

В полевых опытах установлена высокая эффективность органо-минеральных систем удобрения с использованием навоза, обеспечивающих воспроизводство гумуса в почвах, улучшение фосфатного и калийного режимов, повышение продуктивности сельскохозяйственных культур и севооборота в целом. Органические системы удобрения при оптимизации доз положительно воздействуют на плодородие почв, но уступают органо-минеральным системам по урожайности возделываемых культур и мало отличаются от них по качеству растительной продукции. Последствие систем в агроценозах проявляется в течение первых двух лет при выращивании зерновых культур и более 10 лет – многолетних трав.

Ключевые слова: системы удобрения, плодородие почв, продуктивность культур и севооборотов, качество продукции.

Развитие агропромышленного комплекса в значительной мере определяется уровнем химизации, применением научно обоснованных систем удобрения с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур и почвенно-климатических условий. Как показывает многолетний научный и практический опыт, важную положительную роль в системах удобрения играют навоз и другие органические удобрения, которые оказывают как прямое, так и пролонгированное влияние на агроценозы, стабилизируют их продуктивность, сохраняют почвенное плодородие, повышают протекторные свойства почв [2, 3].

В последние годы в ряде развитых стран органические удобрения занимают особое место в производстве экологически безопасной растительной продукции в агротехнологиях с максимальным применением различных источников органического вещества вплоть до полного отказа от минеральных удобрений [4]. Считается, что органическое земледелие (синонимы – «биологическое» или «экологическое»), хотя и отличается от традиционного более низкой продуктивностью, но способно поставлять чистые, т.е. биологически полноценные продукты. Несмотря на то, что производимая при этом продукция на 10-30% дороже традиционной, она может находить спрос у определенной, наиболее обеспеченной части населения. Однако эти вопросы до настоящего времени в России недостаточно разработаны. В то же время в научно-исследовательских учреждениях РФ имеются результаты многолетних полевых опытов, отражающие закономерности действия и последствия важнейших систем удобрения, включая органические системы, и позволяющие установить возможность производства нормативно чистой продукции.

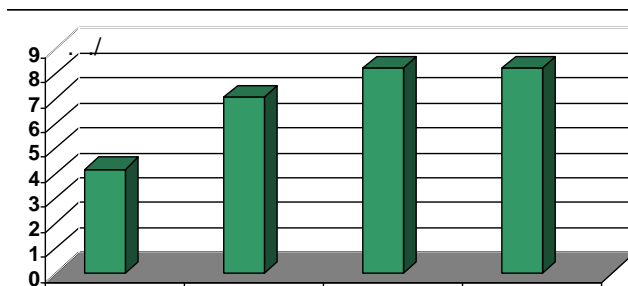
Научный и практический интерес представляют, в частности исследования, выполненные в условиях Мо-

сковской области ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова в полевом стационарном опыте, заложенном в 1972 г. лабораторией агрохимии органических удобрений на Центральной опытной станции. Исследования вели на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве в кормовом севообороте (кукуруза на силос – 2 года, однолетние травы, многолетние травы – 2 года). Ежегодно в течение 15 лет применяли разные системы удобрения, после чего в течение 3 лет испытывали их последствие при выращивании зерновых культур. Органическим удобрением служил полужидкий навоз крупного рогатого скота, содержащий при влажности 89% в среднем в 1 т 9 кг NPK. Все испытываемые системы удобрения – органическая, минеральная и органо-минеральная – выравнивали по основным питательным веществам и содержали по 230 кг N, 102 кг P₂O₅, 296 кг K₂O. Данные по изменению урожайности сельскохозяйственных культур и агрохимических свойств почвы в зависимости от вносимых удобрений приведены на рисунках 1, 2 и в таблицах 1-3.

При сравнительном изучении действия всех систем удобрения на продуктивность кормовых культур установлено, что более эффективными оказались минеральная и органо-минеральная системы. В среднем за 3 ротации кормового севооборота применение этих систем позволяло получать с каждого гектара по 8,22 т кормовых единиц в год, в то время как по органической системе урожайность – не более 7,08 т к.е./га при 4,18 т к.е./га в контроле без внесения удобрений.

Следовательно, ежегодное применение органической системы, т.е. одного навоза, повышало сбор кормовых единиц с 1 га в 1,7 раза, а минеральной и органо-минеральной – в 2 раза. Причем, при использовании двух последних систем получена и более высокая окупаемость урожаем 1 кг NPK удобрений – 6,3 кг к.е. против 4,5 кг к.е. по органической системе.

Качество урожая под влиянием прямого действия исследуемых систем изменялось неоднозначно. Так, в многолетних травах содержание сырого протеина было более низким по органической системе и близким к оптимальному – по минеральной и органо-минеральной системам. Подобная закономерность отмечена и в обеспеченности травяных кормов магнием. В то же время органическое вещество навоза в вариантах органической и органо-минеральной систем позволяло получать корма с более низким содержанием нитратов, а применение одних минеральных удобрений, наоборот, приводило к повышенному накоплению этих соединений в травах – до 0,15% N-NO₃, что в 3 раза превышало предельно допустимый уровень, установленный в России.



1.

1.

	, %			
	9,9	11,3	15,1	13,8
	0,30	0,32	0,30	0,31
	1,89	2,50	2,85	2,76
	0,33	0,38	0,42	0,37
g	0,16	0,12	0,29	0,21
N-NO ₃ *			0,15	0,04

N-NO₃ 0,05%

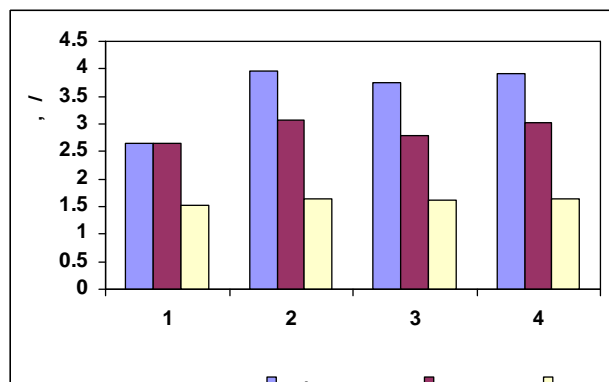
В схему данного опыта, наряду с системами удобрения, были также включены варианты с возрастающими дозами полужидкого навоза (от одинарной до пятикратной). Единичная доза навоза по содержанию азота составляла 115 кг/га.

Среди возрастающих доз навоза в среднем за годы исследований лучшие результаты с учетом продуктивности севооборота (7,08 т к.е./га) и окупаемости 1 кг NPK удобрений урожаем (4,5 кг к.е.) получены при внесении двойной дозы навоза – N₂₃₀. Важно также, что эта доза навоза обеспечивала умеренное накопление нитратов как в почвенном профиле, так и в грунтовых водах. Интенсивнее накапливались нитраты в почве и в грунтовых водах от внесения минеральных удобрений в количестве, эквивалентном двойной дозе навоза (табл. 2). С ростом дозы навоза с двойной до пятикратной содержание нитратов в почвенном профиле хотя и увеличивалось (до глубины 4,5 м), но это увеличение шло меньшими темпами, чем при внесении одних минеральных удобрений.

Применение возрастающих доз бесподстильного навоза влияло на характер и направленность биологической активности почвы, изменяло соотношение различных групп микроорганизмов (табл. 3).

Численность аммонифицирующих микроорганизмов увеличивалась при внесении двух и трех доз навоза. Активное размножение аммонифицирующих бактерий способствовало увеличению содержания в почве аммонийного азота, количество которого с ростом доз навоза от одной до пяти возросло с 6,7 до 9,4 мг/кг почвы. Навоз, особенно в повышенных дозах, оказывал сильное

влияние и на численность нитрифицирующих бактерий. Причем, эта закономерность наблюдалась при выращивании всех культур кормового севооборота [5].



2.

1 – , 2 – , 3 – , 4 –

2.

		2	5	N ₂
NO ₃ , /				
0-25	7	5	29	6
25-50	2	4	7	5
50-100	3	7	11	31
100-150	3	11	47	82
150-200	3	25	57	81
200-250	4	20	53	88
250-300	4	20	55	107
300-350	5	21	46	120
350-400	6	20	30	94
400-450	8	17	28	70
0-450	45	150	363	684
NO ₃ , / *)				
	5,9	12,3	15,0	16,9

* NO₃ – 45 /

4-5-

(. 4) , 15

3.

	1	2	3	4	5
29800	214500	855000	397000	196000	134000
424	662	770	1120	2518	1920
36	86	91	115	189	164
15	41	40	47	56	80
194	729	739	610	993	1831
1471	2165	2053	3451	6054	6156

4.

kcl	15	5,0	4,9	5,3	5,4
		5,2	5,6	4,4	5,2
		5,0	5,0	4,9	5,0
, %	15	1,80	1,68	1,81	1,82
		1,72	2,17	1,90	2,18
		1,35	1,83	1,63	1,99
2 5, /	15	144	121	152	144
		102	192	238	221
		73	87	111	104
2 , /	15	111	111	112	108
		91	288	378	324
		92	122	121	106

Сформированные ежегодным внесением удобрений уровни плодородия почвы использовали в последствии в звене зерновых культур – озимой пшеницы, ячменя и овса, возделываемых последовательно в течение 3 лет.

При ежегодных умеренных азотных подкормках, которые проводили на посевах общим фоном, наибольшее последствие всех систем удобрения на урожайность было отмечено в течение первых двух лет с постепенным затуханием к третьему году. Характерно, что урожайность культур по последствию систем удобрения отличалась от этого показателя при прямом их действии. Последствие органической системы было слабее ее действия в 2 раза, органо-минеральной – почти в 4 раза и минеральной – в 5 раз.

Другие закономерности воздействия различных систем удобрения (минеральной и органической) на агроценозы наблюдали в исследованиях ВНИИОУ (Владимирская область), проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве [1]. В этом случае действие удобрений продолжалось 15 лет, а последствие – более 10 лет. Особенностью эксперимента было многолетнее возделывание кормового злака – костреца безостого – *Bro-mopsis inermis* (Leys.) Holub. – сорта Моршанский 760.

Полевой опыт был заложен в 1983 г. по схеме, состоящей из контроля, вариантов органической (бесподстилочный навоз в дозе N300) и минеральной (N300PK) систем удобрения. Навоз имел высокую влажность – 94-

97%, содержал (на сырое вещество) 0,08-0,24% общего азота, 0,05-0,16% фосфора, 0,03-0,07% калия. Действие систем удобрения изучали на травостое костреца без переизлучения. Исследование последствия удобрений вели при расщеплении деланки и проведении на ее половине нового посева костреца.

Согласно полученным данным (табл. 5), систематическое применение удобрений обеспечивало в течение 15 лет достаточно высокую продуктивность многолетних трав – свыше 5 т кормовых единиц с 1 га. Причем наиболее эффективной оказалась органическая система с ежегодным внесением навоза, где средняя за исследуемый период продуктивность 1 га составляла 5,67 т к.е. Минеральная система существенно уступала органической. Последствие органической системы было также эффективнее минеральной. Обращает на себя внимание резкое снижение продуктивности трав, несмотря на пересев, после прекращения применения удобрений по обеим системам. Средняя урожайность костреца безостого в последствии снизилась по отношению к действию в варианте органической системы в 2,8 раза, а в варианте минеральной системы – в 2,9 раза. Характерно, что в неблагоприятных, засушливых условиях ряда лет (2002, 2003 и 2007 гг.) последствие удобрений или не проявлялось, или было незначительным. Тем не менее, как показали расчеты, последствие как органической, так и минеральной систем в среднем за годы исследований экономически оправдано.

5.

	15 ./	.	%	12 ./	.	%
	1,49	-	-	1,12	-	-
	5,67	4,18	280,6	2,00	0,88	78,6
	5,17	3,68	247,0	1,78	0,66	59,0
05	0,5			0,2		

6.

(1)

(2)

-

		()					
		1	2	1	2	1	2
	4,3	4,5	4,5	5,5	5,5	4,2	4,2
, %	1,34	1,63	1,64	2,72	2,18	2,03	1,8
2 5, /	62	82	79	644	360	428	300
2 , /	60	56	65	120	74	95	64

Систематическое применение органической и минеральной систем удобрения обусловило улучшение гумусового состояния супесчаной почвы, повышение содер-

жания подвижных соединений фосфора и калия. Что касается реакции почвенной среды, то заметное положительное влияние на величину pH оказало внесение навоза. Минеральная система удобрений уступала органической и в этом отношении (табл. 6). В последствии по исследуемым системам отмечено снижение содержания гумуса, а также подвижных соединений фосфора и калия в пахотном слое почвы.

