

УДК 633.15:631.811

УРОЖАИ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ РАСЧЕТНЫХ ДОЗ РАЗНЫХ ВИДОВ УДОБРЕНИЙ

Н. Н. ТРЕТЬЯКОВ, В. Н. ОСИПОВ, Г. С. ГУСЕВ, Г. Ф. КРЕЧУН

(Кафедра растениеводства)

Создание и эксплуатация промышленных животноводческих комплексов поставили перед сельскохозяйственной наукой ряд проблем, среди которых важное место занимает проблема утилизации жидкого навоза. Так, предполагается, что к 1980 г. в нашей стране ежегодно будет накапливаться в животноводческих комплексах около 1 млрд. т животноводческих стоков [9]. О высокой эффективности применения жидкого навоза под сельскохозяйственные культуры сообщали как отечественные, так и зарубежные исследователи [1—3, 5, 8, 11, 13, 14, 19]. В опыте, проводимом сотрудниками Тимирязевской академии в мясомолочном совхозе «Вороново» Московской области, изучаются некоторые вопросы, связанные с использованием этого нового высокоэффективного вида удобрений под кормовые культуры [16, 17]. Данное сообщение посвящено рассмотрению результатов опыта по применению жидкого навоза под кукурузу в дозах, рассчитанных на получение 800 ц зеленой массы с 1 га и изучению влияния его на качество корма.

Подробно методика и условия опыта описаны ранее [16]. Здесь мы укажем только его схему: вариант 1 — без удобрений (контроль); 2 — минеральные удобрения; 3 — жидкий навоз; 4 — минеральные удобрения + жидкий навоз. В вариантах 2—4 вносилось эквивалентное количество доступных элементов минерального питания, однако с жидким навозом в почву попадало больше фосфора и калия, так как его доза рассчитывалась по потребности растений в азоте.

На всех фонах удобрений испытывали две густоты стояния кукурузы сорта Буковинский ЗТВ — 150 тыс. и 600 тыс. на 1 га.

Результаты исследований

Известно, что 90—95% урожая формируется за счет продуктов ассимиляции, образующихся в листьях. Формирование урожая во многом зависит от образования оптимальной площади листьев, их более длительной и продуктивной работы. Создание благоприятных условий для этого в конечном итоге определяет величину урожая. Формирование листовой поверхности в разные по метеорологическим условиям годы мало различалось по вариантам опыта (табл. 1). В условиях недостатка тепла и избыточного увлажнения (1976 г.) оно шло значительно медленнее, чем в благоприятных условиях (1975, 1977 гг.), т. е. растения практически не использовали солнечную энергию июня и большей части июля. При внесении удобрений нарастание листовой поверхности во все годы проведения опыта ускорялось. Максимального развития она достигала ко времени цветения и под действием удобрений увеличивалась в среднем за 3 года при густоте стояния 150 тыс/га на 14%, при 600 тыс/га — на 23%.

В результате загущения посевов до 600 тыс/га листовая поверхность отдельных растений уменьшалась во всех вариантах, а общая

Формирование листовой поверхности кукурузы (тыс. м²/га)

Густота стояния растений, тыс/га	Годы	1/VII	10/VII	20/VII	1/VIII	10/VIII	20/VIII	1/IX
Без удобрений								
150	1975	8,7	15,2	36,6	39,5	43,4	44,2	41,8
	1976	0,5	1,1	2,3	5,9	17,7	22,0	43,1
	1977	4,4	13,0	23,3	33,8	47,9	49,8	46,4
600	1975	31,7	57,6	117,5	116,6	107,9	—	—
	1976	2,5	5,3	13,2	27,8	39,4	65,7	121,1
	1977	19,9	42,5	61,3	88,9	118,5	—	—
Минеральные удобрения								
150	1975	6,9	14,9	46,2	46,6	44,9	44,5	42,7
	1976	0,5	1,1	2,6	7,2	17,6	27,8	47,5
	1977	4,3	14,5	21,9	42,2	63,8	57,7	50,4
600	1975	30,1	56,4	144,8	137,4	124,6	—	—
	1976	2,0	4,5	11,2	28,7	86,8	110,1	140,7
	1977	21,7	56,4	87,5	117,5	141,5	—	—
Жидкий навоз								
150	1975	11,7	22,4	45,9	46,7	50,4	45,7	42,9
	1976	0,5	0,8	2,2	6,4	17,2	27,2	45,8
	1977	5,1	17,0	32,0	50,5	61,7	56,5	55,4
600	1975	31,9	74,6	143,4	126,1	126,7	—	—
	1976	2,8	5,8	10,0	20,8	86,0	94,4	136,0
	1977	22,2	63,7	94,0	121,2	139,1	—	—
Минеральные удобрения + жидкий навоз								
150	1975	9,8	19,8	40,0	43,6	45,1	41,0	40,6
	1976	0,5	1,1	2,4	8,2	17,9	30,0	48,7
	1977	4,9	15,6	27,8	51,8	63,2	55,1	54,4
600	1975	35,1	62,5	141,1	138,1	138,0	—	—
	1976	2,2	6,2	12,2	42,9	80,4	101,7	156,7
	1977	22,3	52,4	92,5	136,7	142,0	—	—

площадь листьев увеличивалась в варианте без удобрений на 160%, при внесении удобрений — на 180%. В этих условиях нарастание листовой поверхности происходило значительно быстрее, чем в контроле.

Удобрения и загущение посевов влияли и на другие показатели фотосинтетической деятельности растений (табл. 2). В то же время применяемые виды удобрений и их сочетания мало различались по своему действию на эти показатели.

Под влиянием удобрения чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) увеличилась по сравнению с контролем при густотах стояния растений 150 тыс. и 600 тыс. соответственно на 22 и 36%, а коэффициент использования приходящей ФАР возрос соответственно с 1,36 до 1,96% и с 1,41 до 2,53%. Загущение посевов кукурузы привело к снижению ЧПФ в варианте без удобрений на 54,6%, в вариантах с удобрениями — на 47,9%.

Исследователи [10, 12, 15, 18 и др.] видят причины снижения продуктивности фотосинтеза при загущении посевов, в создании напряженных световых условий для листьев среднего и нижних ярусов, особенно в утреннее и вечернее время, а также в пасмурные дни, когда эти листья получают настолько мало света, что фотосинтез почти равен дыханию.

Нами также выявлены значительные различия в приходе ФАР к ярусам листьев кукурузы в посевах разной густоты. При густоте стоя-

Фотосинтетическая деятельность растений кукурузы (в среднем за 1975—1977 гг.)

Густота стояния растений, тыс/га	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетическая мощность посева, млн. м ² ·дн/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² в сутки	Коэффициент использования ФАР, %	Сбор сухого вещества, ц/га
Без удобрений (контроль)					
150	45,7	1,81	4,54	1,36	73,6
600	119,0	3,05	2,06	1,41	66,1
Минеральные удобрения					
150	52,6	2,03	5,50	1,92	102,8
600	142,3	3,88	2,92	2,52	115,2
Жидкий навоз					
150	52,6	2,19	5,40	1,96	105,5
600	139,5	3,88	2,81	2,45	112,2
Минеральные удобрения + жидкий навоз					
150	52,3	2,11	5,52	1,96	104,7
600	146,6	4,05	2,81	2,53	115,7

ния растений 600 тыс/га уже на ранних фазах развития растений (8-й лист) приход ФАР к листьям среднего и нижнего ярусов был ниже соответственно в 2,6 и 4,2 раза, чем при 150 тыс/га. Во время выметывания метелки приход ФАР к листьям среднего яруса в загущенных посевах составлял 15, а к нижнему ярусу — всего 6% прихода ее к верхним листьям, тогда как в менее загущенных посевах он был вдвое большим.

Отмеченные выше особенности фотосинтетической деятельности кукурузы в контрольном и опытных вариантах определили характер формирования урожая.

Удобрения в годы исследований увеличивали накопление зеленой массы и сухого вещества кукурузы при обеих густотах. Так, к фазе выметывания зеленая масса одного растения при густоте стояния 150 тыс/га возросла под действием удобрений в 1975, 1976, 1977 гг. соответственно на 60, 268 и 167 г, при 600 тыс/га — на 50, 159 и 72 г.

Загущение вызвало более медленное накопление растением зеленой массы и сухого вещества, особенно во второй половине вегетации, хотя в начальные фазы развития, и прежде всего в неблагоприятных погодных условиях, кукуруза в этих посевах не отставала в росте от растений в менее загущенных посевах и даже превосходила их. Масса одного растения в загущенных неудобряемых посевах была к 10 июля 1977 г. на 37,7%, а к 10 августа — на 67% ниже, чем при густоте стояния растений 150 тыс/га, в вариантах с расчетными дозами удобрений — соответственно на 22 и 58%.

Различия метеорологических условий в годы исследований определили особенности формирования урожая по годам. В неблагоприятном 1976 г. накопление зеленой массы и сухого вещества (табл. 3) шло значительно медленнее, чем в 1975 и 1977 гг.

Под влиянием удобрений значительно увеличивались суточные приросты сухого вещества во все годы. Так, с 10 июля по 10 августа 1977 г. они составляли в варианте без удобрений при густоте 150 тыс/га — 1,5, при 600 тыс/га — 1,6 ц/га, а в вариантах с удобрениями — соответственно 2,2 и 3,0 ц/га.

Загущение было эффективным только в вариантах с достаточным количеством удобрений, где оно позволило увеличить суточные приросты сухого вещества на 36%, а в контроле (без удобрений) — лишь

Накопление сухого вещества кукурузы (ц/га)

Густота стояния растений, тыс/га	Годы	1/VII	10/VII	20/VII	1/VIII	10/VIII	20/VIII	1/IX
Без удобрений (контроль)								
150	1975	7,7	14,0	48,8	52,7	76,3	98,9	126,2
	1976	0,2	0,4	1,2	3,6	13,3	19,6	46,5
	1977	2,9	8,0	18,9	32,3	55,2	75,2	76,6
600	1975	24,0	43,0	96,5	105,2	112,3	—	—
	1976	0,9	2,1	5,6	17,1	20,6	38,2	50,6
	1977	12,1	21,7	36,2	58,8	72,6	—	—
Минеральные удобрения								
150	1975	6,6	14,9	57,2	63,0	83,6	112,2	136,7
	1976	0,2	0,5	1,4	6,2	15,6	33,2	60,3
	1977	2,7	9,6	22,5	54,7	72,0	104,8	114,0
600	1975	29,5	49,7	142,7	139,3	163,2	—	—
	1976	0,8	1,9	6,4	20,9	59,3	94,2	115,1
	1977	16,0	31,0	66,7	94,0	119,4	—	—
Жидкий навоз								
150	1975	11,1	21,5	61,4	77,8	96,2	118,6	137,7
	1976	0,2	0,4	1,2	5,6	14,6	32,2	52,7
	1977	3,9	11,5	33,0	58,0	86,6	103,0	113,8
600	1975	35,1	60,4	140,9	138,0	160,4	—	—
	1976	1,1	2,5	4,8	14,9	56,5	62,0	74,9
	1977	18,5	38,7	81,9	102,7	124,8	—	—
Минеральные удобрения + жидкий навоз								
150	1975	9,6	21,9	50,9	70,4	92,3	111,5	135,4
	1976	0,2	0,5	1,4	7,8	15,9	38,2	65,1
	1977	3,3	10,7	28,6	64,0	79,6	108,0	118,4
600	1975	34,7	51,7	122,5	144,8	161,1	—	—
	1976	1,0	2,7	6,6	28,0	48,8	77,7	124,8
	1977	15,3	30,4	67,2	92,7	123,4	—	—

на 7%. В результате в загущенных посевах урожай формировался значительно раньше, чем в менее загущенных. Так, в 1975 и 1977 гг. при густоте стояния растений 600 тыс/га максимальный урожай был сформирован к 10 августа (фаза выметывания), а при 150 тыс/га — на 3—4 недели позже. Дальнейший прирост урожая зеленой массы и сухого вещества в менее загущенных посевах продолжался за счет образования початков. В загущенных посевах початков не было, и прирост урожая прекращался. Даже в условиях неблагоприятного для роста и развития кукурузы 1976 г. в этих посевах к 10 августа сформировался высокий урожай зеленой массы и сухого вещества.

Таким образом, площади, занятые загущенными посевами кукурузы, освобождаются в конце первой декады августа и в дальнейшем их можно использовать по типу занятого пара или полупара. Появляется возможность вносить на освободившуюся площадь жидкий навоз (в это время мало свободных от посевов полей) и тем самым частично решать проблему его утилизации.

Урожайность кукурузы в вариантах с удобрениями в среднем за 3 года была близкой к планируемой (табл. 4). Отклонения по годам оказались незначительными. Только в варианте с одним жидким навозом в крайне неблагоприятном по метеорологическим условиям 1976 г. было получено заметно меньше зеленой массы кукурузы. Это связано, видимо, с тем, что в условиях избыточного увлажнения и по-

Урожайность кукурузы (ц зеленой массы на 1 га)
при бесменном посеве в 1975—1977 гг.

Густота стояния растений	Зеленая масса				Абсолютно сухое вещество			
	1975	1976	1977	в среднем за 3 года	1975	1976	1977	в среднем за 3 года
Без удобрений (контроль)								
150	640	479	328	482	115,5	44,4	60,9	73,6
600	743	421	387	517	105,5	36,1	56,5	66,1
Минеральные удобрения								
150	686	702	782	723	116,0	60,4	131,9	102,8
600	933	952	917	934	145,0	75,7	125,0	115,2
Жидкий навоз								
150	719	660	823	734	124,0	59,7	132,9	105,5
600	924	784	960	890	144,1	62,2	130,3	112,2
Минеральные удобрения + жидкий навоз								
150	710	756	793	753	120,0	65,0	129,0	104,7
600	942	914	937	931	145,0	77,4	124,7	115,7
НСР ₀₅ от удобрений	100,0	105,1	60,8	31,1	9,3	6,9	16,6	4,6
НСР ₀₅ от загушения	79,5	110,2	98,9	65,1	8,9	11,1	13,3	9,5

ниженных температур минерализация органического вещества жидкого навоза затруднялась и обеспечение растений элементами минерального питания снижалось. В остальных удобряемых вариантах относительно низкий сбор сухих веществ кукурузы в 1976 г. при высокой урожайности зеленой массы объясняется тем, что формирование урожая кукурузы шло в этих условиях очень быстрыми темпами и практически продолжалось всего месяц (табл. 3). Кукуруза была убрана в ранней фазе развития (при густоте 150 тыс/га — в начале выметывания, при густоте 600 тыс/га — в период появления 15—16-го листа) и имела низкое содержание сухих веществ (около 9 и 8% соответственно). Подобные данные по содержанию сухих веществ в кукурузе в холодные дождливые годы были получены и другими авторами [4].

Урожайность зеленой массы кукурузы в севооборотном звене ячмень — кукуруза — кормовая свекла (табл. 5) в среднем за 3 года

Таблица 5

Урожайность кукурузы (ц зеленой массы на 1 га) в севооборотном звене
ячмень — кукуруза — кормовая свекла в 1975—1977 гг.

Густота стояния растений, тыс/га	1975	1976	1977	В среднем за 3 года
Без удобрений (контроль)				
150	667	184	210	353
600	793	178	323	431
Минеральные удобрения				
150	715	577	630	640
600	875	787	866	843
Жидкий навоз				
150	710	428	752	630
600	830	533	951	771
Минеральные удобрения + жидкий навоз				
150	713	614	711	679
600	894	635	870	800

была несколько ниже, чем на постоянном участке (табл. 4) в соответствующих вариантах. Причем в 1975 г. бессменные посевы кукурузы и ее посевы в севооборотном звене (предшественником в обоих случаях были многолетние травы) практически не различались по этому показателю, а в неблагоприятном 1976 г. преимущество первых стало заметным. По-видимому, это можно объяснить лучшим воздушным режимом почвы, складывающимся в повторных посевах кукурузы, после которой накапливается значительно больше корневых и пожнивных остатков, чем после ячменя. Известно, что кукуруза весьма чувствительна к аэрации, оптимальные условия для получения ее высоких урожаев на суглинистых почвах создаются при внесении больших доз удобрений и высокой порозности аэрации [6]. Ухудшение аэрации почвы резко снижает поступление в растения фосфора и других элементов минерального питания [7].

Для борьбы с сорной растительностью в посевах кукурузы применяли атразин. Техническая эффективность этого гербицида колебалась по годам от 92,40 до 99,98%. В бессменных посевах при густоте стояния растений 150 тыс/га прибавки урожая от обработки атразином в дозе 5 кг/га в контроле составили 203 ц/га, а при внесении минеральных удобрений — до 645 ц/га, при 600 тыс/га — соответственно 137 и 368 ц/га. Большие абсолютные урожаи зеленой массы кукурузы получены за 3 года при густоте 600 тыс/га, так как в загущенных посевах кукуруза сильнее угнетала сорную растительность, чем в ширококорядных.

Относительное содержание элементов минерального питания в вегетативной части растений уменьшалось по мере ее нарастания и самым низким было во время уборки (табл. 6). Особенно резко оно снижалось в варианте без удобрений. В вариантах с удобрениями содержание элементов минерального питания было выше при обеих густотах стояния, чем в контроле. При этом под действием удобрений больше изменялось содержание азота, затем калия и фосфора. Разные виды удобрений по своему влиянию на содержание основных элементов минерального питания в растениях мало отличались друг от друга.

Таблица 6

Содержание элементов минерального питания (% на абсолютно сухое вещество) в кукурузе в среднем за 1975—1977 гг.

Густота стояния растений, тыс/га	12-й лист			Выметывание			Начало формирования зерна*			Во время уборки		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений (контроль)												
150	2,49	0,84	3,65	1,73	0,67	3,24	1,35	0,52	2,14	1,14	0,53	2,08
600	2,13	0,74	3,71	1,32	0,61	3,45	—	—	—	1,12	0,60	2,87
Минеральные удобрения												
150	3,18	0,98	4,08	2,67	0,85	3,66	2,11	0,62	2,72	1,91	0,59	2,52
600	3,21	0,94	4,32	2,58	0,76	3,48	—	—	—	2,15	0,67	3,05
Жидкий навоз												
150	2,93	0,91	4,37	2,36	0,81	3,87	1,74	0,56	2,86	1,72	0,62	2,57
600	2,63	0,89	4,65	2,05	0,78	3,76	—	—	—	1,90	0,69	3,47
Минеральные удобрения + жидкий навоз												
150	3,37	0,96	4,34	2,43	0,82	3,54	1,92	0,61	2,82	1,80	0,59	2,54
600	3,04	0,91	4,39	2,47	0,79	3,71	—	—	—	2,10	0,69	3,19

* Среднее за 1975 и 1977 гг.

Биохимический состав кукурузы (в среднем за 1975—1977 гг.)

Густота стояния растений, тыс/га	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	БЭВ	Ca*	P	Mg*	K ₂ O
	% на сухое вещество								
	Без удобрений (контроль)								
150	9,41	3,44	29,32	7,55	50,28	0,45	0,23	0,43	2,08
600	8,39	2,72	32,39	9,37	47,13	0,54	0,26	0,35	2,87
	Минеральные удобрения								
150	13,16	3,37	28,46	7,40	47,61	0,46	0,26	0,36	2,52
600	13,75	2,71	31,79	9,20	42,55	0,48	0,29	0,41	3,05
	Жидкий навоз								
150	12,21	3,32	28,69	7,87	47,91	0,39	0,27	0,36	2,57
600	12,41	2,45	31,47	10,83	42,84	0,43	0,30	0,34	3,47
	Минеральные удобрения + жидкий навоз								
150	12,50	3,20	28,09	8,09	48,12	0,42	0,26	0,41	2,54
600	13,32	2,70	31,35	9,91	42,67	0,48	0,30	0,34	3,19

* В среднем за 1975—1976 гг.

В разные годы исследований содержание их в урожае определялось фазой развития кукурузы во время уборки. При внесении одного жидкого навоза в растениях содержалось несколько меньше азота и больше калия, чем в кукурузе других вариантов с расчетными дозами удобрений. Видимо, в жидком навозе не весь азот находится в легкодоступной форме и требуется время для его минерализации, калий же практически весь представлен растворимой формой и, кроме того, в этом варианте его было больше, чем в других, так как дозы жидкого навоза рассчитывались по потребности растений в азоте. Повышенное содержание элементов минерального питания в растениях во время уборки при густоте 600 тыс/га объясняется тем, что кукурузу здесь убирали в фазе начала выметывания (1976 г.) или в начале цветения мужских соцветий (1975 и 1977 гг.), а при густоте 150 тыс/га — в фазе выметывания или молочной спелости зерна.

Удобрения увеличивали не только относительное содержание элементов минерального питания в кукурузе, но и накопление их с урожаем в течение вегетации. В конечном счете с урожаем кукурузы в среднем за 3 года в вариантах с удобрениями при густоте 150 тыс/га было вынесено больше азота в 2,1, фосфора — в 1,6 и калия — в 1,8 раза.

Накопление элементов минерального питания в растениях в загущенных посевах в фазу 12 листьев более чем в 2 раза превышало его уровень в кукурузе при меньшей густоте стояния.

В ходе вегетации происходило перераспределение элементов минерального питания по органам растений. В начале роста основное количество элементов сосредоточивалось в листьях: азота и фосфора до 70% и калия — до 60%. К фазе выметывания листья и стебли мало различались по содержанию азота и фосфора, а калия было больше в стеблях (до 70%). К концу вегетации при густоте стояния растений 150 тыс/га в вариантах с удобрениями в листьях содержалось до 40—46% азота, 27—34% фосфора и 18—21% калия.

На формирование 100 ц зеленой массы кукурузы при густоте стояния 150 тыс/га в среднем по вариантам удобрений за 3 года затрачивалось N — 24, P₂O₅ — 8 и K₂O — 34 кг, при 600 тыс/га — соответственно 26; 8 и 40 кг. В загущенных посевах больше потреблялось азота и

Содержание аминокислот (г на 100 г абсолютно сухого вещества) в кукурузе в 1975 г. (в числителе) и в 1976 г. (в знаменателе)

Аминокислоты	Контроль		Минеральные удобрения		Жидкий навоз		Жидкий навоз + минеральные удобрения	
	густота стояния растений, тыс/га							
	150	600	150	600	150	600	150	600
Лизин	0,25	0,32	0,30	0,47	0,34	0,42	0,35	0,35
	0,52	0,34	0,64	0,47	0,54	0,36	0,59	0,51
Гистидин	0,12	0,16	0,19	0,24	0,16	0,22	0,18	0,20
	0,23	0,16	0,27	0,18	0,24	0,12	0,24	0,18
Аргинин	0,27	0,32	0,24	0,50	0,32	0,43	0,30	0,34
	0,42	0,30	0,58	0,43	0,46	0,30	0,46	0,43
Аспарагиновая	0,59	0,68	0,66	0,98	0,72	0,86	0,83	0,75
	0,98	0,74	1,35	1,15	1,23	0,92	1,11	1,39
Треонин	0,26	0,33	0,30	0,44	0,35	0,42	0,34	0,33
	0,43	0,23	0,60	0,38	0,65	0,39	0,52	0,43
Серин	0,27	0,33	0,31	0,46	0,36	0,42	0,35	0,34
	0,55	0,26	0,64	0,44	0,64	0,35	0,52	0,48
Глутаминовая	0,78	0,99	1,07	1,39	1,08	1,32	0,99	1,12
	1,24	0,75	2,06	1,14	1,77	0,92	1,80	1,31
Пролин	0,26	0,26	0,38	0,55	0,38	0,44	0,32	0,48
	0,48	0,19	0,62	0,36	0,41	0,37	0,66	0,43
Глицин	0,25	0,38	0,35	0,51	0,40	0,47	0,36	0,36
	0,48	0,27	0,66	0,42	0,55	0,34	0,59	0,48
Аланин	0,48	0,48	0,51	0,65	0,55	0,59	0,52	0,56
	0,70	0,41	0,98	0,59	0,82	0,50	0,81	0,66
Валлин	0,35	0,40	0,39	0,54	0,39	0,50	0,39	0,47
	0,55	0,32	0,76	0,41	0,64	0,38	0,58	0,50
Метионин	0,04	0,07	0,07	0,08	0,06	0,11	0,07	0,09
	0,08	0,06	0,08	0,06	0,12	0,08	0,09	0,06
Изолейцин	0,23	0,28	0,26	0,39	0,31	0,36	0,27	0,32
	0,38	0,22	0,52	0,32	0,41	0,27	0,41	0,34
Лейцин	0,44	0,78	0,54	0,81	0,60	0,74	0,57	0,65
	0,81	0,42	1,07	0,64	0,94	0,55	0,95	0,71
Тирозин	0,15	0,25	0,23	0,33	0,24	0,28	0,23	0,24
	0,32	0,18	0,39	0,23	0,36	0,26	0,40	0,28
Фенилаланин	0,32	0,54	0,41	0,66	0,47	0,59	0,39	0,41
	0,57	0,35	0,74	0,44	0,59	0,39	0,67	0,52

калия, так как в этом случае убирали растения в более молодом возрасте, когда относительное содержание указанных элементов в них было высоким.

Для животноводства важное значение имеет качество получаемого с полей корма.

Анализ структуры урожая показал, что при густоте стояния растений 150 тыс/га под действием удобрений формируется больше початков и несколько снижается доля листьев и стеблей. При густоте стояния 600 тыс/га урожай составляют только листья и стебли.

В вариантах с удобрениями в сухом веществе кукурузы содержалось больше сырого протеина (табл. 7): при густоте стояния растений

150 тыс/га в среднем за 3 года разница по сравнению с контролем составила 3,09%, при 600 тыс/га — 5,93%. При загущении посевов содержание сырого протеина повысилось незначительно.

Удобрения способствовали увеличению не только содержания сырого протеина в кукурузе, но и сбора его с единицы площади: в среднем за 3 года при густоте 150 тыс/га — в 1,8, при 600 тыс/га — в 2,6 раза.

Качество сырого протеина корма в значительной степени определяется его аминокислотным составом. Содержание большинства аминокислот под влиянием разных видов удобрений увеличивалось в оба года определения практически одинаково (табл. 8). Однако действие удобрений на этот показатель различалось по годам. Если в 1975 г. общее содержание аминокислот возросло в вариантах с удобрениями при густоте стояния растений 150 тыс/га на 15%, а незаменимых аминокислот — на 26%, при 600 тыс/га — на 23 и 12%, то в 1976 г. — соответственно на 25 и 21%; 47 и 41%.

В 1976 г. загущение посевов привело к снижению содержания всех аминокислот во всех вариантах. Но если в контроле оно снизилось на 41%, то на удобренных участках — в среднем только на 30%, т. е. удобрения уменьшили отрицательное воздействие загущения. В 1975 г. не наблюдалось неблагоприятного влияния загущения на содержание аминокислот, так как кукурузу убирали в разное время. При уборке в более ранние фазы содержание аминокислот в растениях было выше. Этим объясняются различия в содержании аминокислот в урожае по годам при одинаковой густоте стояния растений.

Под влиянием удобрений вместе с ростом урожайности увеличивался и сбор аминокислот: в 1975 г. при густоте стояния растений 150 тыс/га — в 1,3 раза, при 600 тыс/га — в 1,7 раза, в 1976 г. — соответственно в 1,7 и 2,9 раза.

Одним из показателей качества корма является содержание в нем нитратного азота. В нашем опыте оно снижалось по мере роста и развития кукурузы (табл. 9). В стеблях нитратного азота содержалось в несколько раз больше, чем в листьях.

Т а б л и ц а 9

Изменение содержания нитратного азота (% на абсолютно сухое вещество) в кукурузе по фазам развития в среднем за 1975—1977 гг.

Густота стояния растений, тыс/га, и органы растений	7-й лист	12-й лист	Выметывание	Начало формирования зерна	Уборка	7-й лист	12-й лист	Выметывание	Начало формирования зерна	Уборка
150:	Без удобрений (контроль)					Жидкий навоз				
стебли	0,26	0,26	0,27	0,16	0,11	0,33	0,53	0,50	0,34	0,19
листья	0,15	0,09	0,06	0,07	0,05	0,18	0,15	0,10	0,06	0,08
растение	0,18	0,14	0,16	0,13	0,09	0,22	0,30	0,31	0,25	0,15
600:	Минеральные удобрения					Минеральные удобрения + жидкий навоз				
стебли	0,30	0,23	0,11	—	0,10	0,41	0,53	0,31	—	0,21
листья	0,17	0,07	0,06	—	0,06	0,14	0,17	0,10	—	0,06
растение	0,20	0,13	0,08	—	0,08	0,22	0,32	0,21	—	0,14
150:	Минеральные удобрения					Минеральные удобрения + жидкий навоз				
стебли	0,58	0,98	0,82	0,50	0,30	0,65	1,03	0,63	0,36	0,26
листья	0,22	0,20	0,14	0,12	0,10	0,19	0,13	0,09	0,10	0,07
растение	0,31	0,51	0,49	0,37	0,23	0,31	0,48	0,37	0,28	0,19
600:	Минеральные удобрения					Минеральные удобрения + жидкий навоз				
стебли	0,72	1,24	0,89	—	0,53	0,76	1,10	0,73	—	0,38
листья	0,24	0,22	0,20	—	0,15	0,26	0,18	0,12	—	0,13
растение	0,39	0,62	0,46	—	0,34	0,41	0,55	0,41	—	0,27

Удобрения увеличивали содержание нитратного азота в растениях во все сроки определения. Однако при внесении минеральных удобрений, в состав которых входила аммиачная селитра, оно возрастало в большей мере, чем при совместном их внесении с жидким навозом или внесении только жидкого навоза. В среднем за 3 года в варианте с минеральными удобрениями содержание нитратного азота в сухом веществе кукурузы повысилось при густоте стояния растений 150 тыс/га в 2,6, при 600 тыс/га — в 4,2 раза, в варианте минеральные удобрения + жидкий навоз — в 2,1 и 3,4 раза, при использовании одного жидкого навоза — в 1,7 и 1,8 раза.

Загущение посевов также по-разному влияло на содержание нитратного азота в растениях в разных вариантах удобрения. В среднем за 3 года оно оставалось на одном уровне во время уборки в контроле и варианте с одним жидким навозом при обеих густотах стояния. На фоне минеральных удобрений загущение увеличивало содержание нитратного азота на 48%, а при совместном внесении их с жидким навозом — на 42%.

Указанные особенности в накоплении нитратного азота следует учитывать при составлении кормовых рационов и определении способа использования зеленой массы кукурузы (скармливать в зеленом виде или в силосованном).

Выводы

1. Влияние жидкого навоза, минеральных удобрений и их совместного внесения на фотосинтетическую деятельность кукурузы было практически одинаковым.

2. Урожайность кукурузы была близкой к запланированной (800 ц/га) во всех вариантах с удобрениями. В загущенных посевах (600 тыс. растений на 1 га) урожай формировался на 3 недели раньше, чем в менее загущенных (150 тыс/га).

3. Для формирования урожая в 800 ц зеленой массы на 1 га (110 ц сухого вещества) фотосинтетический потенциал посева кукурузы должен составлять 2 млн. м²·дней/га, а средняя за вегетационный период чистая продуктивность фотосинтеза равняться 5,5 г/м² в сутки.

4. На формирование 1 ц зеленой массы кукурузы в среднем в вариантах с удобрениями при густоте стояния растений 150 тыс/га затрачивалось N — 0,24, P₂O₅ — 0,08, K₂O — 0,34 кг, при 600 тыс/га — соответственно 0,26; 0,08; 0,40 кг.

5. Удобрения повышали качество урожая кукурузы. При их внесении содержание сырого протеина в кукурузе увеличивалось по сравнению с контролем при густотах стояния 150 и 600 тыс/га в среднем в 1,3 и 1,6 раза, а сбор незаменимых аминокислот — в 1,5 и 2 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балахонов С. И. Применение жидкого навоза на дерново-подзолистых суглинистых почвах БССР. «Агрохимия», 1968, № 12, с. 51—59. — 2. Бугай Э. С. Использование жидкого свиного навоза под яровую пшеницу и кукурузу. Тр. НИИ сельск. хоз-ва Сев. Зауралья, 1974, вып. 9, с. 170—176. — 3. Бычков В. Жидкий навоз под картофель. «Картофель и овощи», 1974, № 2, с. 11—12. — 4. Вавилов П. П., Болотова Е. С. Особенности роста и развития кукурузы. Тр. Коми филиала АН СССР, 1967, № 16, с. 4—25. — 5. Гавар С. П. Применение бесподстилочного навоза под кормовые культуры в лесостепи. В сб.: Опыт повышения культуры земледелия

и плодородия почв Омской области. Омск, 1975, с. 39—43. — 6. Гречин И. П., Замараев А. Г. Влияние аэрации почвы на рост, развитие и урожай кукурузы. «Докл. ТСХА», 1965, вып. 109, ч. 2, с. 71—76. — 7. Гродзинский А. М. Поглощительная деятельность корней при разных условиях аэрации. «Агрохимия», 1965, № 10, с. 104—107. — 8. Ефремова Л. И. Эффективность применения бесподстилочного навоза крупного рогатого скота на дерново-подзолистых суглинистых почвах. Автореф. канд. дис. М., 1975. — 9. Новиков В. М. Использование животноводческих стоков для орошения кормовых угодий. Докл. науч.-технич. совещ., Вильнюс,

1977. — 10. Ничипорович А. А. Крупное достижение биологической науки в повышении продуктивности растений. «Экология», 1971, № 1, с. 5—11. — 11. Парфутина М. П. Интенсификация возделывания кукурузы в ФРГ. «Сельск. хоз-во за рубежом», Растениеводство, 1973, № 9, с. 1—5. — 12. Росс Ю. К. Математическое моделирование фотосинтетической продуктивности растений. «Вестн. АН СССР», 1972, № 12, с. 99—106. — 13. Семенов П. Я. Применение бесподстилочного навоза под кукурузу (из опыта ГДР). «Кукуруза», 1973, № 5, с. 32. — 14. Спевак Х., Лепеха В. Жидкий навоз под картофель. «Картофель и овощи», 1973, № 11, с. 10—11. — 15. Тооминг Х. Г. Перспективы прогноза эффективности изменения параметров растений и оценка мак-

симального урожая. В сб.: Программирование урожая с.-х. культур. М., «Колос», 1975, с. 403—415. — 16. Третьяков Н. Н., Гусев Г. С., Осипов В. Н. Опыт получения планируемых урожаев кормовых культур в условиях животноводческого комплекса. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 6, с. 29—39. — 17. Третьяков Н. Н., Ишутин С. А. Продуктивность разных травосмесей и качество зеленого корма при внесении минеральных удобрений и жидкого навоза. «Изв. ТСХА», 1978, вып. 6, с. 38—46. — 18. Шатилов И. С. Биологические основы полевого травостоя в центральных районах Нечерноземной зоны. М., «Колос», 1969. — 20. Lange H. "Arch. Acker. Pflanzenbau u. Bodenk.", 1973, Bd 17, N 7/8, S. 643—648.

Статья поступила 13 декабря 1978 г.

SUMMARY

The trial was conducted in 1975—1977 on the state farm "Voronoovo". It has been found that, under the optimal water regime, fertilizers, liquid manure and their combinations applied in equivalent amounts as to the available nutrients contained were slightly different from each other in the effect on corn yield formation and ensured the programmed amount of good quality green mass — 800 hwt/ha.

The thickness of plant stand being 150 thousand/ha, 0.24 kg of N, 0.08 kg of P_2O_5 , 0.34 kg of K_2O were spent to form 1 hwt of green mass of corn; with the thickness of 600 thousand/ha — 0.26; 0.08; 0.40 kg respectively.