

К ВОПРОСУ О ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОМ СПОСОБЕ БОРЬБЫ С АМБРОЗИЕЙ ПОЛЫННОЛИСТНОЙ

Сидоренко В. Г.¹, Сулова Н. Г., Гончарова Л. Ю.¹

Для региона Нижнего Дона сконструирован оптимальный вариант кормового агрофитоценоза, в котором устойчивость к экстремальным воздействиям окружающей среды сочетается с высокой продуктивностью, ее саморегулированием и самоподдержанием. На базе лаборатории экологии Ботанического сада Ростовского государственного университета экспериментально и методами моделирования исследовано влияние мозаичной горизонтальной структуры на формирование функций продуктивности, ценоотического режима. Динамика растительных сообществ опытных агрофитоценозов разной структуры определена как автогенная сукцессия сингенетического типа с элементами эндозоогенеза. Показано, что возможно управление продолжительностью продуктивной стадии сингенеза. Только на этой стадии возможны высокий выход зеленой фитомассы и фитоценоотическая замкнутость, обуславливающие, в частности, элиминацию *Ambrosia artemisiifolia* L. популяциями злаков и бобовых.

В результате многолетних комплексных исследований экологами Ростовского государственного университета (РГУ) удалось найти форму малоэнергетического, экологически безопасного и экономически рентабельного воздействия на агроэкосистемы [Номоконов, Сидоренко, Коваленко, Поломарчук, 1976; Сидоренко, Сулова, 2001]. Это воздействие заключается в конструировании агрофитоценозов сложной горизонтальной структуры длительного срока пользования (более 20 лет), сопровождающихся эффектом регулирования численности сеgetальной растительности в них, и является сущностью фитоценоотического способа борьбы с *Ambrosia artemisiifolia* L.

В таких агрофитоценозах, названных нами «мозаичными», в отличие от агрофитоценозов другой структуры, устойчивость к внедрению *Ambrosia artemisiifolia* L. и саморегуляция продукционно-деструкционных процессов, присущая естественным луговым сообществам, сочетается с довольно высокой продуктивностью без применения традиционных приемов интенсификации сельскохозяйственного производства (т. е. внесения больших доз удобрений, гербицидов и других химических средств).

Объект изучения и методика

В разработке экологически безопасного и экономически рентабельного фитоценоотического способа борьбы с *Ambrosia artemisiifolia* L. были использованы основные фундаментальные концепции экологии: адаптивный подход, дифференциация реализованных экологических ниш, программирование экологической сукцессии и др. [Базилевич, 1993; Жученко, 1990; Куркин, 1998; Миркин, Хазиахметов, 2000; Сидоренко, Сулова, 1997, 2001; McIntosh, 1997; Turkington, 1977] и др.

Объектами исследования в течение 16 лет являлись кормовые агроценозы (АЦ), созданные «мозаичными» (АЦМ), «полосными» (АЦП) и «сплош-

ными» (АЦС) способами посева в 1987 г. на территории Ботанического сада РГУ. В их состав входили шесть (АЦМ₁, АЦП, АЦС) и девять (АЦМ₂) злаковых и бобовых культур. Контролем служили посевы монокультур тех же видов – ЧП (Кострец – *Bromus inermis*), ЧП (Овсяница – *Festuca pratensis*), ЧП (Ежа – *Dactylis glomerata*), ЧП (Лядвенец – *Lotus corniculatus*), ЧП (Люцерна – *Medicago sativa*), ЧП (Клевер – *Trifolium pratense*), а также агрофитоценоз *Ambrosia artemisiifolia* (ЧП Амброзия) общей площадью около 400 м², образованный стихийно на бывшей пашне территории Ботанического сада РГУ. Для всех кормовых агрофитоценозов была одна норма высева – около 38 кг/га семян травосмеси, площадь посевов составила 30 тыс. м².

«Мозаичный» агроценоз создавался по методике, разработанной на основе теоретических обобщений результатов многолетних наблюдений за формированием интраценоотических мозаик в естественных климакс-фитоценозах. В этих фитоценозах неслучайность распределения видов по горизонтали являлась основным фактором, повышающим стабильность сообщества. Видовой состав опытных агроценозов был упрощен по сравнению с естественным ценозом.

В них были включены ценные кормовые культуры. В результате конструирования упрощенной «мозаичности» был получен агроценоз парцеллярного горизонтального сложения и сложной вертикальной структуры. В перпендикулярных направлениях в шестикомпонентном агроценозе (АЦМ₁) чередовались полосы, засеянные следующими смесями: люцерна синегридная + клевер луговой и лядвенец рогатый + клевер луговой, а также ежа сборная + овсяница луговая + кострец безостый и овсяница. Элементы мозаики, каждая сторона которых два метра: клевер + люцерна + кострец + ежа + овсяница (основная парцелла 1 – ОП-1), клевер + лядвенец + кострец + ежа + овсяница (основная парцелла 2 – ОП-2), клевер) + люцерна + овсяница

(вспомогательная парцелла 1 – ВП-1), клевер + лядвенец + овсяница (вспомогательная парцелла 2 – ВП-2). В полосном агроценозе (АЦП) были заложены параллельные полосы шириной по три метра из смеси люцерны + лядвенец + овсяница + кострец + ежа, чередующиеся с полосами по 1,5 м чистого посева клевера. В сплошном агроценозе (АЦС) все культуры были высеяны как простая травосмесь. Ширина междурядий составила 15 см. Во всех шестивидовых агроценозах высевались одинаковые сорта растений.

В состав девятивидового мозаичного агроценоза (АЦМ₂) входили следующие культуры: кострец безостый (*Bromus inermis*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*), житняк гребневидный (*Agropyron pectiniforme*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), люцерна синегибридная (*Medicago sativa*), люцерна желтая (*Medicago falcata*), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus*). Для совместного произрастания в агрофитоценозах отбирали только физиологически совместимые виды и сорта растений [Сидоренко, 1992].

Необходимо учитывать, что конструируемые агрофитоценозы возделывались в сходных агроклиматических условиях и первоначально они состояли из одинакового набора культурных видов. Поэтому специфические ценогенетические отношения в сообществах разной горизонтальной структуры можно объяснить различиями биоэнергетических показателей и стабильности [Номоконов и др., 1980; Сидоренко, 1992; Сидоренко, Сурова, 2001].

Подход к изучению фитоценологической замкнутости, который используется в данной работе, основывается на роли этого показателя, которую он играет в сукцессии [Одум, 1986]. Показатель фитоценологической замкнутости используется как один из 127 критериев-признаков в информационно-экспертной системе при оценке «оптимизационной» модели агрофитоценоза [Сидоренко, Сурова, 1997, 2001], а результаты его многолетних исследований легли в основу разрабатываемого фитоценологического метода борьбы с распространением *Ambrosia artemisiifolia* на территории юго-востока европейской части России.

Важное место в исследованиях отводится синдинамике сегетальных видов (в том числе *Ambrosia artemisiifolia*), для изучения которых с 1987 г. в опытных агрофитоценозах определяются: видовой состав на пробной площади и численность внедрившихся видов на выделенных транссектах, площадью 10 м² каждая; формирование надземной и подземной фитомассы по основным фенофазам;

погодичное доленое участие в общей зеленой фитомассе агрофитоценоза на даты 1-го и 2-го укосов; относительная доля генеративных побегов и семенная продуктивность *Ambrosia artemisiifolia* L. [Сидоренко и др., 1992 а; 2001].

Методика учета фитомассы внедрившихся видов аналогична методике учета фитомассы культурных видов [Базилевич и др., 1978; Сидоренко, Сурова, 2001]. Все методики описаны нами ранее [Сидоренко и др., 1992 а, б]. Полученные данные обработаны статистически. На их основе создан компьютерный банк данных. Установлены достоверные различия между агроценозами.

Метеорологические условия

Территория, на которой произрастают опытные агрофитоценозы, как и вся Ростовская область, получает ежегодно достаточно тепла. Сумма температур воздуха выше 10° составляет 3200–3400°С. Продолжительность теплого периода (с температурой воздуха выше 0°С) составляет 230–260 дней. Безморозный период длится от 180 до 190 дней. Количество атмосферных осадков в разные годы колеблется от 270 до 350 мм, а содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см – от 26 до 76 мм, в зависимости от фенологических фаз развития растений [Агроклиматические..., 1972]. Малое количество осадков в сочетании с высокими температурами определяют сухость воздуха и почвы, сопровождаются большой повторяемостью засух и суховеев. Поэтому основным лимитирующим фактором роста растений в агрофитоценозах является недостаток влаги [Сурова, 1999]. Определенное влияние на произрастание опытных агрофитоценозов оказывает река Темерник.

На верхнюю границу агрофитоценозов поступает до 110 ккал/см² суммарной солнечной радиации, пригодной для осуществления растениями фотосинтеза. Конкуренция за свет, поступающий в достаточном количестве на верхнюю границу агрофитоценозов, ослабляется в АЦМ благодаря «разделению» основных конкурентов по микрообитаниям – парцеллам. Положительный эффект этого «разделения» отмечается многими авторами [Бигон и др., 1990; Номоконов и др., 1980; Mirkin, Naumova, 1991 и др.].

Результаты исследований

Настоящая работа посвящена исследованию важнейшего свойства культурных агрофитоценозов – фитоценологической замкнутости, а значит и устойчивости к внедрению неопита *Ambrosia artemisiifolia* L. (табл. 1–5).

Таблица 1

Надземная (1) и подземная (2) фитомассы внедрившихся видов в опытных агрофитоценозах (г/м²)

Агроценоз	Фенофазы									
	V ₂		V ₅		F ₁		F ₃		BF ₃	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
АЦМ ₁	4,0	3,0	3,6	3,2	7,0	4,5	10,9	6,7	17,0	11,2
АЦП	14,0	16,0	26,0	11,4	104,7	104,3	89,7	107,6	100,1	43,1
АЦС	5,2	9,6	13,0	17,1	40,6	35,3	42,0	42,9	79,0	70,1
ЧП К	0,1	0,1	24,6	29,0	31,0	21,8	36,2	28,8	36,7	30,8
ЧП Ол	10,4	9,3	9,5	16,3	40,1	34,5	34,5	82,9	33,4	31,0
ЧП Лд	18,1	15,4	40,0	15,5	57,0	35,0	50,0	12,0	67,0	26,6
АЦМ ₂	1,0	3,0	0,6	2,2	7,4	4,6	13,5	4,5	1,7	1,9

Обозначения: V₂ – фаза облиствения, появления 3-го листа у злаков; V₅ – фаза появления боковых побегов у бобовых и кущение у злаков; F₁ – фаза колошения и появления бутонов; F₃ – фаза первичного массового цветения; BF₃ – фаза вторичного массового цветения; ЧП – чистые посеы; К – коострец; Ол – овсяница; Лд – лядвенец.

Таблица 2

Надземная (1) и подземная (2) фитомассы всех внедрившихся видов в чистые посеы (г/м²)

Агроценоз	Фенофазы									
	V ₂		V ₅		F ₁		F ₃		BF ₃	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
ЧП Кострец	8,4	8,0	11,0	10,6	18,0	11,6	36,4	40,0	42,0	30,2
ЧП Овсяница	90,0	71,9	80,0	74,4	300,0	261,0	401,0	399,1	118,6	106,1
ЧП Ежа	32,0	29,0	61,0	53,0	218,0	180,0	170,0	196,3	124,9	118,0
ЧП Клевер	53,1	44,0	165,0	154,6	136,1	120,6	144,0	200,0	100,0	90,4
ЧП Люцерна	36,0	30,2	61,8	90,6	108,2	108,0	156,1	90,1	119,9	99,9
ЧП Лядвенец	66,8	60,0	110,0	100,5	171,6	116,5	161,6	175,0	76,0	67,1

Таблица 3

Максимальная фитомасса внедрившейся в агрофитоценозы *Ambrosia artemisiifolia* L.

Агроценоз	Фитомасса амброзии					
	Надземная фитомасса			Подземная фитомасса		
	1	2	3	1	2	3
АЦМ ₁	< 1	5,2	3	< 1	3,0	1
АЦП	3	21,6	22	2	11,8	27
АЦС	2	16,8	21	1	5,4	8
АЦМ ₂	1	9,2	8	<1	2,9	<1
ЧП Кострец	8	3,5	10	2	2,4	1
ЧП Овсяница	4	5,5	16	2	4,0	3
ЧП Лядвенец	4	5,6	8	10	3,4	1

Обозначения: 1 – % от культур; 2 – г/м²; 3 – % от внедрившихся видов.

Таблица 4

Высота (см), численность (побег/м²) и доля генеративных побегов (%) растений *Ambrosia artemisiifolia* на единице площади в опытных агрофитоценозах на даты ее максимального развития

Агрофитоценоз	Фазы цветения			Фазы плодоношения	
	Высота	Численность	Доля генеративных побегов	Высота	Численность
ЧМ Амброзия	100	6	99	100	6
АЦМ ₁	14	1	15	10	6
АЦП	25	51	54	25	9
АЦС	35	47	99	21	30
АЦМ ₂	14	1	5	17	1
ЧП Кострец	86	7	58	100	11
ЧП Лядвенец	96	12	99	10	1
ЧП Овсяница	79	12	42	90	10

Таблица 5

Сравнение конкурентной мощности *Ambrosia artemisiifolia* L. с культурными видами в опытных агрофитоценозах

Агрофитоценоз	Кострец	Овсяница	Ежа	Клевер	Люцерна синегиб.	Люцерна желтая	Лядвенец	Тимофеевка	Житняк
АЦМ ₁	< 0,01	0,16	0,03	0,04	0,1	–	0,03	–	–
АЦМ ₂	0,01	0,56	0,03	0,14	0,07	0,07	0,04	0,05	0,05
АЦП	0,06	1,15	0,20	0,70	4,32	–	0,62	–	–
АЦС	0,05	0,77	0,18	0,61	–	–	0,32	–	–
ЧП Кострец	0,01	–	–	–	–	–	–	–	–
ЧП Овсяница	–	0,6	–	–	–	–	–	–	–

В таблицах 1 и 2 приведены средние данные о надземной и подземной фитомассах внедрившихся видов на даты наступления фенологических фаз в агрофитоценозах разной горизонтальной структуры (1988–2001) и в чистых посевах (1988–1992). Как видно из табличных данных, наибольшее участие внедрившихся видов отмечается в АЦП. В фитомассе этого агрофитоценоза во все годы его жизни внедрившиеся виды составляли до 20 % от фитомассы культурных видов, а с 1992 г. – и более. В результате значительной массы сорняков к 1992 г. чистые посева ежи сборной, клевера лугового и люцерны синегибридной практически перестали существовать как агрофитоценозы. Наименьшим было участие внедрившихся видов в мозаичных агрофитоценозах.

По данным таблицы 2, за все годы жизни агрофитоценозов оно не превышало 10 %. Наибольшим оно оказалось в 1988 г. из-за участия весной (в фенофазу V₂–V₅) растений одуванчика (*Taraxacum officinale*). На фенофазу F₃ (фаза первичного массового цветения и дата первого укоса) участие вне-

дрившихся видов в АЦМ₁ и АЦМ₂ практически не превышало 1,5 % (табл. 1). В таблице 3 показано участие *Ambrosia artemisiifolia* L. в общей фитомассе на дату максимального развития растений – фазу цветения (F₃). Оно было наименьшим в агрофитоценозах мозаичных и в чистых посевах костреца безостого, а наибольшим – в полосном агроценозе. Это связано, по-видимому, не только с наименьшей плотностью культурных растений на единице площади этого фитоценоза (около 300 побегов на 1 м²), но и возможностью проникновения внедренцев из-за менее выраженной конкурентной мощности культурных компонентов, отсутствия их ком-ментарности.

Нами определены основные виды внедрившиеся в агроценозы разной горизонтальной структуры: *Sonchus arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Elytrigia repens*, *Anisantha tectorum*, *Senecio verbaalis*, *Lagoseris goncta*, *Lapulla aquarrosa*, *Taraxacum officinale*, *Thlaspi arvense*, *Capsella bursa-pastoru*, *Euphorbia esula*, *Amaranthus retroflexus*, *Artemisia vulgaris*. Уча-

стие внедрившихся апофитов в фитомассе мозаичных агрофитоценозов (в процентном отношении) ежегодно увеличивается.

Необходимо отметить, что в течение годового цикла влияние *Ambrosia artemisiifolia* L. на функционирование мозаичных агрофитоценозов распространяется на незначительный период времени. К началу октября ее растения засыхают и практически уже не конкурируют с культурными видами до августа следующего года.

Как показывает анализ данных таблицы 4, малочисленность растений *Ambrosia artemisiifolia* L. на единице площади, их угнетенное состояние, небольшая масса, низкорослость, низкая относительная доля генеративных побегов, а также низкая семенная продуктивность свидетельствуют об их незначительном конкурентном влиянии на культурные виды в АЦМ₁ и АЦМ₂. Так, в мозаичных агрофитоценозах (АЦМ) численность растений *Ambrosia artemisiifolia* L. наименьшая по сравнению с другими агрофитоценозами. В чистых посевах ее элиминация значительно ниже, чем в АЦМ. Высота внедрившихся растений до первого укуса в ЧП выше, чем в смешанных посевах.

Во всех смешанных агроценозах *Ambrosia artemisiifolia* L. задерживаются наступления основных фенологических фаз. Так, если в чистых посевах ее всходы появляются в марте, то в смешанных агрофитоценозах фаза ее массовых всходов задерживается с марта до третьей декады апреля. Фаза цветения *Ambrosia artemisiifolia* L. в смешанных посевах также задерживается по сравнению с ЧП практически на месяц, в результате чего значительная часть семян амброзии не успевает вызреть. Низкая семенная продуктивность *Ambrosia artemisiifolia* L. обуславливает незначительное количество ее всходов на следующий год.

Нами отмечены значительные различия между формированием генеративных органов и побегов у растений амброзии в мозаичных и других агрофитоценозах. Как следует из таблицы 4, количество генеративных побегов амброзии в мозаичных агрофитоценозах практически в 7–20 раз меньше, чем в ЧП и даже в АЦС. Следует также отметить, что в мозаичных агрофитоценозах масса 1000 семян *Ambrosia artemisiifolia* L., по нашим данным, практически в 4 раза меньше приводимой в справочной литературе [Фисюнов, 1984].

В проведенных исследованиях элиминация растений *Ambrosia artemisiifolia* L. в смешанных и особенно мозаичных агрофитоценозах обнаруживается и при анализе такого показателя, как «конкурентная мощность» (или виолентность по Миркину). Фитомасса популяций каждого вида культурных растений на единице площади в агрофитоценозах на фе-

нофазу «массовое цветение» сравнивалась с фитомассой *Ambrosia artemisiifolia* L. Данные расчетов представлены в таблице 5. При этом следует учесть, что выход зеленой фитомассы в мозаичных агрофитоценозах оставался высоким все эти годы и составлял 790–820 г/м². Сукцессия в этом агрофитоценозе охарактеризована по классификации как сукцессия сингенетического типа с элементами эндоэкогенеза [Mirkin, Naumova, 1991].

Формируя «мозаики» в горизонтальной структуре агрофитоценоза и тем самым совершенствуя процессы интерференции между растениями, мы направленно подавляли сингенез, продлевали его продуктивную стадию [Миркин и др., 2000; Сидоренко и др., 1992 а, б].

Таким образом, многолетние комплексные исследования показали, что только в мозаичных агрофитоценозах отмечается такой уровень фитоценотической замкнутости, который позволяет вытеснять один из самых распространенных неофитов *Ambrosia artemisiifolia* L. Благодаря этому удается продлить так называемую продуктивную стадию сингенеза [Сидоренко и др., 1992 в]. Фитоценотическая замкнутость свидетельствует о зрелой стадии автогенной сукцессии в мозаичных агрофитоценозах уже со 2–4-го г. жизни, в отличие от агрофитоценозов другой горизонтальной структуры. На этой стадии возможна оптимизация биопроductивности при конструировании самовоспроизводимых искусственных ценозов кормового назначения.

Список использованной литературы

- Агроклиматические ресурсы Ростовской области. Л., 1972.
- Базилевич Н. И., Титлянова А. А., Смирнов В. В. и др. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. М., 1978.
- Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем. М., 1993.
- Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2 т. М., 1990.
- Жученко А. А. Адаптивное растениеводство: Экологические основы. Кишинев, 1990.
- Куркин К. А. Взаимоотношения растений в луговых фитоценозах: особенности, типы, механизмы // Экология 1998. № 6. С. 419–424.
- Миркин Б. М., Хазиахметов Р. М. Устойчивое развитие – продовольственная безопасность – агроэкология // Экология. 2000. № 3. С. 180–184.
- Номоконов Л. И., Сидоренко В. Г. Теория и практика конструирования и экспериментального воспроизведения высокопродуктивных кормовых

агроценозов. Функциональная организация биогеоценозов. М., 1980.

Номоконов Л. И., Сидоренко В. Г., Коваленко О. Ф., Поломарчук А. В. О ценогическом пути создания высокопродуктивных кормовых угодий // Естественные кормовые ресурсы Советского Союза и перспективных рационального использования Т. 2. М., 1976. С. 520–527.

Одум Ю. Экология: В 2 т. М., 1986.

Сидоренко В. Г. Структурно-функциональная организация луговых агроценозов юго-востока европейской части России: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Днепропетровск, 1992.

Сидоренко В. Г., Бердюкова В. А., Сурова Н. Г. Конструирование мозаичных агроценозов. Анализ соотношения горизонтальной структуры и запасов надземной и подземной фитомассы // Биологические науки. 1992(а). № 6. С. 106–112.

Сидоренко В. Г., Сурова Н. Г., Бердюкова В. А. Конструирование мозаичных агроценозов. III. Закономерности формирования фитомассы. Общий анализ сукцессий // Биологические науки. 1992(в). № 6. С. 120–127.

Сидоренко В. Г., Сурова Н. Г., Бердюкова В. А. Конструирование мозаичных агроценозов. IV // Биологические науки. 1992(в). № 6. С. 127–133.

Сидоренко В. Г., Сурова Н. Г. Методы моделирования при изучении агроэкосистем // Ростовский гос. университет. Ежегодник 96. Ростов н/Д, 1997. С. 115–128.

Сидоренко В. Г., Сурова Н. Г. Моделирование процессов формирования и трансформации фито- и мортмассы в оптимизированных агроценозах // Экология. 2001. № 3. С. 113–116.

Сурова Н. Г. Оценка устойчивости и оптимизация агрофитоценозов разной горизонтальной структуры: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 1999.

Фисюнов А. В. Сорные растения. М., 1984.

Mirkin B. M., Naumova L. G. Current state of agroecology in USSR. Moscow, 1991.

MaIntosh P. Nutrient changes in tussock grasslands // AM BIO. 1997. № 3. P. 147–151.

Turkington R. A., Gavers P. B., Aarssen L. W. Neighbour relationships in grass-legume communities.- Ontario // Can. Bot. 1977. V. 55, N. 21, P. 2701–2711.

AMBROSIA ARTEMISIFOLIA IN THE EXPERIMENTAL AGROCENOSSES

Sidorenko V. G., Surova N. G., Goncharova L. Yu.

The optimal forage agrocenose, in which the steadiness for extremal environmental factors combined with the high productivity and energetic effectiveness of photosynthesis and their self-regulation and self-sustaining, has been created in the Lower Don region. The influence of the mosaic horizontal structures of the formation of the productivity functions and the cenotic regime, has been studied both by experimentally and by simulation techniques in the ecological laboratory of the Botanic Garden (Rostov-on-Don University). The dynamics of plant communities in the experimental agrocenoses with different structures has been classified as an autogenic succession of the syngenetic type with elements of endoecogenesis. It is shown that the control over the longevity of the productive stage of syngenesis is possible. Only in forage stage the high formation of living phytomass and the close-up of sward are possible due to the elimination Ambrosia artemisifolia of the population of the grass and legumes.

ⁱ Ботанический сад Ростовского государственного университета. E-mail: botsad@rsu.ru