

УДК 631.452:631.445.24:631.862.2

ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ПРОПАШНОМ ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА ПРИ ВНЕСЕНИИ ЖИДКОГО НАВОЗА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А. М. ЛЫКОВ, А. Ф. САФОНОВ, А. А. ОСИН
(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Насыщение севооборота пропашными культурами, отличающимися высокой требовательностью к плодородию почвы, при недостаточном удобрении ведет к обеднению пахотного слоя гумусом, ухудшению его агрофизических и агрохимических свойств [2, 5]. Поэтому для поддержания положительного баланса гумуса в почве и получения максимально возможных и устойчивых урожаев необходимо внесение органических удобрений, в частности жидкого навоза, который в большом количестве скапливается на животноводческих комплексах.

Бесподстильный жидкий навоз как источник усвояемого в первый год азота превосходит подстильный вследствие высокой степени минерализации, более равномерного распределения в почве, но значительно уступает ему в последствии [1, 7, 9].

Влияние жидкого навоза на запасы гумуса почвы незначительное [8]. Однако имеется опасность разрушения почвенного гумуса при внесении повышенных доз жидкого навоза с узким соотношением С:N, что связано с высокой его биологической активностью [4, 11].

Таким образом, необходимо научное обоснование возможности использования возрастающих норм жидкого навоза в целях расширенного воспроизводства плодородия почв, особенно дерново-подзолистых, отличающихся низким потенциальным и эффективным плодородием. Кроме того, заслуживает внимания изучение возможности применения жидкого навоза на фоне различных доз минеральных удобрений, поскольку соотношение питательных веществ в таком навозе не отвечает требованиям различных культур. Этим вопросам и были посвящены наши исследования.

Методика и условия проведения опытов

Исследования проводили в 1975—1979 гг. в стационарном и мелкоделяночном полевых опытах, заложенных в совхозе «Вороново» Подольского района Московской области. Почва опытных участков дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на покровном суглинке.

Влияние жидкого навоза и минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность культур изучали в звене севооборота: кукуруза — кормовая свекла — ячмень (66% насыщенность пропашными культурами). Стационарный опыт развернут в пространстве и во времени, мелкоделяночный — только во времени. Варианты удобрения: 1 — контроль (без удобрений); 2 — NPK; 3 — жидкий навоз; 4 — жидкий на-

воз 1/2+NPK 1/2. Нормы удобрений в стационарном опыте (табл. 1) рассчитывали на получение урожая зерна ячменя 50 ц с 1 га, зеленой массы кукурузы — 800, корнеплодов кормовой свеклы — 1200 ц с учетом содержания питательных веществ в почве и коэффициентов использования NPK из удобрений. Норму жидкого навоза определяли по содержанию азота.

В мелкоделяночном опыте изучали эффективность минеральных удобрений в нормах 60N80P60K (в дальнейшем условно NPK), 120N160P120K — 2(NPK) и 180N240P180K — 3(NPK) на фоне возрастающих норм навоза — 80; 160 и 240 т/га. Анализ жидкого навоза проводили по общепринятым методикам. В жидком

Нормы внесения жидкого навоза (т/га) и минеральных удобрений (кг д. в. на 1 га) в стационарном опыте

Удобрения	1976—1977 гг.			1978—1979 гг.		
	ячмень	кукуруза	кормовая свекла	ячмень	кукуруза	кормовая свекла
2-й вариант						
N	150	400	950	140	230	540
P ₂ O ₅	60	300	275	60	120	120
K ₂ O	60	300	1000	60	320	740
3-й вариант						
Жидкий навоз	80	140	400	—	80	200
4-й вариант						
Жидкий навоз	40	70	200	—	40	100
N	80	200	500	30	120	280
P ₂ O ₅	—	180	—	60	30	—
K ₂ O	—	100	450	60	240	490

навозе крупного рогатого скота содержание сухого вещества в среднем составляло 8,98 %, органического вещества — 5,95, углерода — 2,90, общего азота — 0,3, аммиачного азота — 0,16, P₂O₅ — 0,15, K₂O — 0,30 %. Бесподстилочный навоз и 2/3 фосфорно-калийных удобрений вносили под основную обработку почвы, азотные и 1/3 РК — под предпосевную. Влажность почвы поддерживали на уровне 60—80 % ППВ путем орошения. Размер делянок в стационарном опыте — 344 м², в мелкоделяночном — 16 м². Повторность 3-кратная. Урожай учитывали сплошным методом. Результаты опытов обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Возделывали ячмень сорта Московский 121, кукурузу гибрид Буковинский 3ТВ и кормовую свеклу Тимирязевскую 56. Агро-

химические свойства почвы изучали по слоям 0—20 и 20—40 см. Обменную кислотность определяли на потенциометре, гидролитическую — по Каппену, сумму поглощенных оснований — по Каппену — Гильковичу, общий азот — по Кьельдалю, P₂O₅ и K₂O — по Кирсанову, углерод — по Тюрину.

В вегетационные периоды 1976 и 1978 гг. выпало повышенное количество осадков, температура воздуха была пониженной; в 1979 г. в мае — июне стояла засушливая погода, в июле — прохладная и влажная, в августе и первой половине сентября — умеренно влажная и теплая.

Вегетационный период 1977 г. был теплый с достаточно равномерным распределением осадков по месяцам, что благоприятно сказалось на росте и развитии полевых культур.

Результаты исследований

Возделывание полевых культур в пропашном звене севооборота в течение 5 лет без удобрений привело к существенному изменению агрохимических свойств почвы (табл. 2). Гидролитическая кислотность увеличилась на 25 %, несколько повысилась обменная кислотность в слое 20—40 см, содержание доступных форм фосфора и калия снизилось в обоих слоях почвы. Эти изменения обусловлены в основном уменьшением запасов органического вещества и выносом их с урожаем.

В результате применения высоких доз минеральных удобрений обменная кислотность почвы повысилась более значительно, чем в варианте без удобрений. Это повышение связано с вытеснением из почвенно-поглощающего комплекса ионов водорода и алюминия катионами минеральных удобрений. Содержание фосфора увеличилось только в верхнем слое, а в нижнем оставалось на исходном уровне, содержание калия существенно повысилось в обоих слоях почвы.

Внесение одного навоза и в сочетании с NPK способствовало улучшению физико-химических свойств почвы во всем 0—40 см слое.

При внесении 80 т навоза на фоне 3 (NPK) физико-химические свойства почвы не изменились, а содержание доступного фосфора и калия повысилось. Нормы навоза 240 т/га не показали заметного влияния

Изменение агрохимических свойств почвы под действием удобрений
(в числителе — слой почвы 0—20 см, в знаменателе — 20—40 см)

Вариант	pH _{KCl}	H _T	S	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
		мг. экв на 100 г			мг на 100 г	
Стационарный опыт						
Исходное состояние	6,51	1,31	12,2	90,3	21,0	13,1
	5,12	2,82	11,5	80,3	13,0	9,0
Контроль	6,45	1,62	12,1	88,2	13,4	9,2
	4,93	3,53	11,0	75,7	7,0	7,8
NPK	6,15	1,68	11,8	87,5	28,5	22,2
	4,59	3,35	10,8	76,3	13,0	15,0
Жидкий навоз	6,61	1,12	14,9	93,0	25,1	25,0
	5,22	2,63	12,0	82,0	12,8	18,4
Жидкий навоз + NPK	6,64	0,98	13,6	93,2	28,4	30,0
	5,31	2,74	12,3	81,8	10,6	17,2
Мелкоделяночный опыт						
Исходное состояние	6,12	1,91	11,2	85,4	17,9	8,3
	5,35	2,31	9,2	79,9	10,9	10,2
Контроль	5,95	1,92	9,3	82,9	12,5	10,6
	5,11	2,60	8,7	77,0	9,5	7,0
180N240P180K	5,72	2,01	9,1	81,9	28,1	14,0
	4,93	2,83	8,4	74,8	9,7	9,2
80 т жидкого навоза на 1 га + 180N240P180K	6,07	2,04	11,3	84,7	24,0	28,9
	5,08	2,61	9,2	77,9	16,2	13,6
240 т жидкого навоза на 1 га + 180N240P180K	6,31	1,80	12,0	87,0	31,4	29,8
	5,22	2,37	9,4	79,9	15,7	14,8

на агрохимические показатели почвы, что, по-видимому, объясняется быстрой его минерализацией в условиях пропашного севооборота и непродолжительным периодом воздействия на почву. Кроме того, с высокими урожаями кукурузы и кормовой свеклы выносилось значительное количество кальция, что требовало больших затрат органического вещества навоза на поддержание равновесия почвенного раствора и для нейтрализации физиологической кислотности минеральных удобрений.

Создание бездефицитного баланса гумуса в севообороте и быстрее его накопление являются важнейшим условием повышения плодородия дерново-подзолистой почвы в интенсивном земледелии. Поэтому при оценке действия высоких доз жидкого навоза и минеральных удобрений мы определяли содержание и абсолютные запасы углерода и азота перед закладкой опыта и в конце его проведения (табл. 3). В контрольных вариантах содержание углерода и азота в слое 0—20 см резко снижалось, а в слое 20—40 см — несколько увеличивалось. Такая динамика углерода обусловлена минерализацией гумуса. На перераспределение гумуса по слоям почвы определенное влияние оказывала также глубокая обработка (на 25—27 см). За годы исследований абсолютные запасы углерода и азота в 0—40 см слое снизились на 9%.

При внесении минеральных удобрений уменьшался расход гумуса почвы, но баланс его и в этом случае оставался дефицитным. Как показали результаты длительных опытов, проведенных на дерново-подзолистых почвах, минеральные удобрения несколько тормозят снижение содержания гумуса в пахотном слое [3].

В стационарном опыте при внесении в среднем за 5 лет навоза около 150 т/га в год содержание углерода и азота по всему профилю 0—40 см слоя повышалось. Абсолютные запасы их увеличивались соответственно на 3,5 и 0,2 т/га. Совместное внесение половинных норм навоза и минеральных удобрений обусловило накопление органического вещества в почве, однако темпы его накопления были ниже, чем в варианте с одним навозом.

Такие же особенности в изменении содержания органического вещества в почве наблюдались и в мелкоделяночном опыте. Кроме того, по мере повышения норм жидкого навоза на фоне высоких норм минеральных удобрений возрастали и запасы гумуса в почве.

Таким образом, применение одних минеральных удобрений в пропашном звене севооборота не обеспечивает бездефицитного баланса органического вещества почвы. Внесение навоза раздельно и в сочетании с НРК приводит к увеличению запасов гумуса.

Коэффициент гумификации жидкого навоза, рассчитанный на основании данных о фактическом изменении абсолютных запасов углерода в почве, в обоих опытах был очень близким (табл. 4). При внесении на 1 га 10 т углерода с навозом коэффициент гумификации составлял 21,5—22,5%, при удвоении дозы навоза он снижился до 17,2%. Коэффициент гумификации жидкого навоза меньше, чем подстилочного, что объясняется повышенной минерализацией первого в условиях пропашного севооборота при орошении.

Т а б л и ц а 3

Содержание и абсолютные запасы углерода, гумуса и общего азота в почве (в числителе — слой почвы 0—20 см, в знаменателе — 20—40 см)

Вариант	Объемная масса, г/см ³	С. %	N. %	Абсолютные запасы, т/га	
				С	N
Стационарный опыт					
Исходное состояние	1,40	1,13	0,12	31,6	3,42
	1,50	0,49	0,05	14,7	1,53
Контроль	1,50	0,84	0,09	25,2	2,70
	1,54	0,55	0,06	16,9	1,79
НРК	1,47	0,96	0,10	28,2	2,86
	1,57	0,54	0,06	17,0	1,79
Жидкий навоз	1,36	1,21	0,12	32,9	3,37
	1,48	0,57	0,06	16,9	1,78
Жидкий навоз + НРК	1,38	1,16	0,12	32,0	3,37
	1,54	0,54	0,06	16,6	1,72
Мелкоделяночный опыт					
Исходное состояние	1,40	1,16	0,12	32,5	3,42
	1,50	0,49	0,05	14,7	1,62
Контроль	1,40	0,99	0,10	27,7	2,94
	1,59	0,53	0,06	16,8	1,75
180N240P180K	1,46	0,98	0,10	28,6	3,07
	1,56	0,54	0,06	16,8	1,81
80 т жидкого навоза на 1 га + + 180N240P180K	1,40	1,17	0,12	32,8	3,36
	1,52	0,54	0,06	16,4	1,76
160 т жидкого навоза на 1 га + + 160N240P180K	1,38	1,22	0,13	33,7	3,53
	1,49	0,56	0,06	16,7	1,76
240 т жидкого навоза на 1 га + + 180N240P180K	1,40	1,24	0,13	34,7	3,56
	1,50	0,60	0,06	18,0	1,83

Таблица 4

Коэффициент гумификации жидкого навоза (%)

Вариант	Абсолютные запасы углерода, т/га		Внесено углерода, т/га	Коэффициент гумификации, %
	в начале опыта	в конце опыта		
Стационарный опыт				
Жидкий навоз	46,3	49,8	20,3	17,2
Жидкий навоз + NPK	46,3	48,6	10,2	22,5
Мелкоделяночный опыт				
80 т жидкого навоза на 1 га + + 3 NPK	47,2	49,2	9,3	21,5
160 т жидкого навоза на 1 га + + 3 NPK	47,2	50,4	18,6	17,2

Использование методики расчетного баланса гумуса [6] позволило определить коэффициент гумификации навоза, который отражает хорошую сходимость результатов с методом расчета, основанным на фактическом изменении запасов гумуса.

В опытах, проведенных в ГДР [10], коэффициент гумификации бесподстилочного навоза в кормовом севообороте с многолетними травами был несколько выше, чем в наших опытах.

Эффективность использования азота удобрений определяли как отношение азота, вынесенного с урожаем и закрепленного в органическом веществе почвы, к общему количеству азота, поступившего из навоза и минеральных удобрений. Имобилизацию и минерализацию азота почвы рассчитывали на основании данных о фактическом изменении его абсолютных запасов.

В стационарном опыте при одинаковом количестве поступающего азота эффективность его использования в варианте с навозом была выше, чем в вариантах с минеральными удобрениями. При совместном внесении удобрений эффективность использования азота оказалась наиболее высокой (табл. 5).

В стационарном опыте с минеральными удобрениями в почву поступило почти в 2,6 раза больше азота, чем в мелкоделяночном опыте,

Таблица 5

Баланс азота (т/га) и коэффициент его эффективного использования (%)

Вариант	Поступило		Изменение абсолютных запасов азота в почве	Всего поступило	Вынос и закрепление в почве	Коэффициент эффективного использования
	из навоза	из минеральных удобрений				
Стационарный опыт 1975—1979 гг.						
NPK	—	1,87	—0,30	2,17	0,87	40,1
Жидкий навоз	2,10	—	+0,20	2,10	1,02	48,6
Жидкий навоз + NPK	1,05	0,93	+0,14	1,98	1,13	57,1
Мелкоделяночный опыт 1976—1979 гг.						
3 (NPK)	—	0,72	—0,16	0,88	0,51	57,9
80 т жидкого навоза на 1 га + 3 (NPK)	0,96	0,72	+0,08	1,68	0,66	39,3
160 т жидкого навоза на 1 га + 3 (NPK)	1,92	0,72	+0,25	2,64	0,86	32,6
240 т жидкого навоза на 1 га + 3 (NPK)	2,88	0,72	+0,35	3,60	1,07	29,7

Коэффициенты использования полевыми культурами питательных элементов из удобрений в пропашном звене севооборота в 1976—1979 гг.

Вариант	Поступление, кг/га			Вывос, кг/га			Коэффициент использования, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Стационарный опыт									
Контроль	—	—	—	133	78	258	—	—	—
НРК	1720	755	1480	805	227	1155	39,1	19,7	60,6
Жидкий навоз + НРК	1780	735	1780	938	248	1415	45,2	23,1	65,0
Мелкоделяночный опыт									
Контроль	—	—	—	241	111	339	—	—	—
3НРК	720	960	720	513	194	792	37,7	8,6	62,9
80 т жидкого навоза на 1 га + 3 НРК	1680	1440	1680	576	220	938	19,9	7,5	35,6
240 т жидкого навоза на 1 га + 3 НРК	3600	2400	3600	717	224	1196	13,2	4,8	23,8

а эффективность его использования была на 18 % меньше. Это свидетельствует об увеличении непроизводительного расхода азота при внесении высоких норм минеральных удобрений.

По мере увеличения нормы навоза на фоне минеральных удобрений эффективность использования азота снижалась. Так, при ежегодном совместном внесении навоза 240 т/га и 180N240P180K потери азота достигали 70 %. Однако процент его иммобилизации с повышением нормы навоза увеличивался. При норме 80 т/га закрепление азота в органическом веществе почвы составляло 12 % его продуктивного расхода (вывоз с урожаем + иммобилизация), а при двойных и тройных нормах оно повышалось соответственно до 29 и 33 %. Следовательно, высокие нормы бесподстилочного навоза способствуют росту потенциального плодородия почвы. Для увеличения коэффициента эффективного использования азота и снижения его потерь при совместном внесении жидкого навоза в высоких дозах и минеральных удобрений необходимо уменьшать нормы последних.

В пропашном звене севооборота (ячмень — кукуруза — кормовая свекла) поступление питательных веществ в почву из удобрений различалось по вариантам опытов (табл. 6).

Коэффициент использования удобрений полевыми культурами в вариантах с НРК составил 38—39 %, в варианте с навозом — 34 %. В стационарном опыте при совместном внесении навоза и минеральных удобрений он повысился до 45 %. В мелкоделяночном опыте, где большая часть азота поступала в почву с органическими удобрениями, коэффициент его использования растениями при внесении 240 т навоза на 1 га снижался до 13 %. Это связано с большими потерями минерального азота за счет вымывания при выпадении значительного количества осадков и орошении, денитрификации, с одной стороны, и закрепления в почве — с другой.

Использование фосфора полевыми культурами также различалось по вариантам опыта. Коэффициент использования фосфора был наибольшим в стационарном опыте, где за 4 года внесли 735—930 кг P₂O₅ на 1 га. По мере повышения норм навоза использование фосфора резко снижалось.

Коэффициент использования калия растениями в стационарном опыте составил около 60 %; при внесении навоза 240 т/га он уменьшился более чем в 2,5 раза.

Низкое использование растениями фосфора и калия при высоких нормах навоза обусловило повышение количества их доступных форм в почве.

Применение навоза и минеральных удобрений при орошении в среднем за 4 года позволило получить высокие урожан полевых культур (табл. 7). Однако отмечены колебания урожайности отдельных культур севооборота по годам исследований. Более значительно колебалась урожайность ячменя, поскольку в вариантах с удобрениями он сильно полегал. Довольно стабильной была урожайность кукурузы и кормовой свеклы, в связи с тем что пропашные культуры лучше используют удобрения благодаря более длительному периоду потребления элементов питания и более благоприятному строению пахотного слоя, поддерживаемому с помощью междурядных обработок.

Отзывчивость ячменя на минеральные и органические удобрения была одинаковой. Урожай зерна в вариантах с NPK и навозом был на 70 %, а на фоне органо-минеральных удобрений — в 2 раза выше, чем в контроле.

Урожай зеленой массы кукурузы в контроле составил 238 ц/га, на фонах с удобрениями он был в 3,2—3,4 раза больше. Эффективность различных систем удобрения в посевах кормовой свеклы мало различалась: продуктивность ее несколько возрастала при внесении навоза и незначительно снижалась при совместном применении навоза и NPK. Это обусловлено тем, что при внесении навоза несколько улучшались агрофизические свойства почвы, а кормовая свекла более чувствительна к уплотненности почвы, чем злаковые культуры.

Таким образом, ячмень, кукуруза и кормовая свекла по-разному реагируют на интенсивные системы удобрения в условиях орошения. Однако в изменении продуктивности этих культур наблюдается общая тенденция — на фоне навоза или при совместном его внесении с NPK урожайность была не ниже, а чаще выше, чем в варианте с минеральными удобрениями.

Влияние возрастающих доз навоза и минеральных удобрений на урожайность культур севооборота неоднозначно (табл. 8).

Т а б л и ц а 7

Урожайность ячменя, кукурузы и кормовой свеклы (ц/га) в стационарном опыте

Год	Контроль	NPK	Жидкий навоз	Жидкий навоз + NPK	НСР ₀₅
Ячмень					
1976	17,9	32,0	26,4	33,9	3,9
1977	28,1	43,6	46,9	45,4	5,0
1978	10,2	32,1	30,8	42,1	5,1
1979	21,8	26,9	28,9	32,1	4,3
Среднее	19,5	33,6	33,2	38,4	—
Кукуруза					
1976	150	787	650	635	141
1977	325	866	951	870	89
1978	143	715	852	808	129
1979	336	830	828	734	129
Среднее	238	800	820	762	—
Кормовая свекла					
1976	319	719	696	684	139
1977	362	870	1100	1065	92
1978	211	586	720	892	122
1979	355	993	959	821	144
Среднее	312	792	869	866	—

Урожайность кукурузы, кормовой свеклы и ячменя (ц/га) в мелкоделяночном опыте

Жидкий навоз, т/га	Контроль	НРК	2 (НРК)	3 (НРК)	Среднее по жидкому навозу
Кукуруза, в среднем за 1976 и 1979 гг.					
Контроль	342	494	586	634	514
80	422	528	603	736	572
160	566	598	659	749	643
240	651	660	743	778	708
Среднее по НРК	495	570	648	724	—
НСР ₀₅ 50					
Кормовая свекла, 1977 г.					
Контроль	384	524	597	637	536
80	647	685	730	737	700
160	675	692	754	800	730
240	743	803	836	828	802
Среднее по НРК	612	676	729	750	—
НСР ₀₅ 32					
Ячмень, 1978 г.					
Контроль	20,2	25,0	33,6	35,5	28,6
80	36,4	35,8	38,9	40,7	38,0
160	30,6	30,1	29,6	29,7	30,0
240	39,2	37,0	34,2	35,5	36,5
Среднее по НРК	31,6	32,0	34,1	35,4	—
НСР ₀₅ 2,9					

Пр и м е ч а н и е. Для оценки существенности частных различий по кукурузе НСР₀₅ — 100 ц/га, по кормовой свекле — 63, по ячменю — 5,8 ц/га.

В среднем за 2 года урожай зеленой массы кукурузы возрастал как в вариантах с навозом, так и по фону минеральных удобрений. Однако эффективность каждой последующей нормы удобрений снижалась.

Внесение навоза 80 т/га на фоне НРК и 2 (НРК) оказалось менее эффективным, в то время как в варианте с 3 (НРК) получена наибольшая прибавка урожая. Двойная и тройная дозы навоза, наоборот, были эффективнее на фоне низких норм минеральных удобрений, а в сочетании с 3 (НРК) их действие не проявлялось.

В среднем по фону минеральных и органических удобрений получены приблизительно одинаковые прибавки урожая зеленой массы кукурузы от каждой последующей нормы. Это свидетельствует о равноценности этих удобрений для кукурузы.

Прибавка урожая кормовой свеклы при внесении навоза была выше, чем в вариантах с минеральными удобрениями. Урожайность ее при внесении бесподстилочного навоза в норме 80 т/га и 3 (НРК) не различалась. Эффективность навоза при нормах 80 и 160 т/га на фоне НРК и 2 (НРК) была одинаковой. Внесение 160 т навоза на 1 га оказалось эффективным при увеличении нормы минеральных удобрений до 3 (НРК). При внесении бесподстилочного навоза 240 т/га урожай корнеплодов увеличивался на низком и среднем фоне НРК и оставался без изменения на высоком.

При увеличении норм минеральных удобрений до 2 (НРК) без навоза урожайность ячменя повышалась. Норма навоза 80 т/га оказалась оптимальной как при раздельном, так и при совместном его внесении с минеральными удобрениями. Повышение нормы навоза существенно не сказалось на урожае зерна ячменя, так как в большинстве случаев растения в этих вариантах полегали, что приводило к резкому снижению массы 1000 семян.

В среднем за годы исследований фактическая урожайность в лучших вариантах составила (в % от планируемой): кукурузы — 102, кормовой свеклы — 72, ячменя — 77.

Таким образом, полевые культуры в разной степени способны использовать агроклиматические ресурсы зоны, органические и минеральные удобрения в условиях орошения по-разному влияют на почвенное плодородие. Наиболее устойчивый и максимально возможный урожай при орошении формируют кукуруза и кормовая свекла. Они лучше, чем ячмень, отзываются на высокие нормы жидкого навоза и минеральных удобрений.

Выводы

1. На основании пятилетних исследований в серии полевых опытов установлено, что использование высоких норм жидкого навоза, вносимого отдельно или совместно с минеральными удобрениями, является высокоэффективным и перспективным агроприемом в пропашном звене кормового севооборота.

2. Применение жидкого навоза отдельно или в сочетании с минеральными удобрениями в пропашном звене севооборота способствовало некоторому снижению кислотности 0—40 см слоя почвы и поддержанию степени насыщенности основаниями на исходном уровне, а также повышению содержания доступных форм фосфора и калия. Использование высоких норм минеральных удобрений приводило к подкислению почвы.

3. Содержание углерода и азота в почве при внесении жидкого навоза увеличивалось, что свидетельствует о создании бездефицитного баланса гумуса. В вариантах с высокими нормами минеральных удобрений содержание гумуса почвы было выше, чем в контроле, однако баланс органического вещества почвы оставался дефицитным.

4. При внесении с жидким навозом 10 т углерода на 1 га коэффициент гумификации составлял 21,5—22,5 %, а при удвоении дозы он снижался до 17,2 %.

5. Расход внесенного азота на формирование урожая и закрепление его в органическом веществе почвы возрастали на фоне норм жидкого навоза, рассчитанных на получение планируемых урожаев. Применение возрастающих норм бесподстилочного навоза приводило к снижению эффективности использования азота и значительным (до 70 %) его потерям.

6. Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений при внесении минеральных удобрений были выше, чем в вариантах с органическими. При совместном применении навоза и NPK эффективность использования питательных веществ возрастала. Внесение повышенных норм жидкого навоза на фоне 3(NPK) приводило к резкому снижению коэффициентов использования азота, фосфора и калия.

7. Кукуруза на силос и кормовая свекла лучше реагировали на приемы интенсификации земледелия (внесение высоких доз жидкого навоза и минеральных удобрений, орошение), их урожайность была более устойчивой по годам, чем ячменя.

8. По действию на урожай жидкий навоз равноценен соответствующему количеству (по азоту) минеральных удобрений или несколько превосходит их.

Низкие нормы бесподстилочного навоза под пропашные культуры были наиболее эффективны в сочетании с 3(NPK), высокие, наоборот, — на фоне низких и средних норм NPK.

Под ячмень в пропашном севообороте целесообразно вносить 80 т жидкого навоза на 1 га или выращивать его с применением минеральных удобрений, а навоз вносить под предшествующую культуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балахонов С. И. Жидкий навоз — высокоэффективное удобрение для повышения плодородия почв. — В сб.: Плодородие почв и урожай. Вильнюс, 1973, с. 389—392. — 2. Воробьев С. А. Интенсификация земледелия и севообороты. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 6, с. 16—27. — 3. Егоров В. Органическое вещество почвы и ее плодородие. — Вестник с.-х. наук, 1978, № 5, с. 12—20. — 4. Кориат Г. и др. Бесподстилочный навоз и его использование для удобрения. / Пер. с нем. М.: Колос, 1978. — 5. Лыков А. М. Страж плодородия. М.: Московский рабочий, 1976. — 6. Лыков А. М. К методике расчетного определения гумусового баланса почвы в интенсивном земледелии. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 6, с. 14—20. — 7. Семенов П. Я., Платонов Г. С., Платонова Л. Г., Ефремова Л. И. Как высокие дозы бесподстилочного навоза влияют на урожай. — Кукуруза, 1974, № 9, с. 14—15. — 8. Цамек К., Рауэ К., Ребейн К. Действие жидких и твердых органических удобрений, полученных от крупного рогатого скота, на урожай и накопление гумуса в почве. — В сб.: Органические удобрения. М.: ВИУА, 1972, с. 70—77. — 9. Asmus F., Specht G., Longe H. — Arch. für Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkunde, 1971, Bd. 15, H. 11, S. 905—912. — 10. Breternitz R. et al. — Arch. für Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkunde, 1979, Bd 23, H. 9, S. 555—562. — 11. Leval I. — Lbl. Bacteriol. II, 1976, vol. 131, N 7, p. 644—660.

Статья поступила 24 ноября 1981 г.

SUMMARY

In 1975—1979 field experiments on the state farm "Voronovo" Podolsky district of Moscow region on alpine sod podzol soil with crop rotation—corn—mangel beet—barley were conducted.

Application of high doses of liquid manure alone and with the combination of mineral fertilizers helped to reduce soil acidity and to increase the total sources of organic matter, phosphorus and potassium in the available form.

The effectivity of high doses of liquid manure and fertilizers was greater with corn and mangel and less with barley.