

УДК 633.3

КОНКУРЕНТНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ В ОДНОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗАХ

© *Н.И. Слугинова, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© *А.П. Слугинов, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

COMPETITIVE RELATIONSHIP COMPONENTS IN ANNUAL AGROTCENOZE

© *N.I. Sluginova, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© *A.P. Sluginov, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Рассмотрены экологические преимущества возделывания однолетних бобово-злаковых агроценозов перед монопосевами. Результаты исследований доказывают зависимость конкурентоспособности компонентов смеси от биологических особенностей видов бобовых и злаковых растений, норм высева трав и сроков уборки.

Ключевые слова: травосмеси, агроценоз, аллелопатия, азотонакопители, азотопотребители, межвидовая конкуренция, коэффициент конкурентоспособности.

The ecological advantages of cultivation of annual legume-cereal agrotcenozov monoposevami before. Research results prove dependence of competitive components of the mixture on the biological characteristics of species of legumes and cereals, grass seeding rates and harvesting times.

Key words: annual legumes, cereals, grass mixture, agrocenosis allelopathy, azotonakopiteli, azotopotrebiteli, interspecific competition, competitiveness factor.

E-mail: princess_natalia@mail.ru

Техногенная нагрузка на биогеоценозы Среднего Поволжья в отдельных районах превышает среднероссийские показатели.

Современное земледелие базируется на широком использовании минеральных удобрений как основного средства повышения плодородия почвы и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Однако, избыточное, недостаточно обоснованное, их использование приводит к загрязнению почвы, а также накоплению их, в продовольственных товарах, кормах, поверхностных и грунтовых водах. Поэтому большое внимание уделяется применению новых технологий в растениеводстве, которые обеспечивают минимальное воздействие на окружающую среду и максимальную безопасность пищевой продукции. Внедрение экологически безопасных, адаптивных технологий, в том числе смешанных посевов различных культур и сортов, является одной из основных задач в области сельского хозяйства по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия в России [4].

Экологические преимущества смешанных посевов перед чистыми известны давно. Известный русский ботаник и агроном И.Н. Клинген (1890) считает, что человек вначале бессознательно, а затем вполне осознанно подражал окружающей его дикой природе и на этой основе постепенно создал удивительные комбинации смешанных посевов. Самой важной особенностью смешанных посевов, по мнению Клингена, является сочетание зерновых и бобовых культур, то есть истощающих почву, и наоборот, обогащающих ее [6].

В сложных агроценозах мятликовые виды за счет разветвленной мочковатой корневой системы лучше используют воду и питательные вещества

из верхних слоев почвы. Стержневые корни бобовых усваивают эти элементы из более глубоких слоев. Корневая система травосмеси охватывает больший объем почвы, чем одновидовые посевы.

Для искусственных агрофитоценозов особенно важно подобрать растения с благоприятным аллелопатическим влиянием: азотонакопители (бобовые) и азотопотребители (злаковые) [2].

За счет аллелопатического взаимодействия в ризосфере смешанных посевов улучшается азотное питание злаковых культур. Источником азотного питания для злаковых культур может служить азот отмирающих клубеньков и корней бобовых в период вегетации. Подтверждает возможность такого использования и то, что в растениях злаков в смешанных посевах значительно повышается содержание белка по сравнению с чистыми. Содержание белка в зерне повышается на 2,5-3,0% [5].

За счет бобового компонента и повышенного потребления из труднодоступных соединений почвы и из воздуха основных питательных веществ экономятся средства на удобрения. Урожай смесей на 13-17% выше, чем урожай чистых посевов. Более эффективны смешанные посевы в неблагоприятные годы. В севообороте смешанные посевы выполняют важную агротехническую роль. Сомкнутые посевы значительно снижают непродуктивное испарение влаги, хорошо затеняют почву и не оставляют экологической ниши для сорных растений [7].

Смешанные посевы более равномерно расходуют питательные элементы из почвы, полнее предохраняют ее от водной и ветровой эрозии, улучшают микроклиматические условия на орошаемых массивах [4]. Отмечено, что в смешанном агрофитоценозе замедляется скорость распространения возбудителей болезней, снижается их вредоносность, то есть в бобово-злаковых агроценозах поддерживается более высокий уровень экологического равновесия [9]. Только в севооборотах с использованием смешанных посевов прекращается прогрессирующее снижение гумуса и обеспечивается постепенное повышение почвенного плодородия, в том числе и за счет азотфиксации.

Между компонентами смешанных посевов существует взаимопомощь. Большинство однолетних бобовых трав имеет лежащий стебель, поэтому их возделывают вместе с поддерживающими культурами, чаще со злаками [1]. При этом уменьшается полегание бобовых, облегчается механизация их уборки [3].

Смешанные посевы благодаря биологической совместимости компонентов позволяют создавать более густой травостой путем увеличения количества растений и вегетативной массы на 1 га посевов [10]. В них хорошо выражена вертикальная ярусность, которая образуется в основном во второй половине вегетационного периода из-за различий роста компонентов.

Главный механизм взаимоотношений растений в гетерогенном агроценозе – межвидовая конкуренция за одни и те же экологические ресурсы: свет, влагу, элементы питания [11]. Наиболее удобный критерий оценки напряженности конкурентных взаимоотношений – степень изменения продуктивности отдельных особей или популяций растений в агроценозе.

В связи с этим целью наших исследований было выявление биотехнологических параметров для создания высокопродуктивных агроценозов однолетних культур.

Почва опытного участка представлена среднесуглинистым тяжелосуглинистым выщелоченным черноземом. Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь делянки – 10 м². Опыт трехфакторный.

Фактор А. Травосмесь

1. Люпин + ячмень; 2. Люпин + овес; 3. Вика + ячмень; 4. Вика + овес;
5. Горох + ячмень; 6. Горох + овес; 7. Пелюшка + ячмень; 8. Пелюшка + овес.

Фактор В. Соотношение бобового и злакового компонента

1. 75+25%; 2. 50+50%; 3. 25+75%.

Фактор С. Фаза уборки бобового компонента

1. Бутонизация; 2. Цветение; 3. Образование бобов

Нормы высева культур в травосмесях рассчитывались по заданным соотношениям от количественной нормы чистого посева с учетом посевной годности (млн. шт./га):

Культура	Соотношение компонентов, %			
	100	75	50	25
Люпин	1,300	0,975	0,650	0,325
Вика	2,500	1,875	1,250	0,625
Горох	1,400	1,050	0,700	0,350
Пелюшка	1,400	1,050	0,700	0,350
Ячмень	6,000	4,500	3,000	1,500
Овес	6,000	4,500	3,000	1,500

Агротехнические приемы технологии возделывания были общепринятыми для региона.

В данной работе для оценки критерия конкурентной способности компонента использовался показатель – коэффициент конкурентноспособности (Competitive ratio, CR), который был предложен Willey, Rao, 1980.

Определение конкурентной способности проводили по формуле:

$$CR = \frac{LERa}{LERb} \times \frac{Zba}{Zab}, \text{ где } LERa - \text{ биологическая эффективность}$$

культуры А, LERb – биологическая эффективность культуры В, Zba – соотношение культуры В к А в смешанном посеве, Zab – соотношение культуры А к В в смешанном посеве и биологической эффективности по

$$\text{формуле: } LER = \frac{Y_a}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}}, \text{ где } Y_{aa} - \text{ урожай культуры А в чистом посеве,}$$

Y_{bb} – урожай культуры В в чистом посеве, Y_{ab} – урожайность культуры А в смешанном посеве с культурой В, Y_{ba} – урожайность культуры В в смешанном посеве с культурой А [8];

Нами установлено, что коэффициент конкурентноспособности компонентов смесей зависел, прежде всего, от биологических особенностей видов бобовых и злаковых растений, норм высева трав и сроков уборки.

Установлено, что полевая всхожесть бобово-злакового агроценоза зависела от соотношения компонентов смеси. Увеличение нормы высева злакового компонента с 25 до 75% сопровождалось повышением полевой всхожести на 10,7%. Сохранность растений также изменялась в зависимости от соотношения компонентов.

Проведенный регрессионный анализ показал, что соотношение компонентов при посеве находится в тесной взаимосвязи с сохранностью растений: $Y = -37,6208 + 13,8813x$, $r = 0,70$; $Y_1 = 4941,93 - 51,013x$, $r = -0,98$, где Y – сохранность бобового компонента, тыс. шт./га, Y_1 – сохранность злакового компонента, тыс. шт./га, x –

количество бобового компонента при посеве, тыс. шт./га.

Самая низкая сохранность отмечена при использовании в качестве бобового компонента люпина узколистного. В этом случае данный показатель в среднем за три года колеблется от 69,4% (25% бобовых) до 75,7% (75% бобовых).

Таким образом, в начальный период роста и развития между компонентами травостоя устанавливаются определенные конкурентные взаимоотношения. Злаковые культуры, особенно овес, оказывают угнетающее воздействие на всходы бобовых и их сохранность.

В наших исследованиях ботанический состав агроценозов изменялся в зависимости от набора компонентов, их соотношения и сроков уборки. При увеличении количества бобового компонента в смеси возрастала и его доля в урожае. Так, при соотношении бобового и злакового компонента 75+25% количество бобовых в урожае было в 2,41-2,65 раза больше, чем при соотношении 25+75%. Наибольшее количество бобовых в травостое отмечено при уборке смесей в фазу образования бобов – в среднем 44,1%, что на 3,5% больше, чем в фазу цветения и на 13,2% – в бутонизацию при соотношении бобовых и злаковых компонентов 75+25%.

Наибольшее количество бобовых в травостое в среднем за 3 года наблюдалось в смесях вики + ячмень и вики + овес – 60,4-65,4% (соотношение 75+25%), наименьшее количество в агроценозах люпин + ячмень и люпин + овес – 12,1-18,5%. На втором месте по количеству бобового компонента находились смеси пелюшка + овес и пелюшка + ячмень – 38,2-47,1%.

Регрессионный анализ показал, что доля бобового компонента в урожае смеси имеет тесную взаимосвязь с урожайностью зеленой массы ($r = 0,89$) и описывается следующим уравнением: $Y = 14,172 + 0,230545x$, где Y – урожайность зеленой массы, т/га, x – количество бобового компонента в урожае, т/га.

Среди бобовых трав наибольший коэффициент конкурентноспособности отмечен при соотношении компонентов 75+25% у вики – 1,66 единицы, затем следует пелюшка – 0,73, горох – 0,63 и замыкает этот ряд люпин – 0,20 (рис. 1). С уменьшением доли бобового компонента в смеси конкурентноспособность бобового компонента снижается в среднем в 2,6-6,2 раза, а CR злакового компонента соответственно повышается в 3,4-3,7 раза. Следует отметить, что среди бобового компонента наименьшее снижение значения CR при уменьшении его нормы высева наблюдается у пелюшки в 2,6 раза, а наибольшее у вики – 6,2 раза. Среди злакового компонента наибольший CR отмечен у овса 4,94 (25+75%), что на 23,5% больше, чем у ячменя.

Конкурентная способность растений зависит и от срока уборки. По мере прохождения фаз развития коэффициент конкурентноспособности изменяется: у бобового составляющего данный показатель увеличивается, а у злакового – уменьшается. Так, в фазу образования бобов CR бобового компонента больше, чем в фазу бутонизации в среднем на 35,7% при соотношении 75+25%, на 22,9% при соотношении 50+50% и на 6,3% при соотношении 25+75%; злакового компонента меньше на 24,6%, 14,0% и 23,7% соответственно.

Наиболее оптимальным злаковым компонентом для бобовых культур во все годы исследований и при всех соотношениях является ячмень. В травосмеси с его участием CR бобового компонента всегда выше, чем в агроценозах с овсом.

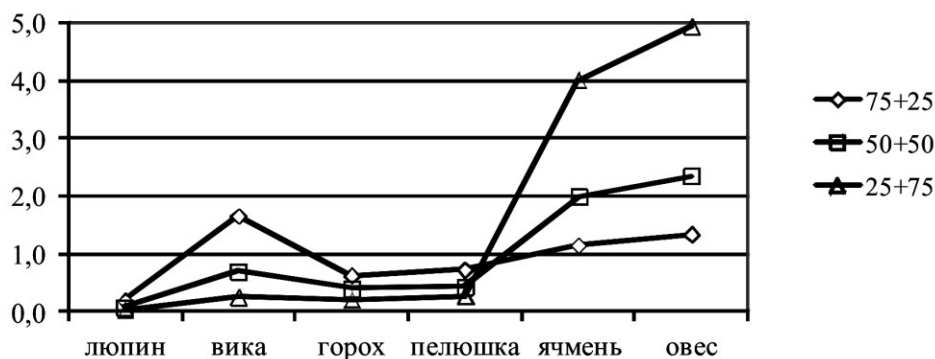


Рисунок 1 - Конкуренциоспособность однолетних трав в зависимости от соотношения компонентов

Так, в смеси вика + ячмень в фазу цветения CR бобового компонента составляет 1,84 (75+25%) – 0,30 (25+75%), что на 7,0-25,0 больше, чем в смеси с овсом. Наиболее агрессивным злаковым компонентом является овес, коэффициент конкурентности которого в агроценозе вика + овес при соотношении 25+75% в фазу цветения составляет 4,27, что на 20,6% больше, чем в смеси с ячменем.

В наших исследованиях для оценки критерия биологической эффективности смешанных посевов использовался показатель отношения земельных эквивалентов (Land Equivalent Ratio, LER). С его помощью делается расчет единицы земельной площади, необходимой для получения в монопосеве того количества каждой культуры, которое сформировалось на единице площади смешанного посева.

В среднем за 3 года исследований наибольший коэффициент биологической эффективности отмечен при соотношении компонентов 75+25% в фазу цветения – 1,43, что на 5,1% больше, чем в фазу образования бобов и на 30,0% – в фазу бутонизации. При уменьшении доли бобового компонента в смеси ее биологическая эффективность падает, становясь при соотношении 25+75% меньше единицы, что говорит о том, что в чистом посеве урожайность культур будет выше, чем в смеси.

Регрессионный анализ показал, что между количеством бобового компонента в смеси и коэффициентом биологической эффективности имеется средняя связь ($r = 0,69$), описываемая следующим уравнением регрессии: $Y = 0,837917 + 0,011525x$, где Y – коэффициент биологической эффективности, x – количество бобового компонента в соотношении, тыс. шт./га.

Исследования по изучению биологической эффективности однолетних бобово-злаковых смесей показывают, что данная величина зависит и от состава травосмеси. За три года исследований наибольшая величина LER получена в смеси вика + ячмень (75+25%) в фазу цветения – 1,44-1,94. Данный агроценоз сформировал наибольший коэффициент биологической эффективности при соотношениях 50+50 и 25+75% в фазу бутонизации и образования бобов. Далее по уровню LER следуют смеси пелюшка + ячмень и пелюшка + овес – 1,40-1,90 и 1,30-1,89 соответственно.

Нами установлено, что злаковый компонент оказал значительное влияние на биологическую эффективность смесей. Так, включение в однолетние агроценозы овса способствует снижению LER в среднем на 9,0-11,5%.

Регрессионный анализ показал, что величина биологической эффективности находится в сильной обратной зависимости от конкурентноспособности злакового компонента агроценоза ($r = - 0,79$) и описывается следующим уравнением:

$$Y = 1,45127 - 0,0242738x,$$

где, Y – коэффициент биологической эффективности, x – коэффициент конкурентноспособности злакового компонента.

Таким образом, биологическая эффективность смешанных агроценозов непосредственно зависит от коэффициента конкурентноспособности как бобового, так и злакового компонента ее составляющего, которые в конечном итоге формируются за счет соотношения компонентов при посеве.

Список литературы

1. Алейникова Л.Д., Козлов Ю.С. Основы кормопроизводства. – М.: Агропромиздат, 1988. – 191 с.
2. Беляк В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приемами // Вопросы интенсификации сельскохозяйственного производства в исследованиях Пенз НИИСХ: Сборник научн. трудов за 1995-1999 гг. – Пенза, 1999. – 311 с.
3. Богдасаряну Т.Н. Пути решения проблемы кормового белка. Кормопроизводство – комплексное развитие: сборник. – М.: Моск. раб. 1983. – С.221-229.
4. Варламов В.А. Агробиологическое обоснование формирования высокопродуктивных смешанных агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур в лесостепи Среднего Поволжья: Автореф. дисс...доктора наук. – Пенза, 2008. – 56 с.
5. Гаврилов А.М. Повышение продуктивности промежуточных культур. - М.: Россельхозиздат, 1984. – С.190-191.
6. Дебелый Г.А., Калинина Л.В., Дупляк А.И. Зернобобовые культуры в Нечерноземье. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 125 с.
7. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. - Кишинев «Штиинца», 1990. – 328 с.
8. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов //Под ред. Ламан Н.А., Самсонов В.П., Прохорова В.Н. и др. – Мн.: Навука і тэхніка, 1996. –101 с.
9. Сколбин Г.С. Луговое и полевое кормопроизводство. – М.: Колос, 1977.- 253 с.
10. Такунов И.П., Кононов А.С. Адаптивный потенциал и урожайность люпина в смешанных агрофитоценозах // Аграрная наука. – 1995. – №2. – С.41-43.
11. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.Н. Кобзаренко. – М.: Колос, 2002 – 584 с.

