

УДК 633.039.6

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВСТОЕВ

В.А. ТЮЛЬДЮКОВ, А.Д. ПРУДНИКОВ, А.Г. ПРУДНИКОВА

(Кафедра луговодства)

Приводятся результаты опытов, выполненных в 1989—1995 гг. в Смоленской области, в которых изучали различные способы размещения компонентов многолетних травостоев в пространстве и соотношения видов в травосмесях. Установлено, что способ размещения компонентов оказывает заметное влияние на формирование агроценоза и его продуктивность. Соотношение видов влияет на ботанический состав травостоя в течение 2—3 лет жизни.

Характер взаимодействия популяций видов многолетних трав, включенных в состав агроценоза благодаря посеву, а также инвазионно за счет семян и зачатков, накопленных в почве, во многом зависит от технологии создания агроэкосистем, называемых многими исследователями конструированием посевов [1, 5, 15]. Среди элементов технологии, оказывающих существенное влияние на структуру популяций агроценоза, формирование экологических ниш, проявление стратегий жизни, динамику сукцессий и их направленность, уровень продуктивного долголетия, следует назвать способ размещения популяций в агроценозе и соотношение компонентов травосмеси. В качестве элементов конструирования чаще всего предлагаются способы пространственного размещения видов. Видовые и сортовые смеси подчиняются закону биоклиматической компенсации [18].

В качестве элементарной модели в конструктивной фитоценологии обычно рассматривается агропопуляция [5]. Любая популяция — одновременно генетическая и ценотическая система. Первая обеспечивает целостность популяции, вторая определяется условиями ее существования. С этой точки зрения эффективное конструирование и моделирование агроэкосистем возможно на основании фундаментальных свойств популяций: индивидуальности, стационарности, размера и плотности, гетерогенности состава при наличии структурно-функциональной целостности, ценотической совмещаемости [8, 22, 25, 28, 32]. Индивидуальность популяций проявляется в том, что в разных условиях один и тот же вид может реализовывать разные типы стратегий [26]. В пределах вида особи могут отличаться размерами органов и числом метамеров [23], неодинаковой

изменчивостью морфологических признаков [24], соматическим полиморфизмом семян [31], сроками прохождения фенофаз и общей продолжительностью периода вегетации, соотношением вегетативного и генеративного размножения [30], устойчивостью к неблагоприятным факторам и недостатку ресурсов [27]. Именно оценка индивидуальности популяций должна быть центральным элементом конструирования.

Стационарность популяций определяется длительностью периода их существования. В сериальных сообществах они существуют сравнительно недолго. С позиций конструкционной фитоценологии величина популяций и плотность особей наиболее важны, так как определяют суммарную биопroduкцию [29]. Определенная величина популяции является условием ее стационарности, обычно возрастающей с увеличением популяционного поля [22]. Для разных популяций стационарное состояние возможно при разной численности особей [5]. Стационарность популяции возрастает при увеличении ее гетерогенности, выраженной в виде виталитетных спектров, так как в этом случае повышается замкнутость популяционных полей [4]. Обычно в фитоценозах популяционные поля разных видов наложены друг на друга.

В понятие «конструирование» агроэкосистем часто вкладывается неодинаковый смысл. Так, К.А. Куркин [7] «монтажом» травосмеси считает подбор компонентов высеваемых смесей из таких видов и в таком количественном соотношении, который

обеспечивает наиболее благоприятный ход сукцессии. Б.М. Миркин [11] дополняет понятие конструирования необходимостью построения горизонтальной структуры, считая, что основным принципом «монтажа» травосмесей является принцип дополнительности при подборе компонентов с целью достижения синергетического эффекта. Функциональная дополнительность возможна при усложнении пространственной структуры — «парцеллиозации» [12], или путем формирования элементов мозаично-ярусной структуры [6]. Эффективность создания парцелл — полос подчеркивалась Г.И. Дохман [2], И.П. Мининой [9, 10]. Мозаичные агроценозы в виде полос или чередующихся квадратов многолетних трав исследовали в условиях нижнего Дона В.Г. Сидоренко и др. [16]. Отмечено, что в мозаичных агроценозах в виде прямоугольников размером 5 м² каждый изучаемый вид ценопопуляции достигал зрелого генеративного состояния на 3—4-й год, в то время как при комплексном и сплошном посеве трав сокращался онтогенез растений вследствие пропусков ряда возрастных состояний. Ценолитические различия между травостоями различной структуры привели к тому, что валовая продукция органического вещества в мозаичных агроценозах была в 1,2 раза выше, чем в полосных, и в 1,5 раза выше, чем в смешанных травостоях [13, 16, 17].

На неоднородность, мозаичность естественного растительного покрова обращали внимание многие исследователи [21], считая,

что мозаичность снижает вероятность угнетения одних видов другими. Возможность приблизить искусственно высеянный травостой к природному лугу достигается при перекрестном посеве полос с чередованием 2—3, 5 компонентов [19, 20].

Так как бобовые и злаковые компоненты принадлежат к одной гильдии гелиофитов [13, 15], между ними идет напряженная борьба за ограниченные ресурсы, то конструирование агроценоза мозаичным способом способствует укаовыванию популяций в гиперпространстве ниши при уменьшении конкуренции между видами [3]. Действительно, при формировании травостоя в виде «латок» резко ограничиваются возможности межвидовой конкуренции, внутривидовая же определяется количеством высеянных семян. Вместе с тем один вид не может обеспечить фитоценологическую замкнутость, что приведет к внедрению апофитов (сорняков). Однако только в мозаичном травостое, созданном в виде «латок», реализуются генетически предопределенные объемы экологических ниш, тогда как при полосном и сплошном посеве все изучаемые виды, за исключением костреца безостого, уже на 2-й год жизни вступают в пессимальный период своего развития [4, 14, 16].

Приведенные сведения подчеркивают, что усложнение пространственного размещения популяций агроценоза обычно повышает его замкнутость, а следовательно, устойчивость и, чаще всего, продуктивность, что укладывается в классическое понимание горизонтальной структуры фитоценоза, которая стремится

к сомкнуто-диффузному размещению ценопопуляций видов [21]. Однако типы пространственного размещения исследованы недостаточно, что не позволяет делать однозначных выводов на этот счет. Еще труднее на практике реализовать создание мозаичного травостоя в виде «латок».

Методика

Экспериментальная работа выполнялась в 1989—1995 гг. на опытном участке «Семичевка» (опыт 1) и в учхозе «Смоленское» Смоленского района Смоленской области (опыт 2).

В опыте 1 на опытном участке «Семичевка» в 1989—1991 гг. изучалось влияние глубины заделки семян и способа размещения компонентов бобово-злаковой травосмеси на формирование агрофитоценоза. Фактор А — глубина заделки: 1 — 0 см, 2 — 1 см, 3 — 2 см, 4 — 3 см, 5 — 4 см, 6 — 5 см. Фактор Б — способ размещения овсяницы луговой и клевера лугового Смоленский 29: I — посев смеси в один рядок; II — посев бобового и злакового компонентов через ряд. Опыт заложен методом рендомизированных повторов в 6-кратной повторности, площадь учетной делянки 5 м², фон удобрений 60Р80К. Почва опытного участка дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая. Характеристика гумусового слоя (0—29 см) следующая: рН_{с_ол} — 5,9, содержание гумуса — 2,48%, N_t — 2,5, сумма поглощенных оснований — 13,4 мэкв на 100 г, содержание подвижных форм фосфора и калия — 121 и 140 мг/кг, плотность — 1,2 г/см³, общая порозность — 54,8%, НВ — 28,6%.

В опыте 2 изучали соотношение компонентов в простых травосмесях: овсяницы луговой с ежой сборной и тимофеевкой луговой. Опыт проводили в 1990—1995 гг. на хорошо окультуренной дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почве с высоким содержанием обменного калия и очень высоким подвижного фосфора — 249 и 264 мг/кг, рН_{срн} — 6,8; содержание гумуса — 2,92%, Н_г — 2,4, S — 14,0 мэкв на 100 г, плотность почвы — 1,23 г/см³, общая порозность — 53,0%, НВ — 29,3%. Доля указанных видов в травосмесях изменялась от 1/4 до 3/4 (1/4, 1/3, 1/2, 2/3, 3/4), в качестве контроля использовали чистые посеы.

В вариантах с соотношением компонентов 50:50 изучали черезрядный посев названных видов. Всего в опыте 15 вариантов, расположенных методом рендомизированных повторений в 4-кратной повторности. Площадь учетной делянки 10 м². Использование: 2 укоса за сезон. Удобрения: 120N20P60K с внесением 60 кг азота на 1 га под каждый укос и весенним внесением фосфорно-калийных удобрений.

При проведении исследований использовали общепринятые методики, урожайность зеленой массы определяли сплошным учетом, статистическую обработку полученных результатов проводили по Б.А. Доспехову (1968).

Результаты

Чтобы избежать или ослабить конкурентно-антагонистическое взаимодействие между видами в составе травосмесей, надо не

только стремиться к некоему фотосинтетическому балансу при подборе компонентов травосмесей, но и оптимизировать ценотическую структуру, которая по своим параметрам должна приближаться к естественной луговой растительности [12].

С целью снижения степени воздействия одного вида на другой предлагают различные способы размещения видов при создании агроценозов. Чаще всего рекомендуется перекрестный посев, который может уменьшить конкуренцию между видами на начальных этапах формирования смешанного посева и вместе с тем создает возможности для ускоренного формирования диффузно-мозаичного сложения фитоценоза.

В наших исследованиях способы размещения компонентов травосмеси оказали четкое выраженное влияние на состав травостоя (рис. 1). При совместном посеве в один рядок получал преимущество злаковый компонент — овсяница луговая, доля которой в травостое возрастала с увеличением глубины заделки семян. При посеве клевера лугового и овсяницы в раздельные чередующиеся рядки большая часть надземной массы приходилась на бобовый компонент. Наилучшие условия для прорастания и развития клевера складывались при глубине заделки 1—2 см. При размещении семян трав на 5 см и глубже большее количество всходов получено при совместном посеве (табл. 1).

Следовательно, к изреживанию травостоев и недобору урожаев может привести отклонение от оптимальной глубины заделки семян трав (табл. 2).

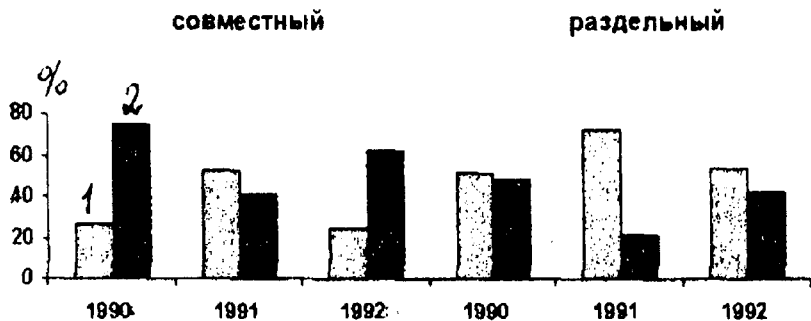


Рис. 1. Доля участия компонентов в травосмеси при совместном и раздельном способах посева при глубине заделки семян 1 см.

1 — клевер луговой, 2 — овсяница луговая.

Таблица 1

Количество побегов трав в год посева в зависимости от способа посева семян и глубины их заделки (шт/м²). Опыт 2

Способ посева	Глубина заделки, см						
	0	1	2	3	4	5	6
Совместный	649	726	648	605	524	412	380
Раздельный	791	795	660	666	587	187	119

Таблица 2

Влияние глубины заделки семян на урожайность овсянице-клеверной травосмеси (среднее за 1990—1991 гг. т/га). Опыт 1

Способ посева	Глубина заделки, см						
	0	1	2	3	4	5	6
Совместный	7,54	9,91	9,82	9,48	8,67	8,14	5,81
Раздельный	5,47	9,13	10,0	9,16	8,75	7,53	4,0

НСР₀₅: для глубины посева — 0,59; для способа посева — 0,28.

Для клевера лугового и овсяницы луговой оптимальная глубина заделки составила 1—2 см как при их посеве совместно в один рядок, так и раздельно. При посеве смеси семян злакового и бобового компонентов вместе потери урожая от несоблюдения оптимальной глубины заделки были значительно меньше, так как при со-

вместных посевах в травостое было больше растений клевера лугового. При оптимальной глубине заделки участие клевера в травостое было выше при посеве компонентов в отдельные рядки, что объясняется меньшим затенением бобового компонента.

Реакция многолетних злаковых трав на способ конструирования

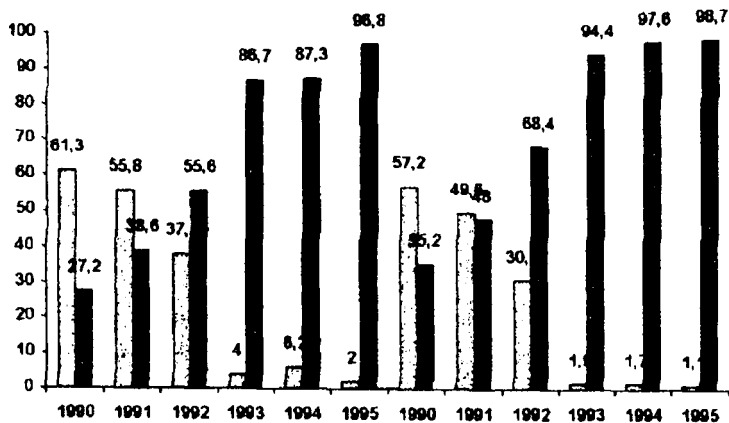
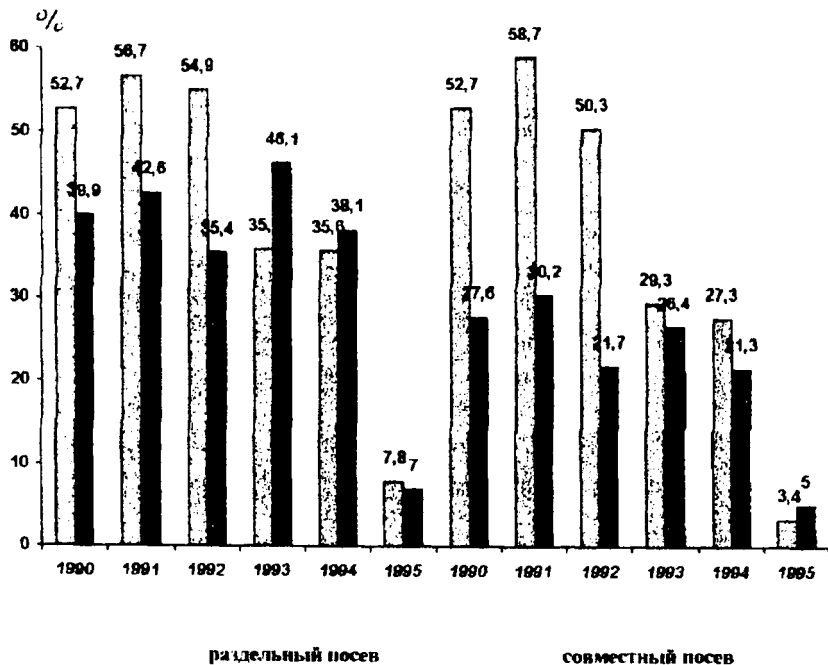


Рис. 2. Участие овсяницы луговой, ежи сборной и тимофесвки луговой в травостое в зависимости от способа размещения семян многолетних трав. Опыт 2.

Вверху: светлый столбик — овсяница луговая, темный — тимофесвка луговая; внизу — соответственно овсяница луговая и ежа сборная.

травостоя в значительной степени зависела от виолентности или патиентности видов (рис. 2). При формировании травостоев из двух видов с относительно невысокой конкурентной способностью (овсяницы луговой и тимофеевки луговой) преимущество имели агроценозы с отдельным размещением видов. При совместном посеве в один рядок формировались менее устойчивые популяции, в которых внутривидовая борьба усиливалась межвидовой, что приводило к ускорению их изреживания и замене на несеяные виды.

При создании травостоя из сильного виолента (ежи сборной) и вида с невысокой конкурентной способностью (овсяницы луговой) некоторое преимущество в первые 3 года жизни имели совместные посевы, так как в этом случае обеспечивалась более динамичная замена овсяницы луговой, преобладавшей в первый и второй годы жизни агроценоза, ежой сборной. Более равномерное размещение семян обоих видов обеспечивало в этом случае мозаично-диффузное размещение растений в агроценозе и уменьшало вероятность внедрения несеяных видов в травостой при заполне-

нии и смене эконош представленных популяций.

Представленные сведения показывают, что путем конструирования травостоев можно в определенной степени управлять динамикой популяций видов и регулировать степень использования экологических факторов среды обитания. Однако однозначных решений быть не может, оптимальное строение фитоценоза зависит от видового состава используемых популяций.

Влияние соотношения компонентов на формирование агрофитоценоза

При конструировании многолетних травянистых агроценозов их продуктивное долголетие и устойчивость зависят не только от состава компонентов смеси, но и от доли включения отдельных видов в смешанный травостой. В этом случае при использовании трав, отличающихся разными темпами развития и, следовательно, сроком наивысшей продуктивности, необходимо составить травосмесь так, чтобы разные виды могли последовательно реализовывать свою биологическую продуктивность.

Таблица 3

Влияние способа размещения семян (с.п. — совместный посев, р.п. — отдельный посев) на продуктивность злаковых агроценозов (т/га с.в.). Опыт 2

Год	Овсяница луговая + тимофеевка луговая		Овсяница луговая + ежа сборная		НСР ₀₅
	с.п.	р.п.	с.п.	р.п.	
1990	3,2	3,2	3,6	3,3	0,41
1991	13,5	15,2	16,2	15,8	0,82
1992	6,0	7,8	7,7	7,4	0,37
1993	6,7	7,1	7,3	7,8	0,39
1994	6,3	6,3	6,2	6,0	0,31
1995	5,6	6,5	6,8	7,2	0,35
В среднем за 6 лет	6,9	7,7	8,0	7,9	0,38

В опыте 2 (рис. 3 и 4) при высеве смеси овсяницы и тимофеевки с первого года в травостое преимущество имел первый вид и лишь при соотношении компонентов 1:3 преобладала тимофеевка. Изреживание видов происходило параллельно из-за неблагоприятных условий увлажнения; он начался на 4-й год жизни трав, на 5-й год отмечена деградация сеяного травостоя.

Иначе происходило изменение травостоев в смеси овсяницы луговой с ежой сборной. В агроценозе, где доля овсяницы составляла 50% и более от количества высеянных семян, в первые 2 года преобладала овсяница, в значительных количествах она была

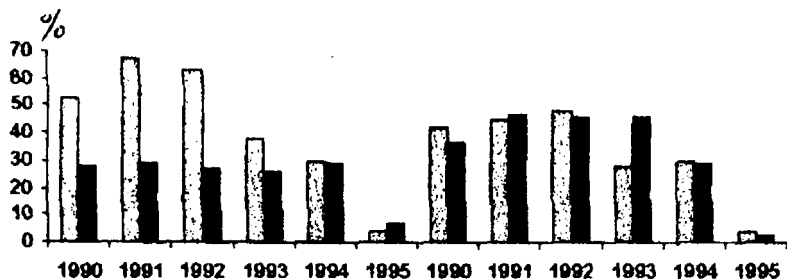
представлена на 3-й и 4-й год жизни, при преобладании в смеси ежи преимущество с первого года имел указанный вид и вытеснение овсяницы произошло почти полностью к 3-му году жизни.

Анализ продуктивности травостоев за 5 лет показал (табл. 4), что изменение соотношения компонентов не оказало существенного влияния на сбор корма. Однако следует отметить, что при посеве видов многолетних трав, значительно различающихся по конкурентной способности и долготелю, более чистый и продуктивный травостой в первые годы пользования формируется при меньшей доле участия вида — виолента.

Т а б л и ц а 4

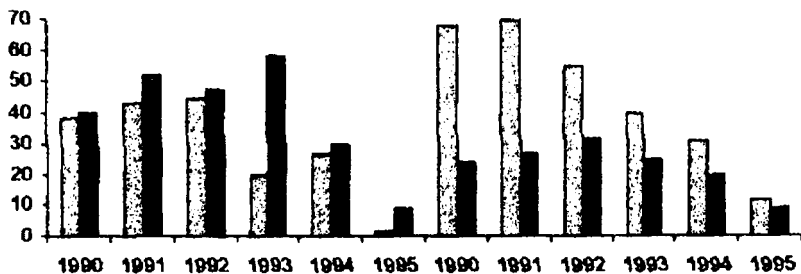
Урожайность травосмесей (т с.в. на 1 га). Опыт 2

Травосмесь	1990	1991	1992	1993	1994	1995	Средняя
О.л. (ч.п.)	3,65	13,75	6,72	7,46	6,35	5,73	7,28
Т.л. (ч.п.)	3,0	13,29	5,86	6,53	6,51	5,59	6,80
Е.с. (ч.п.)	3,42	13,33	6,31	7,17	6,68	6,97	7,31
О.л. + Т.л. (р.п.)	3,2	15,2	7,8	7,1	6,3	6,5	7,7
О.л. 1/2 + Т.л. 1/2	3,2	13,5	6,0	6,7	6,3	5,6	6,9
О.л. 1/3 + Т.л. 2/3	3,37	15,57	7,12	7,75	6,33	5,60	7,62
О.л. 2/3 + Т.л. 1/3	3,38	16,34	7,75	7,03	6,19	5,60	7,72
О.л. 1/4 + Т.л. 3/4	3,36	14,99	6,12	7,25	5,44	5,22	7,06
О.л. 3/4 + Т.л. 1/4	3,08	14,48	6,27	7,48	5,91	6,40	7,27
О.л. + Е.с. (р.п.)	3,30	15,8	7,4	7,8	6,0	7,2	7,9
О.л. 1/2 + Е.с. 1/2	3,6	16,2	7,7	7,3	6,2	6,8	8,0
О.л. 1/3 + Е.с. 1/3	3,56	13,99	8,47	7,41	6,17	7,85	7,91
О.л. 2/3 + Е.с. 2/3	3,34	14,33	8,04	7,29	6,48	6,91	7,73
О.л. 1/4 + Е.с. 3/4	3,24	15,72	7,67	6,8	6,22	6,19	7,64
О.л. 3/4 + Е.с. 1/4	3,72	15,62	7,52	6,92	6,25	6,21	7,71
НСР ₀₅	0,27	0,84	0,69	0,56	0,53	0,47	0,46



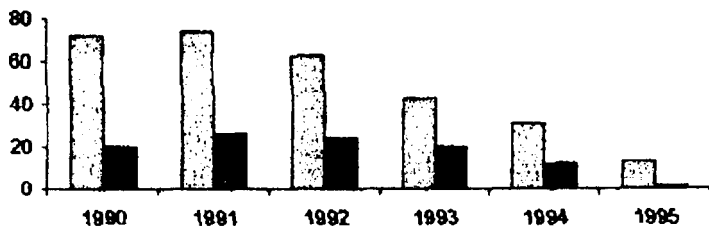
Ол 50% + Тл 50%

Ол 33% + Тл 67%



Ол 25% + Тл 75%

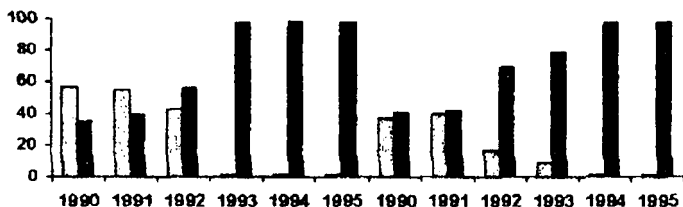
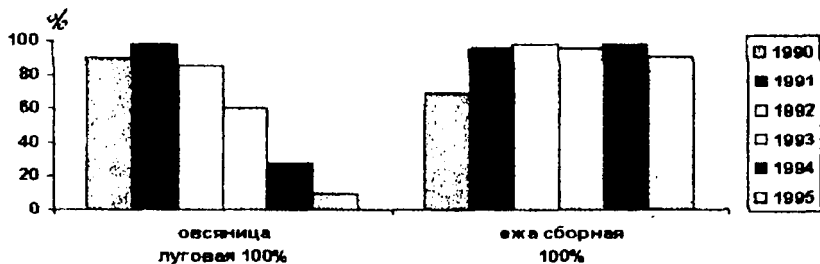
Ол 67% + Тл 33%



Ол 75% + Тл 25%

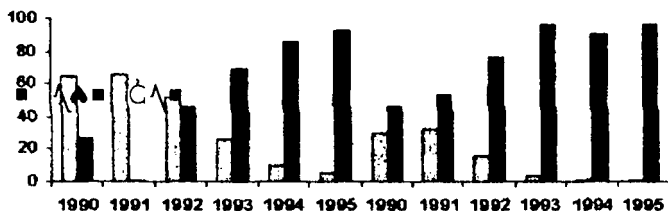
Рис. 3. Участие овсяницы луговой и тимфеески луговой в травостое в зависимости от количества высеванных семян. Опыт. 2.

Светлый столбик — овсяница луговая, темный — тимфееска луговая.



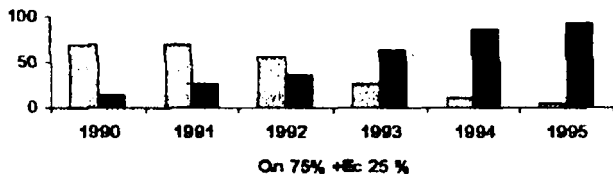
Ол 50% + Ес 50%

Ол 33% + Ес 67%



Ол 67% + Ес 33%

Ол 25% + Ес 75%



Ол 75% + Ес 25%

Рис. 4. Участие овсяницы луговой и ежи сборной в травостое в зависимости от количества высеянных семян. Опыт 2.

Светлый столбик — овсяница луговая, темный — ежа сборная.

Выводы

1. Уровень продуктивности и устойчивости агроценозов, сформированных многолетними травами, во многом определяется приемами их конструирования.

2. Эффективным элементом конструирования травянистых агроценозов являются различные способы размещения компонентов смеси в пространстве, зависящие от ценобиотических и эдафических характеристик используемых видов. При создании бобово-злаковых агрофитоценозов бобовый компонент лучше развивается и сохраняется в травостое при чересрядном посеве бобовых и злаковых трав.

3. Соотношение компонентов агроценоза оказывает влияние на его состав лишь в первые 2—3 года жизни. При создании фитоценоза из виолента и менее конкурентоспособного вида преимущество имеет травостой с меньшей долей участия более конкурентоспособного вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василевич В.И., Кириллова В.П. Экспериментальное изучение взаимоотношений *Trifolium pratense* со злаками. — Бот. журнал, 1993, т. 78, № 9, с. 34—43.
2. Дохман Г.И. Экспериментально-фитоценологические основы исследования злаково-бобовых сообществ. М.: Наука, 1979.
3. Ермакова И.М. Поведение видов в широком диапазоне условий (на примере овсяницы луговой). — Бюлл. МОИП, отд. биол., 1989, т. 94, вып. 2, с. 113—129.
4. Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А.

- Ценопопуляции растений. М.: Наука, 1988. — 5. Злобин Ю.А. О некоторых аспектах развития агрофитоценологии. — Биол. науки, 1990, № 9, с. 27—41. — 6. Коротков В.Н. Новая парадигма в лесной экологии. — Биол. науки, 1991, № 8, с. 7—20. — 7. Куркин К.А. Системное конструирование луговых травосмесей. — Бюлл. МОИП, отд. биол., 1983, т. 88, вып. 4, с. 3—4. — 8. Меттлер Л., Грегг Т. Генетика популяций и эволюция. М.: Мир, 1972. — 9. Минина И.П. Пути управления количественными отношениями компонентов в травосмесях. — Сб.: Эксперимент. геоботаника. Казань, 1965, с. 264—282. — 10. Минина И.П. Травосмеси. — Сб.: Травы и травосмеси для улучшенных сенокосов и пастбищ. М.: Колос, 1971, с. 5—56. — 11. Миркин Б.М. Анализ сукцессий в травосмесях. Уфа, 1978. — 12. Миркин Б.М., Горская Т.Г. Теоретические аспекты анализа сукцессий в травосмесях. — Биол. науки, 1989, № 1, с. 7—17. — 13. Номоконов Л.И., Сидоренко В.Т. Теория и практика конструирования и экспериментального воспроизведения высокопродуктивных кормовых агроценозов. — Структурно-функциональная организация биогеоценозов. М.: Наука, 1980, с. 164—184. — 14. Онопченко В.Г. Механизмы обособления экологических ниш у наземных растений. — Жур. общ. биологии, 1987, т. 48, № 5, с. 687—695. — 15. Сидоренко В.Г., Сурова Н.Г., Бердюкова В.А. Конструирование и создание кормовых агроценозов высокой продуктивности в условиях Ростовской области. — Тез.

- докл. Всесоюз. школы: Проблемы устойчивости биологических систем. Харьков, 1990, с. 409—411. —
16. *Сидоренко В.Г., Бердюкова В.А., Сурова Н.Г.* Конструирование мозаичных агроценозов. — Биол. науки, 1992, № 6, с. 106—144. —
17. *Туплянова А.А.* Продукционный процесс в агроценозах. Новосибирск: Наука, 1982. —
18. *Тооминг Х.Г.* Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. —
19. *Тюлин В.А.* Создание и использование многолетних травостоев. Тверь, 1995. —
20. *Шарашова В.С.* Устойчивость пастбищных экосистем. М.: Агропромиздат, 1989. —
21. *Шенников А.П.* Введение в геоботанику. Л.: Изд. ЛГУ, 1964. —
22. *Яблоков А.В.* Популяционная биология. М.: ВШ, 1987. —
23. *Akeroud J.R., Warwick S.J., Briggs D.* — *New Phytol.*, 1978, vol. 81, N 2, p. 391—400. —
24. *Alberto C.S., Damiani F., Pezzotti M.* — *G.Bot. Ital.*, 1987, vol. 121, N 3—4, p. 121—131. —
25. *Begon M., Harper J., Townsend C.R.* *Ecology: Individuals, Populations and Communities.* Oxford, 1985. —
26. *Dakshini K.M., Sabina C.A.* — *Proc. Ind. Natl. Sci. Acad.*, 1981, vol. 47, N 6, p. 907—911. —
27. *Davis M.S., Snaudon R.W.* — *Journ. Appl. Ecol.*, 1973, vol. 10, N 1, p. 47—56, p. 33—45. —
28. *Hutchings M.J.* *Plant population biology.* — In: *methods in Plant Ecology.* Oxford, 1986, p. 377—435. —
29. *Odum H.* *Biological circuits and the marine systems of Texas.* — In: *Pollution and Marine Ecology.* N.Y. T.A. Olson and F.J. Burgess, 1967, p. 99—157. —
30. *Simpson M.J.* — *Pflanzenzucht*, 1986, Bd 96, N 3, S. 232—240. —
31. *Sorensen A.E.* — *Nasture*, 1978, vol. 276, N 5684, p. 174—176. —
32. *White J.* *The population structure of vegetation.* — In: *The population structure of Vegetation.* Dordrecht, 1985, p. 1—14.

Статья поступила 26 января
1999 г.

SUMMARY

The results of experiments conducted in 1989—1995 in Smolensk region in which different ways of placing components of perennial grass stands in space and relation of species in grass mixtures were studied are presented. It has been found that the way of placing the components has appreciable effect on formation of agrocoenosis and on its productivity. Relation of species has an effect on botanical composition of the grass stand during 2—3 years of life.