

А.З. Глухов, И.Т. Юрченко, Т.П. Кохан

## ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ВИДОВ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ В ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СЕЯНЫХ СООБЩЕСТВАХ

кормовые агрофитоценозы, взаимоотношения видов, конкуренция, дифференциация экологических ниш

Одним из важнейших направлений повышения продуктивности антропогенно нарушенных низкопродуктивных кормовых угодий на юго-востоке Украины является создание многолетних поликомпонентных кормовых агрофитоценозов на основе учета фитоценологических особенностей видов (роль видов в сообществе, их взаимовлияние), а также соответствия компонентов экологическим условиям улучшаемых участков [1, 2, 3, 4, 5].

Большой практический опыт по созданию устойчивых многокомпонентных кормовых агрофитоценозов длительного использования накоплен в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС) [12].

Теоретическим подходом при создании многокомпонентных агрофитоценозов было изучение взаимодействия растений со средой, а также друг с другом в пределах популяций и между популяциями. Анализ видового состава, а также продуктивности по видам многолетних кормовых агрофитоценозов позволил подтвердить положение, что компоненты должны соответствовать не только экологическому, но и фитоценологическому оптимуму [3, 6]. Поэтому дальнейшие исследования, начатые с 1996 года, были направлены на изучение особенностей взаимоотношения растений.

Задачей наших исследований, изложенных в статье, является изучение взаимоотношений растений в монокультуре и в смешанных сообществах: конкурентноспособности видов, дифференциации видов по экологическим нишам, а также выявление оптимальных пар для совместного произрастания в многовидовых кормовых агрофитоценозах.

Объектами исследования были интродуцированные виды и районированные сорта кормовых растений: райграсс высокий (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), овсяница Регеля (*Festuca regeliana* Pavl), житняк гребенчатый (*Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv.), тимopheевка степная (*Phleum phleoides* (L.) Karst.), люцерна посевная 'Веселоподольская 11' (*Medicago sativa* L. 'Veselopodolyanskaya 11'), клевер луговой 'Скиф 1' (*Trifolium pratense* L. 'Skif 1'), эспарцет виколистный 'Песчаный 1251' (*Onobrychis viciifolia* Scop. 'Peschany 1251'), а также следующие двухкомпонентные сообщества: злак и злак (ежа сборная + овсяница Регеля, ежа сборная + райграсс высокий, ежа сборная + житняк гребенчатый, райграсс высокий + тимopheевка степная, райграсс высокий + житняк гребенчатый, райграсс высокий + овсяница Регеля, житняк гребенчатый + тимopheевка степная, житняк гребенчатый + овсяница Регеля, овсяница Регеля + тимopheевка степная), злак и бобовый компонент (ежа сборная + клевер луговой, ежа сборная + люцерна посевная, райграсс высокий + эспарцет виколистный, райграсс высокий + клевер луговой, житняк гребенчатый + эспарцет виколистный, овсяница Регеля + люцерна посевная, тимopheевка степная + люцерна посевная, тимopheевка степная + клевер луговой) [5].

Исследования проводятся в полевом опыте на территории Донецкого ботанического сада. Опыт заложен 30 сентября путем высадки рассады, выращенной в специальных емкостях.

Размещение растений на опытных делянках стохастически-детерминированное (по Б.М.Миркину) [6]. В монокультурах и двухвидовых сообществах такое размещение растений достигается высадкой растений в вершинах квадратов. Площадь экспериментальных делянок 1 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Опыт проводился в естественных условиях без полива и внесения удобрений. Из агротехнических приемов применяли только прополку межделяночных дорожек.

Изучение взаимоотношений видов при совместном произрастании проведено на основе следующих параметров: высота растений, средняя масса воздушно-сухого вещества одного растения, количество генеративных побегов на одном растении, согласно геоботанических методик [9, 10, 11]. Используя показатель средней массы воздушно-сухого вещества растения, определяли индекс преимущества Макгилчриста, позволяющий установить уровень конкурентных взаимоотношений видов в двухвидовых сообществах ( $\gamma_{ij} = 1/2 [(a_{ij} - a_{ii}) + (a_{ji} - a_{jj})]$ , где  $a_{ii}$  — урожайность вида в чистом посеве,  $a_{ij}$  — урожайность вида  $i$ , растущего совместно с видом  $j$ ), а также степень перекрытия экологических ниш ( $RYT = Y_{i(j)} / Y_{ii} + Y_{j(i)} / Y_{jj}$ , где  $Y_{ii}$  — урожайность вида в чистом посеве,  $Y_{i(j)}$  — урожайность вида  $i$ , растущего совместно с видом  $j$ ) [3, 6]. Полученные результаты исследований обработаны статистически в программе "Londis".

Исследование изменения основных эколого-ценотических параметров 8 видов кормовых растений в монокультуре и в двухвидовых посевах, позволило сделать вывод, что самым интегральным показателем среди них является урожай воздушно сухой массы, который тесно связан как с высотой особи, так и с количеством генеративных побегов в расчете на одно растение (табл. 1.).

Так, для ежи сборной соседство овсяницы Регеля, райграса высокого и житняка гребенчатого отрицательно влияет на урожай надземной массы, рост особей в высоту и количество генеративных побегов. Совместное произрастание ежи сборной с клевером луговым положительно влияет на ее высоту и урожай надземной массы, но отрицательно влияет на формирование генеративных побегов. С люцерной посевной растения ежи сборной сохраняют урожай фитомассы, но отрицательно влияют на формирование генеративных побегов и рост ежи в высоту.

На показатели урожая надземной массы и высоты растений райграса высокого положительно влияли такие злаковые компоненты как житняк гребенчатый и ежа сборная. Овсяница Регеля положительно влияет на урожай надземной массы райграса высокого, но ее соседство снижает высоту растений райграса высокого. Тимофеевка степная отрицательно влияет на показатели урожая надземной массы и образование генеративных побегов райграса высокого.

Отрицательно влияли на формирование урожая надземной массы житняка гребенчатого тимфеевка степная, овсяница Регеля и райграс высокий. Высота растений житняка гребенчатого была выше с тимфеевкой степной и овсяницей Регеля. Наличие генеративных побегов у житняка гребенчатого выше в сообществах, чем в монокультуре.

Все отмеченные количественные параметры роста овсяницы Регеля как со злаками, так и с бобовыми компонентами значительно выше, чем в монокультуре.

На показатели высоты растений, надземной массы и образования генеративных побегов тимфеевки степной отрицательно влияют все злаковые компоненты, с которыми она испытывалась, а положительное влияние оказывали бобовые компоненты.

Люцерна посевная испытывает положительное воздействие овсяницы Регеля и тимфеевки степной на формирование урожая надземной массы и высоту. Наличие генеративных побегов у люцерны посевной не изменяется в сообществе с тимфеевкой степной и значительно ниже с овсяницей Регеля.

Таблица 1. Некоторые количественные показатели роста растений в монокультуре и двухвидовых сообществах

Вид №	Высота растений, см		Масса одного растения, г		Количество генеративных побегов, шт./особь		Вид-партнер
	в монокультуре	в сообществе	в монокультуре	в сообществе	в монокультуре	в сообществе	
<i>Dactylis glomerata</i>	117,64 ± 3,90	113,80 ± 4,09	8,88 ± 1,75	6,58 ± 1,04	4,73 ± 0,89	0,17 ± 0,09	О Р
		109,78 ± 4,22		4,83 ± 0,89		1,18 ± 0,23	Р В
		108,60 ± 3,01		6,79 ± 0,92		1,14 ± 0,39	Ж Г
		124,40 ± 2,02		19,10 ± 2,02		1,13 ± 0,35	К Л
		112,20 ± 2,37		8,45 ± 1,25		0,35 ± 0,44	Л П
<i>Arrhenatherum elatius</i>	130,50 ± 3,49	135,40 ± 3,16	5,55 ± 0,54	6,59 ± 0,61	4,61 ± 0,55	8,65 ± 1,89	Э В
		140,40 ± 3,16		6,91 ± 0,69		3,73 ± 0,63	Ж Г
		130,69 ± 3,54		9,74 ± 1,43		9,84 ± 1,76	К Л
		121,36 ± 2,64		9,22 ± 1,28		4,53 ± 0,81	О Р
		130,20 ± 2,24		3,77 ± 0,52		1,27 ± 0,31	Т С
	140,40 ± 3,29		5,95 ± 1,25		4,09 ± 1,16	Е С	
<i>Onobrychis viciifolia</i> * 'Peschany 1251'	-	87,00 ± 1,87	-	21,12 ± 5,06	9,60 ± 1,75	11,00 ± 1,35	Ж Г
		99,00 ± 3,20		26,31 ± 6,29		15,00 ± 1,17	Р В
<i>Medicago sativa</i> 'Veselopodolyanskaya II'	43,00 ± 3,82	67,50 ± 4,50	10,11 ± 1,71	16,51 ± 2,84	9,11 ± 1,23	2,00 ± 1,80	О Р
		68,00 ± 4,98		15,54 ± 4,84		9,00 ± 3,05	Т С
		-		1,46 ± 0,46		3,50 ± 1,78	Е С

Окончание табл. 1

Вид №	Высота растений, см		Масса одного растения, г		Количество генеративных побегов, шт./особь		Вид-партнер
	в монокультуре	в сообществе	в монокультуре	в сообществе	в монокультуре	в сообществе	
<i>Trifolium pratense</i> 'Skif 1'	71,70 ± 2,84	34,50 ± 3,35 77,33 ± 2,31	8,05 ± 1,90	3,10 ± 1,61 1,48 ± 0,60	4,64 ± 1,10	1,50 ± 1,57 0,50 ± 1,97	Р В Т с
<i>Agropyron pectinatum</i>	86,18 ± 2,25	97,80 ± 3,94 87,25 ± 3,66 80,60 ± 3,07 - 64,91 ± 1,25	9,98 ± 5,48	10,38 ± 2,60 4,40 ± 2,34 5,84 ± 0,71 14,30 ± 4,40 5,93 ± 4,40	1,62 ± 0,80	4,74 ± 2,40 2,05 ± 0,54 1,50 ± 0,60	Т с О Р Р В Э В Е с
<i>Festuca regaliana</i>	128,36 ± 7,79	136,40 ± 3,80 151,40 ± 1,91 149,45 ± 2,76 143,09 ± 4,20 129,64 ± 3,53	6,79 ± 0,89	13,81 ± 2,56 11,38 ± 2,60 10,49 ± 1,02 16,51 ± 2,84 15,43 ± 3,45	2,67 ± 0,48	4,89 ± 0,91 6,00 ± 0,68 5,02 ± 0,60 8,00 ± 1,79 4,44 ± 0,71	Р В Т с Е с Л п Ж Г
<i>Phleum phleoides</i>	94,93 ± 2,32	85,45 ± 2,83 84,20 ± 2,24 102,50 ± 2,08 74,73 ± 2,88 109,57 ± 3,19	9,14 ± 0,75	7,14 ± 0,83 3,67 ± 0,56 10,83 ± 1,44 2,48 ± 0,29 12,65 ± 1,34	5,53 ± 0,51	4,33 ± 0,61 2,08 ± 0,30 7,35 ± 0,96 1,00 ± 0,16 7,94 ± 0,93	Ж Г О Р Л п Р В К л

Примечание\*: О Р - *Festuca regaliana*; Р В - *Arrhenatherum elatius*; Ж Г - *Agropyron pectinatum*; К л - *Trifolium pratense*; Л п - *Medicago sativa*; Э В - *Onobrychis viciifolia*; Е с - *Dactylis glomerata*; Т с - *Phleum phleoides*.

На формирование урожая надземной массы и образование генеративных побегов клевера лугового сильно влияет партнерство райграса высокого и тимофеевки степной. Высота растений клевера лугового выше, чем в монокультуре, с тимофеевкой степной и значительно ниже с райграсом высоким.

Исследуя взаимное влияние отдельных видов в двухкомпонентных сообществах, используя наиболее интегрированный параметр – урожай надземной массы растений, по индексу преимущества, удалось установить разницу во взаимной реакции партнеров (табл. 2.). Так, если в роли основного вида условно взят райграс высокий, а в роли подчиненного – житняк гребенчатый, то показатель преимущества равняется +7,7, то есть райграс высокий в сообществе с житняком гребенчатым имеет более высокий индекс преимущества, который отражает процветание вида в сообществе, по сравнению с монокультурой. Когда же основная роль отводится житняку гребенчатому, а подчиненным видом рассматривается райграс высокий, показатель преимущества имеет знак минус, что показывает на положительное влияние житняка гребенчатого на райграс высокий, а райграса высокого на житняк гребенчатый – отрицательное. Овсяница Регеля отрицательно влияет на райграс высокий (показатель преимущества +1,675). Райграс высокий положительно воздействует на овсяницу Регеля при совместном произрастании. Ежа сборная на шестом году жизни положительно влияет на райграс высокий (показатель преимущества райграса высокого +2,045), а райграс высокий отрицательно влияет на ежу сборную (-2,225).

В двухвидовых посевах райграса высокого с тимофеевкой степной оба партнера отрицательно влияют друг на друга, однако даже в этом случае один из видов находится в более выгодном положении, чем другой. В этой паре такое положение у райграса высокого (+2,44).

При совместном выращивании райграса высокого и клевера лугового, когда в роли основного вида условно взят райграс высокий, а подчиненного – клевер луговой, показатель преимущества имеет положительное значение и равняется +4,57. Если основная роль отводится клеверу луговому, показатель преимущества имеет знак минус, что указывает на то, что райграс высокий отрицательно влияет на клевер луговой при их совместном произрастании.

Овсяница Регеля отрицательно влияла на ежу сборную, но ежа сборная положительно влияет на развитие растений овсяницы Регеля, на это указывают более высокий, чем в монокультуре показатель преимущества у овсяницы в сообществе.

Житняк гребенчатый в травосмеси с ежой сборной, как подчиненный вид, проявляет положительное воздействие на ежу сборную. Показатель преимущества в данном случае составляет +7,58. Когда житняк гребенчатый рассматривается как основной действующий вид, а ежа сборная – подчиненный, показатель преимущества имеет знак минус.

Ежа сборная с люцерной посевной имеет индекс преимущества +4,11, а люцерна посевная с ежой сборной испытывает отрицательное влияние (-4,11).

Следовательно, использование индекса Макгиллчриста позволило определить конкурентную способность исследуемых видов в двухвидовых сообществах и показало, что для таких видов как овсяница Регеля и райграс высокий конкуренция в сообществах гораздо ниже, чем в монокультурах, а для ежи сборной, житняка гребенчатого и тимофеевки степной в сообществах с другими злаками конкуренция выше в сообществах, чем в их монокультурах, в то время как бобовые компоненты способствуют снижению конкуренции для злаков. Бобовые компоненты к шестому году жизни травостоя в монокультурах практически выпали (эспарцет виколистный)

Таблица 2. Особенности взаимодействия между растениями некоторых видов в двухкомпонентных травосмесях шестого года жизни

Вид		Показатель преимущества, индекс Макгилчриста	Степень перекрытия экологических ниш
основной	подчиненный		
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Agropyron pectinatum</i>	7,70	1,53
<i>Agropyron pectinatum</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	-7,70	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Festuca regeliana</i>	-1,67	3,69
<i>Festuca regeliana</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	1,67	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	2,23	1,61
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	-2,23	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Phleum phleoides</i>	2,44	0,97
<i>Phleum phleoides</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	-2,44	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Trifolium pratense</i>	4,57	2,13
<i>Trifolium pratense 'Skif 1'</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	- 4,57	
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Agropyron pectinatum</i>	7,58	1,44
<i>Agropyron pectinatum</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	- 7,58	
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Festuca regeliana</i>	- 3,00	1,54
<i>Festuca regeliana</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	3,00	
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Medicago sativa 'Veselopodolyanskya II'</i>	4,11	1,09
<i>Medicago sativa 'Veselopodolyanskya II'</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	- 4,11	
<i>Phleum phleoides</i>	<i>Agropyron pectinatum</i>	5,80	1,29
<i>Agropyron pectinatum</i>	<i>Phleum phleoides</i>	- 5,80	
<i>Phleum phleoides</i>	<i>Festuca regeliana</i>	- 5,03	2,07
<i>Festuca regeliana</i>	<i>Phleum phleoides</i>	5,03	

или наблюдалось резкое снижение их количества в монокультурах, это подтверждает вывод Р.А. Теркингтона о том, что конкуренция в одновидовых бобовых сообществах более жесткая чем в злаково-бобовых, где злаки смягчают конкуренцию между бобовыми [по 7]. Этот индекс дает возможность рассмотреть особенности конкурентных взаимоотношений, которые всегда в разной степени присутствуют между растениями, но на наш взгляд, он не является достаточным критерием в выявлении пар видов для совместного их включения в многовидовые кормовые агрофитоценозы. С этой целью был дополнительно использован показатель - степень перекрытия экологических ниш.

Из таблицы 2 видно, что показатели степени перекрытия экологических ниш для всех исследуемых пар видов, кроме пары тимофеевки степной с райграсом высоким, имеют значение больше единицы, т.е. экологические ниши изучаемых пар, несмотря на конкурентные взаимоотношения видов, не перекрываются и эти пары могут включаться в многовидовые кормовые агрофитоценозы длительного использования. Экологические ниши для пары тимофеевка степная и райграс высокий перекрываются, следовательно между ними существует конкуренция на уровне использования одинаковых ресурсов среды. Показатель степени перекрытия экологических ниш при этом равен 0,97. Так как это значение не на много меньше единицы, это дает возможность включать тимофеевку степную и райграс высокий в состав многокомпонентных агрофитоценозов в том случае, если их процентное отношение в смеси будет невысокое.

Таким образом, анализ взаимоотношений между исследуемыми видами многолетних кормовых растений позволяет сделать вывод о том, что эти виды имеют различную конкурентную способность, что связано с биоэкологическими и фитоценологическими особенностями каждого вида. Самым конкурентноспособными видами в нашем опыте оказались овсяница Регеля, райграс высокий и ежа сборная, менее конкурентноспособными видами были тимофеевка степная и житняк гребенчатый. На основе полученных данных семь изученных видов кормовых растений можно расположить в следующий ряд по нарастанию конкурентной способности: клевер луговой 'Скиф 1', люцерна посевная 'Веселоподолянская 11', житняк гребенчатый, тимофеевка степная, ежа сборная, райграс высокий и овсяница Регеля.

При составлении натуральных моделей кормовых агрофитоценозов необходимо учитывать не только межвидовые конкурентные взаимоотношения видов, но и способность растений этих видов дифференцироваться по отдельным экологическим нишам, что способствует снижению конкурентных взаимодействий, а также более эффективному использованию ресурсов среды. Это положение подтверждается вычисленным для исследуемых пар видов показателем степени перекрытия экологических ниш, который практически для всех созданных сообществ превышает единицу, показывая целесообразность их включения в многовидовые кормовые сообщества с длительным сроком использования.

1. Балашов Л.С., Кирильчук И.Г., Костильов О.В. та ін. Проблеми теоретичної фітоценології. Всесоюзна школа в Касалмі, Карелія (11-14 квітня 1989 р.) // Вісник АН УРСР. - 1990, № 4. - С. 92-94.
2. Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии: - Л.: Изд-во Наука, 1983. - 245 с.
3. Василевич В.И., Кириллова В.П. Экспериментальное изучение взаимоотношений *Trifolium pratense* L. (Fabaceae) со злаками // Ботан. журн. - 1993. - 70, № 9. - С. 34-43.
4. Дожман Г.И. Экспериментально-фитоценологические основы исследования злаково-бобовых сообществ: - М.: Наука, 1979. - 198 с.
5. Межвидовые и внутривидовые отношения в искусственных фитоценозах / Б.М. Якушев, И.Н. Рахтиенко, Б.С. Мартынович и др. / Науч. ред. Парфенов В.И. - Минск: Наука и техника, 1987. - 175 с.

6. *Международный Кодекс ботанической номенклатуры, принятый Двенадцатым Международным ботаническим конгрессом*, Ленинград, июль 1975 г. – Л.: Наука, 1980. – 284 с.
7. *Миркин Б.И., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г.* Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – Москва: Наука, 1989. – 385 с.
8. *Миркин Б.М.*: (Рец.) *Р.А. Теркингтон, П.Б. Каверс* и др. Взаимоотношения соседства в злаково-бобовых сообществах // *Бот. журн.* – 1982. – 67, № 3. – С. 392–394.
9. *Лавренко Е.М.* Методика геоботанического исследования степей // *Методика полевых геоботанических исследований* – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938. – С. 43–58.
10. *Работнов Т.А.* Экспериментальная фитоценология. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 160 с.
11. *Шенников А.П.* Методика геоботанического исследования лугов и луговых пастбищ // *Методика полевых геоботанических исследований*. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938. – С. 87–114.
12. *Юрченко И.Т., Шевчук О.М., Кохан Т.П.* Моделирование многокомпонентных кормовых фитоценозов // *Промышленная ботаника*. – 2000. – Вып. 1. – С. 38–44.

ДБС НАН Украины

Получено 18.01.2002 г.

УДК 631.5:633.2/4:581.526.55 (477.60)

Особенности взаимоотношений видов кормовых растений в двухкомпонентных сеяных сообществах / Глухов А.З., Юрченко И.Т., Кохан Т.П. // *Промышленная ботаника*. – 2002. – Вып. 2. – С. 168–175.

Выявлена конкурентная способность семи видов многолетних кормовых растений. Изученные виды расположены в ряд по увеличению конкурентной способности: *Trifolium pratense* L. 'Skif 1', *Medicago sativa* L. 'Veselopodolyanskaya II', *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv., *Phleum phleoides* (L.) Karst., *Dactylis glomerata* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl, *Festuca regeliana* Pavl. Для исследуемых видов дополнительно установлен показатель степени перекрытия экологических ниш, на основании которого определена целесообразность включения этих видов в кормовые агрофитоценозы.

Табл. 2. Библиогр. : 12.

UDC 631.5:633.2/4:581.526.55 (477.60)

Specificity of plants interrelations within the sown two-component fodder agrophytocenoses // Glukhov A.Z., Jurchenko I.T., Kokhan T.P. // *Industrial botany*. – 2002. – V. 2. – P. 168–175.

The competitive capacity of 7 perennial fodder plant species has been revealed. The species are arranged into the row of increasing competitive capacity: *Trifolium pratense* L. 'Skif 1', *Medicago sativa* L. 'Veselopodolyanskaja II', *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv., *Phleum phleoides* (L.) Karst., *Dactylis glomerata* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl, *Festuca regeliana* Pavl. The index of the degree of overlapping the ecological niches is determined for the species investigated, that enables to ascertain the expediency of the species employing for the fodder agrophytocenoses.

Tabl. 2 Bibliogr.: 12.