



КОНКУРЕНТНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ В СМЕШАННЫХ АГРОЦЕНОЗАХ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР

¹Кашеваров Н.И., ^{1,2}Садохина Т.А., ¹Бакшаев Д.Ю.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Новосибирский государственный аграрный университет
Новосибирск, Россия

Представлены результаты анализа урожайности и биологической эффективности одновидовых и смешанных посевов злаковых и бобовых культур в зависимости от зон возделывания. Исследования проведены в лесостепной и степной зонах Западной Сибири и в лесостепной зоне Восточной Сибири, результаты проанализированы через показатели «отношение земельных эквивалентов» и коэффициент агрессивности. В лесостепной зоне Западной Сибири при возделывании на зернофураж преимущество имели двухкомпонентные смеси с нормой высева 60–75% злакового (ячмень или овес) и 35–50% бобового компонентов (горох). Урожайность составила 23–29 ц зерна/га с содержанием переваримого протеина 106–110 г/к.ед. и показателем эффективности использования площади 1,17 ед. Наибольшим коэффициентом агрессивности (плюс 0,53) обладает горох в смеси с пшеницей. В условиях степной зоны Западной Сибири наиболее эффективны двухкомпонентные смеси ячменя и пшеницы с пелюшкой при соотношении злакового и бобового компонентов 60/50% от полной нормы высева культур. Урожайность данных ценозов отмечена на уровне одновидовых посевов, а питательность выше на 6–10%. Показатель «отношение земельных эквивалентов» для данной зоны составил 1,21–1,3 ед. Доля бобового компонента в урожае зерна трехкомпонентных смесей при неблагоприятных сухих условиях степной зоны зарегистрирована незначительной. Значение коэффициента агрессивности бобового компонента снизилось до минус 1,58 и максимально уменьшилась его доля в агроценозе. Для лесостепной зоны Восточной Сибири характерно достаточное увлажнение, что способствовало получению хорошего урожая зерна. Наибольшую урожайность обеспечили смеси овса с горохом (48,5 ц/га) и овса с горохом и ячменем (42,9 ц/га) с показателем «отношение земельных эквивалентов» до 1,45 ед. и коэффициентом агрессивности, близким к нулю. В данной зоне существуют благоприятные условия произрастания культур в бинарных посевах.

Ключевые слова: одновидовые и смешанные посевы, соотношение компонентов, зернофураж, биологическая эффективность, коэффициент агрессивности, зона возделывания

COMPETITIVE ABILITY OF COMPONENTS IN MIXED AGROCENOSIS OF FODDER GRAIN CROPS

¹Kashevarov N.I., ^{1,2}Sadokhina T.A., ¹Bakshaev D.Yu.

¹Siberian Federal Research Centre of AgroBiotechnologies of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk region, Krasnoobsk, Russia

²Novosibirsk State Agrarian University
Novosibirsk, Russia

The results of the analysis of yield and biological efficiency of single-species and mixed crops of cereals and legumes, depending on the cultivation zones, are presented. The study was carried out in the forest-steppe and steppe zones of Western Siberia and the forest-steppe zone of Eastern Siberia.

The results were analyzed by means of Land Equivalent Ratio and the coefficient of aggressiveness. In the forest-steppe zone of Western Siberia, two-component mixtures with a seeding rate of 60–75% of cereals (barley or oats) and 35–50% of legumes (peas) had an advantage in cultivation for fodder grain. The yield was 2.3–2.9 t/ha of grain with digestible protein content of 106–110 g per feed unit and the efficiency of the area use of 1.17 units. Peas mixed with wheat had the highest coefficient of aggressiveness (plus 0.53). In the conditions of the steppe zone of Western Siberia, two-component mixtures of barley and wheat with field peas are the most effective with a ratio of cereal and legume components of 60/50% of the total seeding rate of crops. The yield of these cenoses was noted at the level of single-species crops, and the nutritional value was 6–10% higher. Land Equivalent Ratio for this zone amounted to 1.21–1.3 units. The share of the legume component in the grain yield of three-component mixtures under unfavorable dry conditions of the steppe zone was registered insignificant. The value of the coefficient of aggressiveness of the legume component decreased to minus 1.58 and its share in the agrocenosis decreased to the utmost extent. The forest-steppe zone of Eastern Siberia is characterized by sufficient moisture, which contributed to a good grain harvest. The highest yield was provided by a mixture of oats with peas (4.85 t/ha) and oats with peas and barley (4.29 t/ha), with the Land Equivalent Ratio of up to 1.45 units and the coefficient of aggressiveness close to zero. In this zone, there are favorable growth conditions for binary crops.

Keywords: single-species and mixed crops, ratio of components, fodder grain, biological efficiency, coefficient of aggressiveness, cultivation zone

Для цитирования: Кашеваров Н.И., Садохина Т.А., Бакшаев Д.Ю. Конкурентная способность компонентов в смешанных агроценозах зернофуражных культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 1. С. 42–50. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-1-5>

For citation: Kashevarov N.I., Sadokhina T.A., Bakshaev D.Yu. Competitive ability of components in mixed agrocenoses of fodder grain crops. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 1, pp. 42–50. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-1-5>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Выращивание кормовых культур в настоящее время производится в основном в одновидовых посевах. Такие агроценозы высокопродуктивны, но потенциально нестабильны, поскольку полностью зависят от внешних условий возделывания [1]. В отличие от поликомпонентных агроценозов они слабо адаптированы, более подвержены стрессам, вызванным изменениями внешних условий, в них меньше возможностей трансформации энергии, питательных веществ и т.д. Одновидовые посевы более уязвимы к воздействию вредных и болезнетворных организмов и очень активно и односторонне истощают плодородие почв.

Значительный резерв использования биологических факторов окружающей среды и увеличения объемов производства фуражного зерна – возделывание высокопродук-

тивных экологически устойчивых поликомпонентных агрофитоценозов с включением бобовых культур [2, 3]. Эффективность смешанных посевов определяется биологической совместимостью одновременно произрастающих компонентов агроценоза, которая может быть установлена экспериментальным путем [1, 2, 4–7]. В настоящее время один из сложных вопросов в исследовании смешанных посевов – количественная оценка их преимущества в сравнении с одновидовыми посевами [7–10].

Основная проблема состоит в определении объективных критериев оценки эффективности одновидовых посевов и смешанных агроценозов [2, 11, 12]. Биологическая эффективность поликомпонентных посевов определяется сравнением продуктивности смеси с продуктивностью двух культур смешанного посева на той же площади [13].

В настоящих исследованиях изучено взаимоотношение злаковых культур с бобовыми при возделывании в одновидовых и смешанных посевах на зерно в разных условиях произрастания.

Цель исследований – разработать принципы конструирования высокопродуктивных смешанных посевов с участием бобового компонента при уборке на зерно в зависимости от зон произрастания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в лесостепной и степной зонах Западной Сибири и лесостепной зоне Восточной Сибири в 2013–2015 гг. В 2021 г. результаты проанализированы через показатель «отношение земельных эквивалентов» (LER) и «коэффициент агрессивности» (CA) [14]. Эти показатели рассчитываются по формулам:

$$LER = (Y_{AB} / Y_{AA}) + (Y_{BA} / Y_{BB}), \quad (1)$$

где LER – отношение земельных эквивалентов, Y_{AB} – урожайность культуры A в смешанном посеве с культурой B , т/га; Y_{BA} – урожайность культуры B в смешанном посеве с культурой A , т/га; Y_{AA} и Y_{BB} – урожайность соответственно культур A и B в чистом посеве, т/га.

$$CA_{AB} = Y_{AB} : (Y_{AA} \cdot Z_{AB}) - Y_{BA} : (Y_{BB} \cdot Z_{BA}), \quad (2)$$

где CA – коэффициент агрессивности культуры A в смешанном посеве с культурой B ; Y_{AB} – урожайность на единицу площади культуры A в смешанном посеве с культурой B ; Y_{AA} – урожайность на единицу площади культуры A в чистом посеве; Z_{AB} и Z_{BA} – часть смешанного посева, определенная первоначально под культуры A и B (в %).

Лесостепная зона Западной Сибири (I зона) расположена в северной лесостепи Приобья. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесиловый среднесуглинистый, содержание гумуса в слое 0–20 см около 6%. Гидротермический коэффициент по Селянинову составляет 1,0–1,2.

Степная зона Северной Кулунды (II зона) – Северо-Кулундинский отдел Сибирского научно-исследовательского института кормов (СибНИИ кормов) Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук. Почва опытного участка – чернозем южный солонцеватый маломощный легкосуглинистый. Климат зоны резко континентальный, с жарким летом и холодной зимой. Гидротермический коэффициент для зоны менее 0,5.

Лесостепная зона Восточной Сибири (III зона) – Восточно-Сибирский отдел СибНИИ кормов. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном горизонте 7,7–7,8%. Гидротермический коэффициент за май – август составляет 1,5, что соответствует показателям хорошего увлажнения.

Вегетационный период 2013 г. в среднем по зонам характеризовался избыточным увлажнением и недостатком тепла. Вегетационный период 2014 г. был неблагоприятным по показателям тепло- и влагообеспеченности для зернофуражных и зернобобовых культур. Агрометеорологические условия вегетационного периода 2015 г. в степной зоне Западной Сибири отличались отсутствием осадков с конца мая до середины июля.

В опыте использовали следующие соотношения компонентов в смесях: ячмень (75%) + горох (пелюшка) (35%), овёс (75%) + горох (пелюшка) (35%), пшеница (70%) + горох (пелюшка) (40%), ячмень (30%) + горох (пелюшка) (50%) + овёс (30%), ячмень (30%) + горох (пелюшка) (50%) + пшеница (30%), овёс (30%) + горох (пелюшка) (50%) + пшеница (30%), ячмень (20%) + овёс (20%) + пшеница (20%) + горох (пелюшка) (50%).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для решения практической задачи исследования определены производственные преимущества смешанных посевов по зонам. Для овса, в отличие от ячменя и пшеницы, благоприятными отмечены условия во всех зонах (выход зернофуража от 10,4 до 37,0 ц/га в зависимости от условий ве-

гетационного периода). Для ячменя более благоприятно складывались условия в лесостепной зоне Западной и Восточной Сибири, урожайность составила 29,4 и 42,1 ц/га соответственно (см. табл. 1). Горох (пелюшка) в одновидовых посевах сформировал урожайность практически в 2 раза меньше, чем у злаковых, бобовые сильно полегли и поражались болезнями. По сравнению с одновидовыми посевами, смеси не уступали, а в некоторых случаях превосходили одновидовые посевы гороха (пелюшки) по сбору зерна. Они отмечены более пластичными к метеорологическим условиям.

Во всех зонах проведения исследований двухкомпонентная смесь овес + горох обеспечила стабильную и высокую урожайность 10,6–48,5 ц/га. Эти показатели на 10–13% выше, чем данные одновидовых посевов злаковых культур, и в 1,5–2 раза – одновидовых посевов гороха. Традиционные ячменно-гороховые смеси в среднем обеспечили повышение урожайности зерна по сравнению с одновидовыми посевами гороха на 1,8–14,9 ц/га. Введение в двойную смесь третьего компонента (особенно пшеницы в смеси с овсом и горохом) снизило урожайность на 18–26%, что свидетельству-

ет о низкой конкурентоспособности данной культуры и ее угнетению овсом и горохом.

Один из важных показателей при возделывании смесей – доля бобового компонента в урожае зерна. Она изменялась в среднем от 3 до 32% и зависела от зоны возделывания. Минимальное содержание гороха в смеси (3–8%) получено в степной зоне Северной Кулунды, максимальное (24–32%) – в лесостепной зоне Западной Сибири.

Смеси формировали более стабильную по годам урожайность, компенсируя недовостачу урожая одного компонента за счет другого. За 3 года исследований коэффициент вариации урожайности зерна злаковых культур составил 44%, в то время как овса – 52%, пшеницы – 62, гороха – 31%. Следовательно, суммарная урожайность смешанных посевов менее подвержена влиянию метеорологических условий отдельных лет, чем культур в одновидовых посевах.

Для решения задачи оценки биологической эффективности смешанных посевов использованы следующие показатели: LER и CA [14]. С помощью значения LER произведен расчет размера площади земли, необходимой для получения в одновидовых посевах того же количества продукции каждо-

Табл. 1. Урожайность зерна зернофуражных культур в одновидовых и смешанных посевах в разных зонах возделывания, ц/га (среднее за 2013–2015 гг.)

Table 1. Grain yield of fodder crops in single-species and mixed crops in different zones of cultivation, centner/ha (average for 2013-2015)

Вариант	Зона возделывания								
	I			II			III		
	Смесь	Злаковые	Бобовые	Смесь	Злаковые	Бобовые	Смесь	Злаковые	Бобовые
Пшеница	29,2	29,2	–	7,4	7,4	–	27,9	27,9	–
Овес	30,8	30,8	–	10,4	10,4	–	37,0	37,0	–
Ячмень	29,4	29,4	–	7,7	7,7	–	42,1	42,1	–
Горох	14,0	–	14,0	8,7	–	8,7	24,3	–	–
Ячмень + горох	28,9	23,7	5,2	9,5	8,4	1,1	39,3	31,0	8,25
Овес + горох	26,5	22,2	4,2	10,6	9,7	0,9	48,5	37,8	10,6
Пшеница + горох	22,6	15,4	7,2	9,9	8,9	0,1	32,5	25,0	7,5
Ячмень + горох + овес	27,0	19,7	7,3	9,3	8,5	0,83	42,9	35,0	7,9
Ячмень + горох + пшеница	26,2	19,1	7,1	8,9	7,9	0,1	38,9	33,8	5,1
Овес + горох + пшеница	25,6	19,7	5,9	9,5	8,7	0,8	36,2	26,0	10,2
Ячмень + горох + овес + пшеница	26,0	19,7	6,2	9,1	8,2	0,9	42,0	32,7	9,3

го из компонентов, которое сформировалось на единице площади смешанного посева. Чем выше значение LER, тем выше эффективность использования земли при выращивании смеси, если $LER = 1$, то смешанное возделывание культур неэффективно для получения продукции [15].

Анализ экспериментальных данных показал, что биологическая эффективность смешанных посевов зависит от метеорологических условий вегетационного периода, зоны возделывания, соотношения компонентов в смеси и агрессивности культуры. За 3 года исследований в лесостепной зоне Западной Сибири показатель LER у всех смесей зарегистрирован выше 1, что свидетельствует об эффективности возделывания смесей в данной зоне. Самыми эффективными в этой зоне отмечены бинарные смеси ячменя с горохом (LER 1,17 ед.) и трехкомпонентные смеси, в состав которых входил ячмень с пшеницей (LER 1,16–1,17 ед.) (см. табл. 2). В трехкомпонентных смесях, включающих овес и пшеницу, LER уменьшился до 1,07.

Возделывание смесей с пшеницей в степной зоне также менее эффективно. В степной зоне Северной Кулунды наиболее продуктивны бинарные смеси ячменя с пелюшкой (LER 1,21 ед.) и пшеницы с пелюшкой (LER 1,3 ед.). В трехкомпонентных смесях в сухих условиях степной зоны складываются

неблагоприятные условия для бобового компонента, доля его в урожае зерна незначительна.

Для лесостепной зоны Восточной Сибири характерно достаточное увлажнение ($ГТК = 1,5$), что способствует получению хороших урожаев зерна. В данной зоне наиболее результативно возделывать двухкомпонентную смесь овса с горохом (LER 1,45 ед.) с высоким вкладом бобового компонента в эффективность смеси (LER 0,43 ед.). Высокое значение коэффициента показывает, что для получения такого же количества зерна в одновидовых посевах потребуется в 1,45 раза больше площади земли, т.е. относительная продуктивность двухкомпонентной смеси выше на 45%. Однозначно можно утверждать, что полученное значение «отношений земельных эквивалентов» показывает преимущество смешанных посевов.

Коэффициент агрессивности представляет конкуренцию культур в смешанном посеве, которую определяют, соотнося изменение урожайности обоих компонентов смеси к ожидаемым показателям. Этот коэффициент рассчитывается по формуле (2).

Для культуры B знак коэффициента будет противоположным культуре A . Значение коэффициента, равное нулю, означает, что оба компонента смеси имеют одинаковую конкурентную способность и находятся в

Табл. 2. Биологическая эффективность смешанных злаково-бобовых агроценозов в различных зонах возделывания

Table 2. Biological efficiency of mixed cereal and legume agrocenosis in different cultivation zones

Вариант	Зона возделывания								
	I			II			III		
	LER			LER			LER		
	злако- вых	гороха	смеси	злако- вых	гороха	смеси	злако- вых	гороха	смеси
Ячмень + горох	0,8	0,37	1,17	1,09	0,12	1,21	0,73	0,33	1,06
Овес + горох	0,72	0,3	1,02	0,93	0,11	1,04	1,02	0,43	1,45
Пшеница + горох	0,52	0,51	1,03	1,2	0,1	1,3	0,89	0,3	1,09
Ячмень + горох + овес	0,64	0,52	1,16	0,89	0,1	0,99	0,89	0,32	1,21
Ячмень + горох + пшеница	0,65	0,51	1,17	0,89	0,1	0,99	0,96	0,22	1,18
Овес + горох + пшеница	0,65	0,42	1,07	0,98	0,1	1,08	0,81	0,47	1,28
Ячмень + горох + овес + пшеница	0,65	0,46	1,11	0,93	0,1	1,03	1,02	0,38	1,4

одинаковых условиях. При других обстоятельствах культуры будут иметь одинаковое числовое значение СА. Однако более агрессивный компонент смеси будет иметь знак положительный, менее конкурентоспособный – отрицательный.

В лесостепной зоне Западной Сибири в смешанных посевах злаковых культур с горохом за годы исследований СА компонентов изменялся от плюс 0,01 до плюс 0,53 (см. рис. 1).

В смесях ячменя с горохом СА приближался к нулю. Это свидетельствует о том, что культуры имели одинаковую конкурентную способность и находились в оптимальных условиях произрастания. В наиболее благоприятных условиях для бобовых культур (в смеси с пшеницей) СА гороха возрастал до плюс 0,53, горох выступал в роли доминанта и обеспечивал больший вклад в общую продуктивность данного агроценоза. В смесях с ячменем (при уборке на зерно) СА злаков составил плюс 0,12–0,24, определив большое значение этого компонента в общей продуктивности смеси.

В степной зоне Северной Кулунды при низких запасах влаги в почве в период развития всходов бобовых культур создавались неблагоприятные условия для развития растений, снижалась их конкурентоспособность. Значение СА бобового компонента в этих условиях падало до минус 1,58 и максимально уменьшилась его доля в агроценозе (см. рис. 2).

Злаковый компонент в этих условиях проявлял максимальную агрессивность, СА увеличивался до плюс 1,58. В течение вегетационного периода развитие растения злакового компонента смеси оказывали сильное подавляющее воздействие на бобовый компонент смеси. Коэффициент агрессивности бобового компонента в условиях степной зоны не превышал значение –0,95.

Для условий лесостепной зоны Восточной Сибири характерно незначительное угнетение бобовой культуры злаковым компонентом (см. рис. 3).

В смесях ячменя и овса с горохом в данной зоне СА приближается к нулевой отметке, что свидетельствует о благоприятных условиях произрастания культур в бинарных

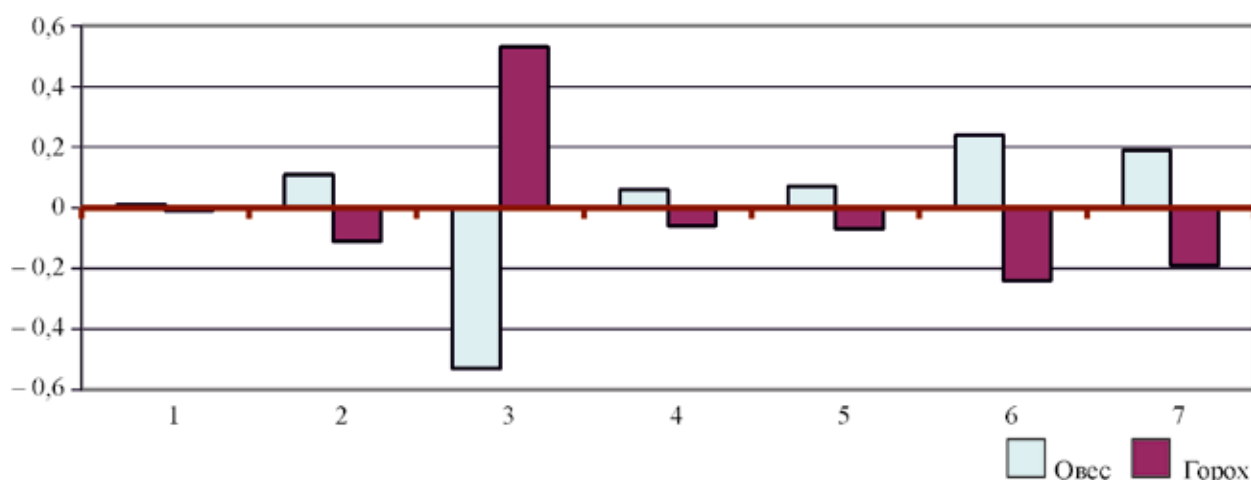


Рис. 1. Коэффициент агрессивности культур смешанных посевов в условиях лесостепной зоны Западной Сибири

Здесь и на рис. 2, 3 варианты посевов: 1. ячмень + горох, 2. овес + горох, 3. пшеница + горох, 4. ячмень + горох + овес, 5. ячмень + горох + пшеница, 6. овес + горох + пшеница, 7. ячмень + горох + овес + пшеница

Fig. 1. Coefficient of aggressiveness of mixed crops cultivated in the forest-steppe zone of Western Siberia

Here and in Fig. 2, 3 sowing options: 1. barley + peas, 2. oats + peas, 3. wheat + peas, 4. barley + peas + oats, 5. barley + peas + wheat, 6. oats + peas + wheat, 7. barley + peas + oats + wheat

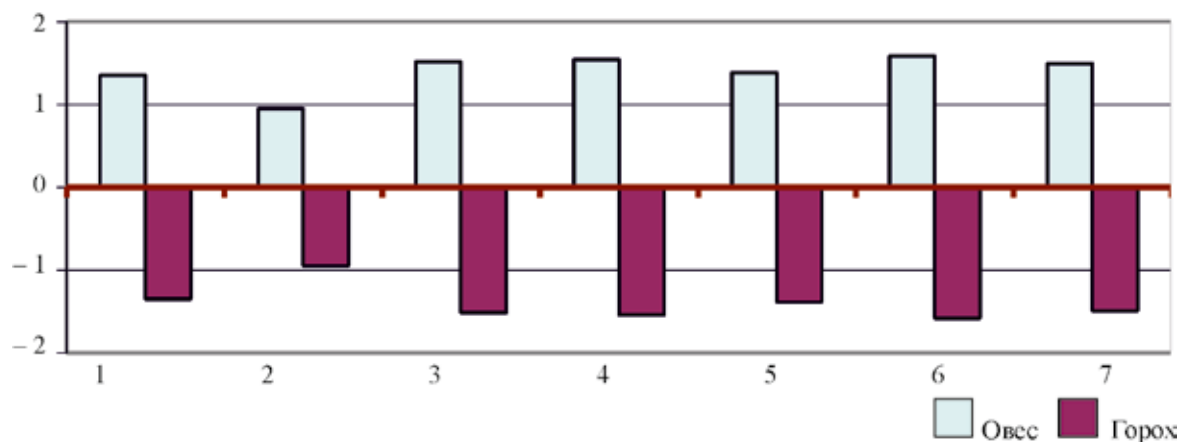


Рис. 2. Коэффициент агрессивности культур смешанных посевов в условиях степной зоны Северной Кулунды

Fig. 2. Coefficient of aggressiveness of mixed crops cultivated in the conditions of the Northern Kulunda steppe zone

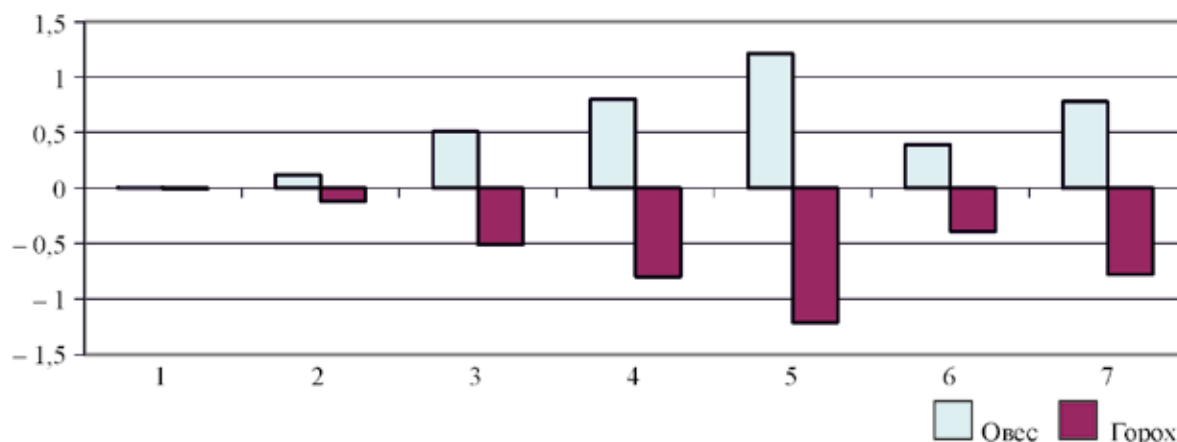


Рис. 3. Коэффициент агрессивности культур смешанных посевов в условиях лесостепной зоны Восточной Сибири

Fig. 3. Coefficient of aggressiveness of mixed crops cultivated in the forest-steppe zone of Eastern Siberia

посевах. Введение второго и третьего злакового компонента в смесь снижает СА гороха до минус 1,21, что свидетельствует о более высокой конкурентоспособности злаков в сложной смеси, о чем свидетельствует высокая доля злаков в урожае смеси.

ВЫВОДЫ

1. В лесостепной зоне Западной Сибири при возделывании на зернофураж преимущество имеют двухкомпонентные смеси с нормой высева 60–75% злакового (ячмень или овес) и 35–50% бобового компонентов (горох). Урожайность составляет 23–29 ц зерна/га с содержанием переваримого протеина

106–110 г/к. ед. и показателем «отношение земельных эквивалентов» 1,17 ед.

2. В условиях степной зоны Западной Сибири наиболее эффективны двухкомпонентные смеси ячменя и пшеницы с пелюшкой (60% злакового и 50% бобового компонента). Урожайность данных ценозов отмечена на уровне контроля, питательность выше на 6–10%. Показатель «отношение земельных эквивалентов» для зоны – 1,21–1,3 ед.

3. В лесостепной зоне Восточной Сибири наибольшую урожайность зерна обеспечили смеси овса с горохом (4,85 ц/га) и овес 30% + горох 50% + ячмень 30% (42,9 ц/га) со значением «отношения земельных эквивалентов» до 1,45 ед.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белюченко И.С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта: монография. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. 262 с.
2. Лапшин Ю.А. Смешанные агроценозы как резерв увеличения производства фуражного зерна и более рационального использования земельных площадей // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 3 (58). С. 36–42.
3. Золотарёв В.Н. Агробιολογические основы возделывания вики посевной (*Vicia sativa* L.) на семена в гетерогенных агроценозах в условиях Центрального Нечерноземья России // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 2. С. 194–203.
4. Кашеваров Н.И., Садохина Т.А., Бакишев Д.Ю., Данилова В.В., Мудрова В.Е., Бекенева Л.В., Ерошенко Л.А. Урожайность и качество зернофуража из одновидовых и смешанных посевов в условиях Сибири и Северного Казахстана // Кормопроизводство. 2017. № 1. С. 22–26.
5. Erol A., Kaplan M., Kizilsimsek M. Oats (*Avena sativa*) – common vetch (*Vicia sativa*) mixtures grown on a low-input basis for a sustainable agriculture // Tropical Grasslands. 2009. N 43 (3). P. 191–196.
6. Velazquez-Beltran L.G., Felipe-Perez Y.E., Arriaga-Jordan C.M. Common vetch (*Vicia sativa* L.) for improving the nutrition of working equids in campesino systems on hill slopes in central Mexico // Tropical Animal Health and Production. 2002. N 34 (2). P. 169–179.
7. Tuna C., Orak A. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.) oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures // Journal of Agricultural and Biological Science, 2007. Vol. 2(2). P. 14–19.
8. Bingol N.T., Karsli M.A., Yilmaz I.H., Bolat D. The effects of planting time and combination on the nutrient composition and digestible dry matter yield of four mixtures of vetch varieties intercropped with barley // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 2007. Vol. 31(5). P. 297–302.
9. Lithourgidis A.S., Vasilakoglou I.B., Dhimma K.V., Dordas C.A., Yiakoulaki M.D. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios // Field Crops Research. 2006. Vol. 99(2). P. 106–113. DOI: 10.1016/j.fcr.2006.03.008.
10. Ibrahim Atis, Kagan Kokten, Rustu Hatipoglu, Saban Yilmaz, Mehmet Atak, Ersin Can. Plant density and mixture ratio effects on the competition between common vetch and wheat // Australian Journal of Crop Science. 2012. Vol. 6 (3). P. 498–505.
11. Esmaeil A., Sadeghpourb S.M.B., Hosseini E., Jahanzad M.R., Chaichia M. Hashemi M. Evaluation of seed yield and competition indices for intercropped barley (*Hordeum vulgare*) and annual medic (*Medicago sativa*) // International Journal of Plant Production. 2012. Vol. 5(4). P. 395–404.
12. Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д., Фадеев Е.А., Амбросимова А.Н. Конкурентная способность компонентов смешанного агроценоза гороха с овсом // Зерновые и крупяные культуры. 2017. № 2 (22). С. 67–73.
13. Мицихина О.С., Михайлова Л.А. Биологическая эффективность смешанного посева яровой пшеницы и посевного гороха при уборке на зерно в зависимости от доз азота // Пермский аграрный вестник. 2017. № 3 (19). С. 96–101.
14. Kikvidze Z., Armas C. The effect of initial biomass in manipulative experiments on plants // Functional Ecology. 2006. N 20. P. 1–3.
15. Willey R.W., Rao M.A. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops // Experimental Agriculture. 1980. Vol. 16, N 2. P. 117–125.

REFERENCES

1. Belyuchenko I.S. *Combined crops in the crop rotation of the agricultural landscape*. Krasnodar, Kubanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2016. 262 p. (In Russian).
2. Lapshin Yu.A. Mixed agrophytocenose as a reserve of increase of production of fodder grain and more rational use of the land area. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2017, no. 3 (58), pp. 36–42. (In Russian).
3. Zolotarev V.N. Agrobiological bases of vetch (*Vicia sativa* L.) cultivation for seeds in the Central Russia using heterogeneous agro-cenoses. *Kormoproizvodstvo = Fodder production*. 2016, vol. 51, no. 2, pp. 194–203. (In Russian).
4. Kashevarov N.I., Sadokhina T.A., Bakshae D. Yu., Danilova V.V., Mudrova V.E., Bekeneva L.V., Eroshenko L.A. Grain fodder

- productivity and quality of monoculture and crop mixtures in Siberia and Northern Kazakhstan. *Kormoproizvodstvo = Fodder production*, 2017, no. 1, pp. 22–26. (In Russian).
5. Erol A., Kaplan M., Kizilsimsek M. Oats (*Avena sativa*) – common vetch (*Vicia sativa*) mixtures grown on a low-input basis for a sustainable agriculture. *Tropical Grasslands*, 2009, no. 43 (3), pp. 191–196.
 6. Velazquez-Beltran L.G., Felipe-Perez Y.E., Arriaga-Jordan C.M. Common vetch (*Vicia sativa* L.) for improving the nutrition of working equids in campesino systems on hill slopes in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 2002, no. 34 (2), pp. 169–179.
 7. Tuna C., Orak A. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.) oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 2007, vol. 2 (2), pp. 14–19.
 8. Bingol N.T., Karsli M.A., Yilmaz I.H., Bolat D. The effects of planting time and combination on the nutrient composition and digestible dry matter yield of four mixtures of vetch varieties intercropped with barley. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 2007, vol. 31(5), pp. 297–302.
 9. Lithourgidis A.S., Vasilakoglou I.B., Dhima K.V., Dordas C.A., Yiakoulaki M.D. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 2006, vol. 99 (2), pp. 106–113. DOI: 10.1016/j.fcr.2006.03.008).
 10. Ibrahim Atis, Kagan Kokten, Rustu Hatipoglu, Saban Yilmaz, Mehmet Atak, Ersin Can. Plant density and mixture ratio effects on the competition between common vetch and wheat. *Australian Journal of Crop Science*, 2012, vol. 6 (3), pp. 498–505.
 11. Esmaeil A., Sadeghpour S.M.B., Hosseini E., Jahanzad M.R., Chaichia M. Hashemi M. Evaluation of seed yield and competition indices for intercropped barley (*Hordeum vulgare*) and annual medic (*Medicago sativa*). *International Journal of Plant Production*, 2012, vol. 5 (4), pp. 395–404.
 12. Fadeeva A.N., Shurkhaeva K.D., Fadeev E.A., Ambrosimova A.N. Competitive ability of components of mixed agrocenous pea with oats. *Zernovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*, 2017, no. 2 (22), pp. 67–73. (In Russian).
 13. Mishchikhina O.S., Mikhailova L.A. Biological efficiency of mixed sowing of spring wheat and pea at harvesting for grain, depending on azote doses. *Permskii agrarnyi vestnik = Perm Agrarian Journal*, 2017, no. 3 (19), pp. 96–101. (In Russian).
 14. Kikvidze Z., Armas C. The effect of initial biomass in manipulative experiments on plants. *Functional Ecology*, 2006, no. 20, pp. 1–3.
 15. Willey R.W., Rao M.A. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture*, 1980, vol. 16, no. 2, pp. 117–125.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кашеваров Н.И., академик РАН, руководитель
Садокхина Т.А., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

✉ **Бакшаев Д.Ю.**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией;
адрес для переписки: Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: bakshaevd@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Nikolai I. Kashevarov, RAS Member, Head
Tatyana A. Sadokhina, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

✉ **Dmitrii Yu. Bakshaev**, Candidate of Science in Agriculture, Head of Laboratory; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: bakshaevd@mail.ru

Дата поступления статьи 21.12.2020
Received by the editors 21.12.2020