

## ФОТОСИНТЕЗ И ПРОДУКТИВНОСТЬ одновидовых И БИНАРНЫХ ПОСЕВОВ СИЛОСНЫХ КУЛЬТУР

В.Б. ТРОЦ

(ФГОУ ВПО «Самарская ТСХА»)

**В статье приводятся данные о целесообразности моделирования бинарных травостоев кукурузы с амарантом, мальвой или донником однолетним. Такие агрофитоценозы формируют мощные ассимиляционные аппараты, КПД ФАР, которых достигает 2,11-2,30%. По урожайности зеленой массы они на 13,6-18,9% продуктивнее одновидовых посевов кукурузы, а по выходу кормового белка в 1,8-2,0 раза превышают монокультуру злака.**

*Ключевые слова:* кукуруза, переваримый протеин, амарант, листовая поверхность, фотосинтез, фитомасса, сухое вещество, мальва, урожайность, травостой.

Продуктивность силосных культур определяется количеством солнечной энергии, утилизированной в процессе фотосинтеза. Поэтому изучение возможностей оптимизации оптической системы — одна из актуальных проблем современного кормопроизводства. Фотосинтетическая деятельность чистых посевов кукурузы (*Zea mays* L.), довольно подробно описана в работах многих исследователей [1, 2, 3 и др.]. Однако в доступной литературе недостаточно информации об особенностях ассимиляционного процесса в её поливидовых ценозах с высокобелковыми растениями, совместную культуру которых практикуют в хозяйствах Среднего Поволжья.

Целью наших исследований являлось изучение особенностей формирования фотосинтетического аппарата и накопления фитомассы в одновидовых и бинарных посевах кукурузы с амарантом богрянным (*Amaranthus cruentus*), мальвой мелюка (*Malva meluca* Graebn) и донником белым однолетним (*Melilotus albus* Desr.) и на основании этого выявление наиболее

приемлемых вариантов смесей, обеспечивающих максимальный выход зелёной массы, сбалансированной по питательным веществам в пределах зоотехнических норм.

### Условия, материалы и методы

Исследования проводили на опытном поле кафедры растениеводства Самарской ГСХА. В период с 1996 по 2001 г. были заложены следующие полевые опыты (нормы высева даны в % от рекомендуемых для чистых посевов): I — кукуруза; II — кукуруза (60) + амарант (60); III — кукуруза (60) + мальва (60); IV — кукуруза (60) + донник белый однолетний (60); V — амарант (100) VI — мальва (100); VII — донник белый однолетний (100).

Почва участка — чернозем обыкновенный с содержанием гумуса — 6,8%, подвижного фосфора — 132 и обменного калия — 199 мг на 1 кг почвы. Предшественником была яровая пшеница. Агротехника — общепринятая для силосных культур в данной зоне. Способ посева всех культур ши-

рокорядный, с междурядьями 70 см. Семена донника однолетнего заделывали в почву рядовой сеялкой СН-16Б сразу после посева кукурузы. В широкорядных травостоях в течение лета проводили две междурядные обработки. При умеренном уровне плодородия почвы расчётные дозы удобрений составили  $N_{38}P_{15}K_{30}$  на планируемый урожай 25 т с 1 га. Сорты и гибриды: кукуруза — Кинбел 181СВ; амарант — Багряный; мальва — Волжская; донник — Кинельский. Общая площадь делянок — 120 м<sup>2</sup>, учётная — 20 м<sup>2</sup>. Повторность опытов 3-кратная. Экспериментальную работу вели с учетом основных методических указаний и проведения лабораторно-полевых наблюдений и анализов [4, 5].

Метеорологические условия в годы исследований отличались контрастностью, что характерно для климата Самарского Заволжья: 1996; 1997; 2000 гг. относительно благоприятные, 1998; 1999 и 2001 гг. — засушливые и жаркие.

### Результаты и их обсуждение

В начальный период развития изучаемые культуры имели небольшую листовую поверхность. К концу третьей декады вегетации ассимиляционная поверхность кукурузы достигала только 17,2 тыс. м<sup>2</sup>/га. У новых сортовых растений эти значения составляли 9,0–10,2 тыс. м<sup>2</sup>/га. В совместных посевах листовая поверхность

была больше и равнялась в среднем 19,8–20,7 тыс. м<sup>2</sup>/га. В дальнейшем с усилением ростовых процессов площадь листьев всех растений увеличивалась. Причем наибольшие приросты поверхности отмечены у высокобелковых культур. Так, в период с третьей по пятую декаду вегетации площадь листьев у амаранта возросла в 3,3 раза, мальвы — в 2,8, а донника однолетнего — в 3,2 раза и достигла соответственно 29,6, 28,5 и 30,2 тыс. м<sup>2</sup>/га. Темпы прироста ассимиляционного аппарата кукурузы за прошедшие 20 дней были наименьшими. Максимальную поверхность одновидовые посева злака и его смеси формировали к 60–70-му дню вегетации. В посевах кукурузы она равнялась 47,6 тыс. м<sup>2</sup>/га, а в бинарных смесях — соответственно 48,6; 47,1 и 44,8 тыс. м<sup>2</sup>/га. На долю листьев амаранта в этот период приходилось 48,7% суммарного объема ассимиляционной поверхности, мальвы — 47,9%, а донника однолетнего — 48,6%. К концу вегетации часть листьев нижних ярусов кукурузы подсохла и опала. В результате к моменту уборки площадь фотосинтезирующей поверхности одновидовых посевов снижалась до 42,4 тыс. м<sup>2</sup>/га, а совместных травостоев — до 39,7–49,0 тыс. м<sup>2</sup>/га (табл. 1). У амаранта, мальвы и донника однолетнего, наоборот, отмечалось постоянное наращивание листовой поверхности, причем у первых двух как за счет увеличения размеров листовых пластинок, так и за

Т а б л и ц а 1

### Фотосинтетические параметры посевов силосных культур, 1996–2001 гг.

Вариант опыта	ПЛ, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП, тыс. м <sup>2</sup> /сут/га	Ч.П.Ф., г/м <sup>2</sup> /сут	КПД ФАР, %
Кукуруза (контроль)	42,4	1795	4,82	1,88
Кукуруза + амарант	49,0	2339	4,48	2,21
Кукуруза + мальва	46,2	2222	4,47	2,13
Кукуруза + донник однолетний	39,7	2126	4,75	2,11
Амарант	45,4	1695	5,81	2,01
Мальва	43,2	1644	5,43	1,91
Донник однолетний	36,9	1493	5,53	1,80

счет новообразования. Фотосинтетическая площадь контрольных посевов этих растений перед скашиванием достигала 45,4, 43,2 и 36,8 тыс. м<sup>2</sup>/га, а в смесях на их долю приходилось уже 47,2-59,1% общего объема ассимилирующей поверхности.

Формирование урожая кормовых культур зависит не только от площади листьев, но и от продолжительности их функционирования или фотосинтетического потенциала (ФП). Анализ полученных данных показал, что в контрольном варианте (кукуруза) ФП к уборке достигал 1795 тыс. м<sup>2</sup>/сут/га, а в бинарных смесях — 2126-2339 тыс. м<sup>2</sup>/сут/га. При этом посевы кукурузы и амаранта с начальных этапов развития имеют преимущества перед другими травостоями. Их ФП оказался на 117 тыс. м<sup>2</sup>/сут/га выше, чем показатели в вариантах со смесью кукурузы с мальвой, и на 329 тыс. м<sup>2</sup>/сут/га, чем в посевах кукурузы с донником однолетним. Фотосинтетический потенциал контрольных посевов амаранта и мальвы был примерно равным и составлял в среднем за годы исследования 1695 и 1644 тыс. м<sup>2</sup>/сут/га. Наиболее интенсивно его формирование происходило от пятой до седьмой декады вегетации. У донника однолетнего среднее значение ФП находилось на уровне 1493 тыс. м<sup>2</sup>/сут/га.

Наряду с ФП величину урожая определяет и чистая продуктивность

фотосинтеза (ЧПФ) — показатель, характеризующий эффективность работы листовой поверхности. Наблюдения в наших опытах показали, что ЧПФ — величина непостоянная и существенно меняется в течение вегетации. На начальных этапах органогенеза при небольшой листовой поверхности в посевах кукурузы и её смесей она не превышает 2,22-4,18 г/м<sup>2</sup>/сут. В контрольных травостоях амаранта, мальвы и донника однолетнего эти индексы были соответственно на уровне 3,57, 3,33 и 3,91 г/м<sup>2</sup>/сут. С увеличением площади листьев интенсивность приростов биомассы в одновидовых посевах кукурузы к пятой декаде вегетации возрастала до 6,20-10,71 г/м<sup>2</sup>/сут, в травостоях амаранта — до 9,32-10,20, мальвы — 8,52-9,04, а донника однолетнего — до 7,84-9,66 г/м<sup>2</sup>/сут. ЧПФ в совместных ценозах была немного ниже и варьировала от 5,11 до 10,00 г/м<sup>2</sup>/сут. С сокращением листовой поверхности к концу вегетации чистая продуктивность фотосинтеза в смесях уменьшалась до 1,95-4,65 г/м<sup>2</sup>/сут. Относительно низкие индексы ЧПФ к уборке имели и новые кормовые культуры — 2,92-4,10 г/м<sup>2</sup>/сут. Анализ средних значений ЧПФ за вегетацию показал, что в одновидовых посевах кукурузы они составляют 4,82 г/м<sup>2</sup>/сут, амаранта — 5,81, мальвы — 5,43, а донника однолетнего — 5,53 г/м<sup>2</sup>/сут. Чистая продуктивность

Т а б л и ц а 2

**Продуктивность посевов силосных культур, 1996-2001 гг.**

Вариант опыта	Сбор с 1 га, т				Приходится переваримого протеина на 1 корм. ед., г
	зеленой массы	сухого вещества	кормовых единиц	переваримого протеина	
Кукуруза (контроль)	24,9	5,85	5,30	0,35	66
Кукуруза + амарант	29,6	6,99	5,20	0,70	135
Кукуруза + мальва	28,3	6,81	5,37	0,66	122
Кукуруза + донник однолетний	28,6	6,85	5,43	0,63	116
Амарант	25,9	6,24	4,53	0,78	172
Мальва	23,8	5,96	4,50	0,73	162
Донник однолетний	20,2	5,51	4,00	0,68	170

фотосинтеза смесей равнялась 4,47-4,75 г/м<sup>2</sup>/сут.

Конечным показателем эффективности функционирования фотосинтетического аппарата является продуктивность посевов. Урожайность зеленой массы в бинарных смесях на 13,6-18,9% превышает контрольный посев кукурузы. При этом максимальный сбор фитомассы — 26,9 т/га, сухого вещества — 6,99 т/га и переваримого протеина — 0,70 т/га обеспечивают совместные посевы кукурузы и амаранта (табл. 2).

Включение амаранта, мальвы и донника однолетнего в травостой кукурузы позволяет в 1,8—2,0 раза увеличить сборы кормового белка с 1 га и балансировать корм по этому показателю в пределах зоотехнических норм (116-135 г на 1 корм. ед.).

Математическая оценка связей продуктивности посевов и фотосинте-

тических параметров травостоев выявила, что выход зеленой массы и сухого вещества с единицы площади в большей мере определяется размерами оптической поверхности ( $r = 0,81$ ,  $r = 0,79$ ) и продолжительностью ее функционирования ( $r = 0,93$ ,  $r = 0,89$ ) Коэффициент корреляции ( $r$ ) с ЧПФ находился в пределах -0,75—(-0,77).

### Заключение

Моделирование бинарных ценозов кукурузы с амарантом, мальвой или донником однолетним позволяет формировать посевы с мощным ассимиляционным аппаратом, КПД ФАР которых достигает 2,11-2,30%. По урожайности зеленой массы они на 13,6-18,9% продуктивнее одновидовых посевов кукурузы, а по выходу кормового белка в 1,8-2,0 раза превышают монокультуру (кукуруза).

### Библиографический список

1. *Ельчанинова Н.Н.* Особенности фотосинтетической деятельности в многокомпонентных смешанных посевах // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: Мат. межд. науч. практической, конференции. Пенза, 2000. С. 132-134.
2. *Власов В.Г.* Ресурсосберегающие силосные культуры // Кормопроизводство, 1999. № 7.
3. *Кашеваров Н.И.* Совершенствование технологии возделывания силосных в лесостепи Западной Сибири: Автореф. докт. дис. с.-х. н. Новосибирск, 1993.
4. Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами / Всесоюзный НИИ кормов имени В.Р. Вильямса (изд. 2-е). М., 1987.
5. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Россельхозакадемия. М., 1997.

*Рецензент* — д. с.-х. н. Н.Н. Лазарев

### SUMMARY

Data on modeling expediency of binary grass stands of corn with amaranth, mallow or annual melilot are provided in the article. Such agrophytocenoses form powerful assimilation apparatus, photosynthetic active radiation efficiency of which reaches 2.11%-2.30%. According to the green mass yielding capacity they are by 13.6%-18.9% more productive than monospecific sowings of corn, and according to the output of feeding protein they exceed grass monoculture 1.8 - 2.0 times.

*Key words:* corn, amaranth, mallow, digesting protein, leaf surface, photosynthesis.

**Троц Василий Борисович** — д. с.-х. н. Тел. (84663) 4-62-42. Эл. почта: abiturient.08@mail.ru