIOLOGICAL FACTOR
IN MIXED COENOSES BY LUPIN USE**

V.I. Rutskaya, Candidate of Biological Sciences
A.E. Sorokin, Doctor of Agricultural Sciences
E.I. Isaeva, Candidate of Agricultural Sciences

*All-Russian Research Institute of Lupine – Branch of the Federal Williams Research Center
of Forage Production and Agroecology
241524, Russia, Bryansk region, p. Michurinskiy, Berezovaya str., 2
lupin_mail@mail.ru*

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2019-3-48-54

Гетерогенные посевы намного больше приближены к естественным биоценозам по сравнению с одновидовыми. При определенных условиях в смешанных ценозах между растениями наблюдаются конкурентные отношения. Взаимоотношения основаны на прямой конкуренции за основные факторы жизни с помощью физико-механических и биохимических воздействий. Однако совместное произрастание растений вызывает не только отрицательное взаимовлияние, но зачастую оказывает и положительное действие на компоненты ценоза. При подборе компонентов для смешанных посевов следует учитывать принцип комплементарности культур, способных взаимодополнять друг друга, чтобы избежать напряженности в агроценозе. Люпин, как ни одна другая зернобобовая культура, проявляет свой биологический потенциал в совместных ценозах и является биологическим фактором по мобилизации и использованию солнечной энергии и других природных ресурсов. В проводимых исследованиях определяли характер взаимоотношений между компонентами смешанных посевов люпина узколистного СН-78-07 (по средней урожайности за три года) и люпина белого Алым парус (данные 2018 г.) с овсом Памяти Балавина и суданской травой Кинельская 100. Изучали их конкурентную способность и степень агрессивности. Для оценки взаимоотношений использовали коэффициент агрессивности и коэффициент конкурентоспособности. Показано усиление биологического фактора в смешанных ценозах посредством использования зерновыми культурами люпина как азотфиксирующего и средоулучшающего компонента.

Ключевые слова: смешанные посевы, люпин, овес, суданская трава, биологический фактор, коэффициент агрессивности, коэффициент конкурентоспособности.

Heterogeneous crops are more close to natural bio-coenosis compared with the single ones. In mixed coenosis competition relations present between plants at certain conditions. The relations are based on direct competition for the main survive factors with physical-mechanical and biochemical interaction. But co-growth of plants causes not only negative interaction but often it has a positive action on coenosis components. To avoid tensions in agrocoenosis the principle of crop complementarity should be taken into account at selection of components for mixed crops which complement each other. Lupin demonstrates its biological potential in coenosis significantly better compared to the other grain legumes and is a factor for mobilization and use of sun energy and other natural resources. In experiments interaction type have been tested between narrow-leaved lupin SN-78-07 and white lupin var. Alyi Parus (2018), oat var. Pamyati Balavina, Sudan grass var. Kinelskaya 100 as components of mixed crops for their average yield. Their competitiveness ability and aggression level are studied. Aggression coefficient and competitiveness ratio have been used to evaluate interactions. The article presents the strengthening of a biological factor in mixed coenosis when grain crops use lupin as a component of nitrogen accumulation and melioration of environment.

Keywords: mixed crops, lupin, oat, Sudan grass, biological factor, aggression coefficient, competitiveness ratio.

Введение. Внедрение в сельскохозяйственное производство смешанных посевов является одним из эффективных путей управления количеством и качеством растительной продукции посредством повышения устойчивости к стрессовым факторам и более полной реализации продукционного потенциала фитокомпонентов. Гетерогенные посевы намного больше приближены к естественным биоценозам по сравнению с одновидовыми.

Формирование фитоценоза из растений с различными биологическими ритмами позволяет полно и экономно использовать важнейшие факторы жизнедеятельности (свет, влагу, элементы питания). Кроме того, следует учитывать разновременность прохождения фаз развития культур в смешанных посевах и темп линейного роста, что дает возможность создания многоярусных агроценозов с более высокой способностью рационального использования трофических факторов и позволяет избежать обострения в конкурентной борьбе между ними [1].

Ряд исследователей [2; 3; 4] рассматривают конкурентную борьбу как основной тип взаимоотношений между компонентами ценозов. При определенных условиях в смешанных ценозах между растениями наблюдаются конкурентные отношения. Так, при значительном повышении азотного питания активно развивающийся злаковый компонент может угнетать бобовые, в результате чего снижается сбор протеина [5]. Кроме того, люпино-злаковые агроценозы повышенной плотности обладают высокой конкурентной способностью к сеgetальным растениям, в результате чего наблюдается их фитоценотическое подавление [6; 7].

Однако совместное произрастание растений вызывает не только отрицательное взаимовлияние, но зачастую оказывает и положительное действие на компоненты ценоза [1]. Биологическим воздействием корневых систем одних видов растений можно создавать благоприятные условия для развития подземных органов других растений [8].

Как правило, взаимоотношения ос-

нованы на прямой конкуренции за основные факторы жизни с помощью физико-механических и биохимических воздействий, называемых аллелопатией. Аллелопатические взаимодействия проявляются в том, что соединения, выделяемые в окружающую среду растениями одного вида, подавляют или стимулируют растения других видов. Преобладающая форма взаимодействия между культурными растениями — непаразитическая. При подборе компонентов для смешанных посевов следует учитывать принцип комплементарности культур, способных взаимно дополнять друг друга, чтобы избежать напряженности в агроценозе. Такие смеси в своей основе имеют как биологические, так и практические преимущества.

Большим потенциалом увеличения производства зернофуража и травянистых кормов обладают смеси бобовых и зерновых культур. Так, по данным литературы [3], при смешанном выращивании люпина и зерновых культур содержание биологического азота в зерне ячменя и яровой пшеницы повышалось на 2,4–3,1% без внесения минеральных удобрений. Выход белка в урожае зерносмеси с единицы площади по сравнению со средней суммой выхода белка в урожае зерна одновидовых посевов люпина и злаковых культур возрос на 34–62%. В условиях лесостепи и степи повышение сбора протеина в урожае смешанных посевов с включением бобового компонента составляет 25–30% [5].

Эффективным бобовым компонентом для смешанных посевов является кормовой люпин с мощной, глубоко проникающей в почву корневой системой, который обладает способностью накапли-

вать большое количество симбиотического азота, а также усваивать труднодоступные соединения фосфора и калия, формировать высокопитательный урожай [9]. Включая в ценоз с люпином такие культуры как овес, пшеница, кукуруза, рапс, суданская трава, можно существенно увеличить производство высококачественных кормов разного назначения за счет принципа комплементарности культур.

К усилению биологического фактора за счет использования в ценозах люпина можно отнести и высокий стартовый ритм ростовых процессов культуры-компонента, в результате чего происходит фитоценотическое подавление роста сорных растений, повышается экологическая устойчивость ценоза. Смешанные люпино-злаковые посевы позволяют не только увеличить выход продукции с гектара пашни, повысить качество зеленых кормов, силоса и зерносенажа, но и открывают возможность создания стабильно продуктивных агрофитоценозов за счет активизации механизмов биоценотической саморегуляции.

Культурные растения различаются по своей конкурентоспособности. В исследованиях смешанных посевов для оценки взаимоотношений растений в ценозе часто используют такие показатели, как коэффициент агрессивности (СА) и коэффициент конкурентоспособности (СR) [10].

Материал и методы. Исследования проводились на опытных полях ВНИИ люпина – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» на серой лесной почве в 2016–2018 гг. В работе использованы общепринятые методики по проведению полевых опытов с кормовыми куль-

турами и биоэнергетической оценке продукции растениеводства [11]. Объектом исследований являлись люпин узколистный СН-78-07 и люпин белый сорта Алый парус, овес Памяти Балавина и суданская трава Кинельская 100, возделываемые в чистом посеве и в смеси как белого, так и узколистного люпина с овсом и суданской травой. Учет урожая зеленой массы на силос и зерносенаж про-

водили с пяти делянок площадью по 1 м² каждая.

Определяли характер взаимоотношений между компонентами ценозов в процессе формирования урожайности. Изучали конкурентную способность компонентов в смешанных ценозах и степень их агрессивности [10].

Коэффициент агрессивности (СА) рассчитывался по формуле 1:

$$CA = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa} \times Z_{ab}} - \frac{Y_{ba}}{Y_{bb} \times Z_{ba}} \quad (1).$$

Также был определен коэффициент конкурентоспособности (CR) для полной

интерпретации полученных данных по формуле 2:

$$CR = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa} \times Z_{ab}} : \frac{Y_{ba}}{Y_{bb} \times Z_{ba}} \quad (2),$$

где Y_{ab} – урожайность люпина в смеси, т/га;

Y_{aa} – урожайность люпина в одновидовом посеве, т/га;

Y_{ba} – урожайность злакового компонента в смеси, т/га;

Y_{bb} – урожайность злакового компонента в одновидовом посеве, т/га;

Z_{ab} – доля от полной нормы люпина в смеси при посеве;

Z_{ba} – доля от полной нормы злакового компонента при посеве.

Рассчитывали агрессивность и конкурентоспособность люпина по отношению к злаковым культурам-компонентам в смешанном ценозе.

Результаты исследований и их обсуждение. Люпин, как ни одна другая зернобобовая культура, проявляет свой биологический потенциал в совместных ценозах и является биологическим фактором по мобилизации и использованию солнечной энергии и других природных ресурсов. Его корневые выделения стимулируют поглощение злаковым компонентом в смешанном агроценозе макро- и микроэлементов, что дает возможность последнему лучше куститься, интенсив-

нее расти, иметь большую облиственность.

В проводимом эксперименте с целью изучения характера взаимоотношений между культурами-компонентами в смешанном ценозе определяли расчетным путем их коэффициенты агрессивности и конкурентоспособности. Культура считается более агрессивной по сравнению со смесевым компонентом при положительных значениях коэффициента агрессивности и более конкурентоспособной при значениях коэффициента конкурентоспособности, превышающих единицу [10]. Данные расчетов представлены в таблице.

Таблица. Коэффициенты агрессивности и конкурентоспособности культур, возделываемых в смеси (по данным 2016–2018 гг.)

Вид корма	Вариант	Норма высева, млн шт. всхожих семян/га	Коэффициент агрессивности (CA) люпина	Коэффициент конкурентоспособности (CR) люпина
Смеси с люпином узколистным (2016–2017 гг.)				
Силос	Люпин + овес	0,96 + 1,00	-2,55	0,14
		0,78 + 1,75	-2,04	0,23
		0,60 + 2,50	-1,94	0,20
	Люпин + суданская трава	0,96 + 0,50	-1,44	0,23
		0,78 + 0,88	-0,90	0,36
		0,60 + 1,25	-0,95	0,43
Зерносенаж	Люпин + овес	0,96 + 1,00	-3,04	0,13
		0,78 + 1,75	-1,95	0,25
		0,60 + 2,50	-1,84	0,17
	Люпин + суданская трава	0,96 + 0,50	-2,06	0,16
		0,78 + 0,88	-1,14	0,34
		0,60 + 1,25	-1,22	0,11
Смеси с люпином белым (2018 г.)				
Силос (1-й срок сева)	Люпин + овес	1,0 + 2,50	-0,56	0,54
	Люпин + суданская трава	1,0 + 1,25	-0,42	0,70
Силос (2-й срок сева)	Люпин + овес	1,0 + 2,50	-0,60	0,49
	Люпин + суданская трава	1,0 + 1,25	-1,39	0,27
Зерносенаж (1-й срок сева)	Люпин + овес	1,0 + 2,50	-0,02	0,97
	Люпин + суданская трава	1,0 + 1,25	-1,55	0,34
Зерносенаж (2-й срок сева)	Люпин + овес	1,0 + 2,50	0,10	1,14
	Люпин + суданская трава	1,0 + 1,25	-0,64	0,46

Оказалось, что в смешанных посевах как узколистного, так и белого видов люпина с овсом и суданской травой зерновой компонент показал агрессивность и конкурентоспособность по отношению к люпину. При этом коэффициент агрессивности злакового компонента при его возделывании в смеси с узколистным люпином был выше, чем при его возделывании с белым люпином.

Коэффициент агрессивности люпина узколистного колебался по вариантам от -1 до -3, за исключением двух вариантов с суданской травой, в которых этот показатель был ниже -1.

У белого люпина коэффициент агрессивности был несколько ниже: от -1,55 до -0,02.

Показатели конкурентоспособности как узколистного, так и белого видов люпина были меньше единицы — от 0,11 до 0,97, что также свидетельствует о большей конкурентоспособности злакового компонента в смешанном ценозе их с люпином.

Исключение составил только один вариант — смешанный посев люпина белого с овсом, второй срок посева на зерносенаж, где с незначительным преимуществом более агрессивным и кон-

курентоспособным оказался люпин. Эти показатели будут уточнены в дальнейших исследованиях.

Полученные данные свидетельствуют о роли биологического фактора в смешанных ценозах посредством использования овсом и суданской травой люпина как азотфиксирующего и средоулучшающего компонента. Корневые выделения люпина стимулировали поглощение злаковым компонентом в смешанном агроценозе макро- и микро-

элементов, что дало возможность последнему лучше куститься и интенсивнее расти.

Заключение. В смешанных посевах люпина с овсом и суданской травой зерновой компонент показал агрессивность и конкурентоспособность по отношению к люпину, что свидетельствует о роли биологического фактора в смешанных ценозах посредством использования люпина как азотфиксирующего и средоулучшающего компонента.

Литература

1. Марков В.М. Аллелопатия – одна из форм связи между организмами в растительном сообществе (фитоценозе) // Физиолого-биохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозе. – М. : Наука, 1966. – С. 33.
2. Образцов А.С. Потенциальная продуктивность культурных растений. – М. : Росинформагротех, 2001. – 504 с.
3. Кононов А.С., Ториков В.Е., Шкотова О.Н. Гетерогенные посевы (экологическое учение о гетерогенных агроценозах как о факторе биологизации земледелия). – СПб : Лань, 2018. – 296 с.
4. Шпаков А.С., Матвеева Н.М., Тарасенко М.И., Рябов Ю.А. Основные принципы и параметры создания агрофитоценозов однолетних трав для полевых и кормовых севооборотов // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. – М. : Росинформагротех, 2002. – С. 170–180.
5. Новиков М.Н., Такунов И.П., Слесарева Т.Н., Баринов В.Н. Смешанные посевы с люпином в земледелии Нечерноземной зоны. – М. : Столичная типография, 2008. – 160 с.
6. Купцов Н.С., Такунов И.П. Люпин: генетика, селекция, гетерогенные посевы. – Брянск : Клиновская городская типография, 2006. – 575 с.
7. Такунов И.П., Слесарева Т.Н. Безгербицидная ресурсосберегающая технология возделывания люпина и злаковых культур в смешанных посевах : научно-практические рекомендации. – Брянск : Читай-город, 2007. – 60 с.
8. Рахтеенко И.Н. Взаимовлияние корневых систем древесных растений в растительных сообществах // Физиолого-биохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозе. – М. : Наука, 1966. – С. 187.
9. Такунов И.П. Люпин в земледелии России : монография. – Брянск : Придесенье, 1996. – 372 с.
10. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан, В.П. Самсонов, В.Н. Прохоров, К.Г. Шашко, И.Н. Путырский, В.М. Кравченко. – Минск : Навука і тэхніка, 1996. – 101 с.
11. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б.П. Михайличенко, А.А. Кутузова, Ю.К. Новоселов, А.А. Зотов, В.А. Бондарев [и др.]. – М., 1995. – 174 с.

References

1. Markov V.M. Allelopathy – odna iz form svyazi mezhdou organizmami v rastitelnom soobshchestve (fitotsenoze) [Allelopathy is one of the forms of communication between organisms in the plant community (phytocenosis)]. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy vzaimnogo vliyaniya rasteniy*

- v fitotsenoze [Physiological and biochemical foundations of the mutual influence of plants in the phytocenosis]*. Moscow, Nauka Publ., 1966, p. 33.
2. Obraztsov A.S. Potentsialnaya produktivnost kulturnykh rasteniy [Potential productivity of cultivated plants]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2001, 504 p.
 3. Kononov A.S., Torikov V.E., Shkotova O.N. Geterogennyye posevy (ekologicheskoe uchenie o geterogennykh agrotsenozakh kak o faktore biologizatsii zemledeliya) [Heterogeneous sowings (ecological doctrine of heterogeneous agroecosystems as a factor in the biologization of agriculture)]. Saint Petersburg, Lan Publ., 2018, 296 p.
 4. Shpakov A.S., Matveeva N.M., Tarasenko M.I., Ryabov Yu.A. Osnovnye printsiipy i parametry sozdaniya agrofytotsenozov odnoletnikh trav dlya polevykh i kormovykh sevooborotov [Basic principles and parameters for the creation of agrophytocenoses of annual grasses for field and fodder crop rotation]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo: problemy i resheniya [Adaptive fodder production: problems and solutions]*. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2002, pp. 170–180.
 5. Novikov M.N., Takunov I.P., Slesareva T.N., Barinov V.N. Smeshannyye posevy s lyupinom v zemledelii Nechernozemnoy zony [Mixed crops with lupine in farming of the Non-Chernozem zone]. Moscow, Stolichnaya tipografiya Publ., 2008, 160 p.
 6. Kuptsov N.S., Takunov I.P. Lyupin: genetika, selektsiya, geterogennyye posevy [Lupin: genetics, breeding, heterogeneous crops]. Bryansk, Klintsovskaya gorodskaya tipografiya Publ., 2006, 575 p.
 7. Takunov I.P., Slesareva T.N. Bezgerbitsidnaya resursoberegayushchaya tekhnologiya vozdeliyaniya lyupina i zlakovykh kultur v smeshannykh posevakh: nauchno-prakticheskie rekomendatsii [Herbicide-free resource-saving technology for the cultivation of lupine and cereals in mixed sowings: scientific and practical recommendations]. Bryansk, Chitay-gorod Publ., 2007, 60 p.
 8. Rakhteenko I.N. Vzaimovliyanie kornevykh sistem drevesnykh rasteniy v rastitelnykh soobshchestvakh [Interaction of root systems of ligneous plants in a plant community]. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy vzaimnogo vliyaniya rasteniy v fitotsenoze [Physiological-and-biochemical base of mutual interaction of plants in phytocenosis]*. Moscow, Nauka Publ., 1966, p. 187.
 9. Takunov I.P. Lyupin v zemledelii Rossii [Lupin in agriculture of Russia]. Bryansk, Pridesenie Publ., 1996, 372 p.
 10. Laman N.A., Samsonov V.P., Prokhorov V.N., Shashko K.G., Putyrskiy I.N., Kravchenko V.M. Metodicheskoe rukovodstvo po issledovaniyu smeshannykh agrofytotsenozov [Methodic guidance for research of mixed agroecosystems]. Minsk, Navuka i tekhnika Publ., 1996, 101 p.
 11. Mikhaylichenko B.P., Kutuzova A.A., Novoselov Yu.K., Zotov A.A., Bondarev V.A. et al. Metodicheskoe posobie po agroenergeticheskoy i ekonomicheskoy otsenke tekhnologiy i sistem kormoproizvodstva [Methodical manual on agro-energy and economic evaluation of fodder production technologies and systems]. Moscow, 1995, 174 p.