

УДК 631.8:631.442.25:631.153.3

ПРОДУКТИВНОСТЬ 8-ПОЛЬНОГО СЕВОБОРОТА НА ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ

В.А. ДЕМИН, ВАРФА АХМЕД, ТРАОРЕ БРАХИМА

(Кафедра агрохимии)

Приводятся результаты исследования продуктивности 8-польного полевого севооборота за 5 лет второй ротации на темно-серой лесной почве Владимирского Ополья. Максимальная прибавка урожайности культур была получена при внесении в среднем на 1 га 53N64P14K и 10 т навоза. Окупаемость 1 кг д.в. удобрений в зависимости от их нормы составила 10,1—13,1 кг корм.ед. на 1 га.

В связи с возросшим уровнем применения удобрений в земледелии возникает необходимость в разработке системы удобрения в севообороте, где важно учитывать не только прямое действие удобрений, но и их последствие с целью получения высоких урожаев надлежащего качества [1, 4, 5]. В связи с этим большое значение имеют длительные стационарные опыты, которые позволяют установить потребность сельского хозяйства в удобрениях на перспективу, определить возможность повышения урожайности при их внесении, проследить за изменением плодородия почвы, определить оптимальные его параметры, а также их связь с уро-

жайностью и качеством урожая сельскохозяйственных культур. Кроме того, в длительных опытах точно учитывается баланс питательных элементов за ротацию севооборота.

В условиях серых лесных почв Центрального района Нечерноземной зоны проведено мало длительных опытов и поэтому трудно делать выводы об оптимальных дозах удобрений, их соотношении и связи с продуктивностью севооборотов при различной обеспеченности в расчете на 1 га, а также о влиянии удобрений на основные агрохимические показатели почвы [1, 7]. Недостаточно разработаны нормативы баланса питательных веществ в севообо-

ротах [1]. К тому же большая часть таких опытов проведена на дерново-подзолистых почвах среднего и тяжелого механического состава.

При интенсификации сельскохозяйственного производства расчетные методы определения доз удобрений приобретают все большее значение, причем предпочтительнее отдается балансовому методу [3]. Метод дифференцированного нормативного баланса по сравнению с другими методами более наглядно отражает перспективу возможного изменения почвенного плодородия [1].

Цель наших исследований заключалась в определении продуктивности 8-польного полевого севооборота за 5 лет второй ротации.

Методика

Исследования проводились в 8-польном полевом севообороте стационарного опыта в учхозе «Дружба» Переславского района Ярославской области. Перед закладкой опыта (1986 г.) темно-серая лесная почва имела следующие показатели (в слое 0—20 см): содержание гумуса (по Тюрицу) — 4,2%, $pH_{\text{кон}}$ — 6,0, гидролитическая кислотность — 2,12, сумма поглощенных оснований — 20,6 мг экв на 100 г; степень насыщенности почвы основаниями — 91%, среднее содержание подвижных форм (по Кирсанову) фосфора — 9,2 мг и высокое калия — 21,5 мг на 100 г.

Схема опыта включала 4 варианта: 1 — контроль (без удобрений), 2 — минеральные удобрения (15N25P21K, всего 61 кг д.в. на 1 га) на первый уровень уро-

жайности, 3 — минеральные удобрения и навоз (22N39P8K + 10 т навоза в среднем на 1 га, всего 179 кг д.в.) на второй уровень урожайности, 4 — минеральные удобрения и навоз (53N64P14K + 10 т навоза в среднем на 1 га, всего 241 кг д.в.) на третий уровень урожайности.

Нормы удобрений на планируемую урожайность рассчитаны методом дифференцированного нормативного баланса (табл. 1). При проведении расчетов учитывали: хозяйственный вынос питательных веществ, действие и последствие минеральных и органических удобрений, азота пожнивно-корневых остатков бобовых культур с использованием коэффициентов распределения элементов питания не более чем за 3 года.

Опыт развернут в пространстве и во времени всеми полями севооборота, имеет 4 варианта в 4-кратной повторности. Общая площадь делянки — 378 м² (10,8 х 35 м), учетная — 100—180 м².

Севооборот включает следующее чередование культур: ячмень сорта Московский 3 с подсевом многолетних трав (клевер Муринно, тимофеевка Московская 5), многолетние травы 1-го г.п., многолетние травы 2-го г.п., озимая пшеница (Заря), картофель (Невский), овес (Геркулес), однолетние травы (горох Неосыпающийся и овес Геркулес), озимая рожь (Чулпан).

Из минеральных удобрений применяли аммиачную селитру, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий. Навоз вносили под картофель (50 т/га) и озимую рожь (30 т/га), или в сред-

Нормы минеральных удобрений (кг д.в. на 1 га) в севообороте
(1994—1998 гг.)

Чередование культур	Вариант 2			Вариант 3			Вариант 4		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ячмень	35	75	65	20	130	—	20	155	40
Мн.травы 1-го г.п.	—	—	—	20	—	—	30	—	—
Мн.травы 2-го г.п.	25	—	—	60	—	—	90	—	—
Оз.пшеница	—	60	25	30	130	60	60	180	70
Картофель	—	20	35	—	—	—	50	—	—
Овес	—	—	—	—	—	—	25	65	—
Однолетние травы	35	45	40	20	50	—	55	55	—
Оз.рожь	25	—	—	25	—	—	95	55	—
В среднем по севообороту	15	25	21	22	39	8	53	64	14
Всего NPK		61			69			131	

нем 10 т/га севооборота. Среднее содержание в навозе N — 0,4%, P₂O₅ — 0,2% и K₂O — 0,5% на сырую массу. Фосфорные, калийные удобрения и навоз вносили под зяблевую вспашку, азотные — весной под культивацию. Под озимые зерновые культуры 1/3 часть азота от общей нормы вносили осенью под плуг, а 2/3 — при ранневесенней подкормке.

При возделывании культур использовали технологии, применяемые в данной зоне, и рекомендованные средства защиты растений от сорняков, вредителей и болезней.

Урожай учитывали сплошным методом. Урожай зерна приводили к стандартной влажности — 14%. Урожай соломы зерновых культур и ботанический состав смесей многолетних и однолетних трав определяли по пробному снопу и пересчитывали на 16% влажность.

Математическую достоверность полученных результатов определяли методом дисперсионного анализа на IBM PC с по-

мощью программы STRAZ, разработанной на кафедре кибернетики МСХА.

Метеорологические условия за годы исследования значительно различались по годам. В 1994 г. за май—июнь осадков выпало на 37,7 мм больше нормы, температура воздуха при этом была ниже нормы в среднем на 1°С. Вторая половина вегетационного периода характеризовалась более умеренным выпадением осадков и температурой, близкой к средне-многолетней. Но из-за неблагоприятных погодных условий в начале периода роста растений значительно снижился урожай зерновых, а овес из-за поразивших его болезней не вызрел. Урожайность картофеля была очень низкой. 1995 год в целом был благоприятным по всем показателям, но из-за жаркой и засушливой погоды в мае семена многолетних трав не смогли нормально прорасти. В 1996 г. количество осадков было на уровне средне-многолетних значений, а температура — выше на 0,6—2,0°С. Вследствие плохих ус-

ловий перезимовки выпали травы 1-го г.п. и они были заменены однолетними травами. 1997 год оказался менее благоприятным: в июле осадков выпало всего 22 мм (26% от среднемноголетних), что отрицательно повлияло на урожайность культур, особенно картофеля и зерновых. 1998 г. отличался равномерным распределением осадков. Среднемесячные температуры находились на уровне многолетних. Из-за сильной изреженности после зимы посеvy озимой пшеницы пришлось заменить ячменем.

Результаты

Как видно из данных табл. 2 и 3, по мере насыщения севооборота удобрениями наблюдается достоверная прибавка урожайности всех культур как по отношению к контролю, так и к предыдущему варианту. В контрольном варианте в среднем за 5 лет второй ротации при среднем содержании в почве фосфора и высоком калия было получено 80—111% планируемой урожайности (в зависимости от культуры). При увеличении норм удобрений с 61 кг д.в./га (вариант 2) до 241 кг д.в./га (вариант 4) прибавка урожая ячменя составила 0,5—1,1 т/га, многолетних трав 1-го г.п. (сено) — 0,8—2,2 т/га, многолетних трав 2-го г.п. (сено) — 0,9—3,1, озимой пшеницы — 0,5—1,8, картофеля — 6,0—18,4, овса — 0,5—1,9, однолетних трав (зеленая масса) — 6,4—14,9, озимой ржи — 0,6—2,0 т/га, достигнув максимального значения в варианте 4.

Несмотря на то, что в отдельные годы, главным образом из-за

влияния неблагоприятных погодных условий, фактические урожаи культур отклонялись от планируемых в большую или меньшую сторону, в среднем за 5 лет отмечена неплохая их сходимость. Из табл. 3 видно, что при применении минеральной системы (вариант 2) урожайность составила 83—111% к планируемой (в зависимости от вида культуры). В этом варианте не получены планируемые урожаи озимых зерновых и ячменя из-за отрицательного влияния засушливых погодных условий 1995 и 1997 гг. Ближкие к планируемым были урожаи многолетних трав 1-го и 2-го г.п., картофеля и однолетних трав (вариант 3), а также многолетних трав 2-го г.п., картофеля и однолетних трав (вариант 4). Фактическая урожайность этих культур составила 93—107% к планируемой.

Получение более высокой планируемой урожайности других культур сдерживалось прежде всего вследствие неблагоприятных погодных условий. Главным образом недополучен урожай озимых и яровых зерновых и картофеля, особенно картофеля в 1994 г. (из-за низкой урожайности не включен в расчет среднего показателя).

Продуктивность севооборота в контрольном варианте в среднем за 5 лет второй ротации составила 3,0 т корм.ед. (табл. 4), что свидетельствует о достаточно высоком естественном плодородии темно-серой лесной почвы. При внесении минеральных удобрений из расчета 61 кг д.в. на 1 га получена прибавка 0,8 т корм.

Таблица 2

Урожайность культур севооборота (т/га)

Культура	Вариант опыта	Планируемая	1994	1995	1996	1997	1998	Средняя
Ячмень	1	2,0	1,9	1,8	2,0	1,8	2,3	2,0
	2	3,0	2,2	2,1	2,2	2,5	3,3	2,5
	3	3,5	2,3	3,0	2,6	3,1	3,6	2,9
	4	3,5	2,5	3,4	3,0	3,1	3,7	3,1
	НСР ₀₅	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
Мн. травы 1-го г.п. (сено)	1	5,0	6,1	4,8	2,4*	—	5,4	4,7
	2	5,5	6,9	6,2	2,8	—	5,9	5,5
	3	7,0	7,1	7,6	3,1	—	7,4	6,3
	4	8,0	7,4	8,5	3,4	—	8,4	6,9
	НСР ₀₅	0,6	0,4	0,2	—	0,4	0,4	0,4
Мн. травы 2-го г.п. (сено)	1	4,5	6,6	5,3	4,9	4,6*	4,8	5,2
	2	5,5	7,7	5,8	5,5	5,8	5,7	6,1
	3	7,0	9,0	7,5	6,7	6,9	7,4	7,5
	4	8,0	9,3	8,3	8,1	7,8	8,2	8,3
	НСР ₀₅	0,6	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4
Оз. пше- ница	1	2,5	1,8	1,2	2,7	2,1	2,2*	2,0
	2	3,5	2,2	1,5	3,1	3,1	3,3	2,5
	3	4,5	2,9	2,0	3,7	4,1	3,7	3,2
	4	5,0	3,5	2,4	4,7	4,6	3,8	3,8
	НСР ₀₅	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Картофель	1	16,0	4,8	12,7	18,2	12,0	14,9	14,5
	2	22,0	10,7	23,2	21,4	17,0	20,5	20,5
	3	30,0	11,8	29,3	27,9	26,0	28,2	27,9
	4	35,0	13,3	37,4	30,8	30,0	33,3	32,9
	НСР ₀₅	1,4	1,4	2,2	1,0	1,1	1,4	1,4
Овес	1	2,5	—	1,7	3,0	2,1	2,5	2,3
	2	3,0	—	2,0	3,1	2,6	3,3	2,8
	3	4,5	—	2,6	3,6	4,1	4,4	3,7
	4	5,0	—	2,9	4,1	4,6	5,1	4,2
	НСР ₀₅	—	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2
Однолетние травы (зе- леная мас- са)	1	17,0	17,8	22,0	20,7	16,3	17,8	18,9
	2	25,0	24,6	25,9	26,3	23,7	26,0	25,3
	3	30,0	27,0	31,2	31,1	29,2	31,5	30,0
	4	35,0	28,7	35,4	34,7	33,7	36,3	33,8
	НСР ₀₅	1,4	2,2	1,3	2,2	1,6	1,7	1,7
Оз. рожь	1	2,5	1,6	1,2	2,6	2,1	2,7	2,0
	2	3,0	2,3	1,6	3,1	2,6	3,3	2,6
	3	4,0	2,8	2,4	3,6	3,7	4,4	3,4
	4	5,0	2,9	2,7	4,3	4,7	5,2	4,0
	НСР ₀₅	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2

Примечание. * — Культуры заменители: для многолетних трав — однолетние травы, для озимой пшеницы — ячмень.

Урожайность культур севооборота (т/га) в среднем за 1994—1999 гг. (числитель, в скобках — планируемая) и колебания по годам (знаменатель)

Культура	Вариант опыта				НСР ₀₅
	1	2	3	4	
Ячмень	<u>2,0(2,0)</u> 1,8—2,3	<u>2,5(3,0)</u> 2,1—3,3	<u>2,9(3,5)</u> 2,3—3,6	<u>3,1(3,5)</u> 2,5—3,7	0,2
Мн.травы 1-го г.п.	<u>4,7(5,0)</u> 4,8—6,1	<u>5,5(5,5)</u> 5,9—6,9	<u>6,3(7,0)</u> 7,1—7,6	<u>6,9(8,0)</u> 7,4—8,5	0,4
Мн.травы 2-го г.п.	<u>5,2(4,5)</u> 4,6—6,6	<u>6,1(5,5)</u> 5,5—7,7	<u>7,5(7,0)</u> 6,7—9,0	<u>8,3(8,0)</u> 7,8—9,3	0,4
Оз.пшеница	<u>2,0(2,5)</u> 1,8—2,7	<u>2,5(3,5)</u> 1,5—3,1	<u>3,2(4,5)</u> 2,0—4,1	<u>3,8(5,0)</u> 2,4—4,7	0,2
Картофель	<u>14,5(16,0)</u> 12,7—18,2	<u>20,5(22,0)</u> 17,0—23,2	<u>27,9(30,0)</u> 26,0—29,3	<u>32,9(35,0)</u> 30,0—37,4	1,4
Овес	<u>2,3(2,5)</u> 1,7—3,0	<u>2,8(3,0)</u> 2,0—3,3	<u>3,7(4,5)</u> 2,6—4,4	<u>4,2(5,0)</u> 2,9—5,1	0,2
Однолетние травы	<u>18,9(17,0)</u> 16,3—22,0	<u>25,3(25,0)</u> 23,7—26,3	<u>30,0(30,0)</u> 27,0—31,5	<u>33,8(35,0)</u> 28,7—36,3	1,7
Оз.рожь	<u>2,0(2,5)</u> 1,2—2,7	<u>2,6(3,0)</u> 2,3—3,3	<u>3,4(4,0)</u> 2,4—4,4	<u>4,0(5,0)</u> 2,7—5,2	0,2

ед/га. Увеличение нормы удобрений еще на 117 кг д.в. позволило дополнительно получить 1,9 т корм.ед/га. При дальнейшем росте норм удобрений на 63 кг д.в. продуктивность севооборота повысилась еще на 0,8 т, что обеспечило выход 5,5 т корм. ед/га. И это, очевидно, не предел.

Средняя окупаемость 1 кг д.в. удобрений в многолетних опытах в Нечерноземной зоне составляет 4,7—4,9 кг корм.ед. [6]. В нашем опыте в среднем за 5 лет второй ротации она оказалась на уровне 10,1—13,1 кг корм.ед. Это свидетельствует о высокой эффективности всех используемых нами систем удобрения.

Выводы

1. В среднем за 5 лет второй ротации 8-польного севооборота наиболее высокая прибавка урожайности культур была получена при внесении в среднем на 1 га 53N64P14K + 10 т навоза. По ячменю она составила 1,1 т/га (55%), многолетним травам 1-го г.п. (сено) — 2,2 т/га (47%), многолетним травам 2-го г.п. (сено) — 3,1 (60%), озимой пшенице — 1,8 (90%), картофелю — 18,4 (127%), овсу — 1,9 (83%), однолетним травам (зеленая масса) — 14,9 (79%), озимой ржи — 2,0 т/га (100%).

2. Применение метода дифференцированного нормативного баланса для расчета доз удобрений позволило получить планиру-

Продуктивность севооборота и окупаемость удобрений за 1994—1998 гг.

Показатель	Вариант опыта			
	1	2	3	4
Продуктивность, т корм.ед. на 1 га	3,0	3,8	4,8	5,5
Прибавки продуктивности от удобрений, т корм.ед. на 1 га	—	0,8	1,8	2,5
Внесено кг д.в. на 1 га	—	61	178	241
Окупаемость 1 кг д.в. удобрений, корм.ед.	—	13,1	10,1	10,4

емый урожай культур севооборота на уровне 83—111% (в зависимости от нормы удобрений и вида культуры). Получение более высокой урожайности сдерживалось прежде всего из-за неблагоприятных погодных условий.

3. За годы исследований окупаемость 1 кг д.в. удобрений в зависимости от их нормы внесения составила 10,1—13,1 кг корм.ед. на 1 га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демин В.А. Обоснование рациональных систем удобрения в севооборотах при интенсификации сельскохозяйственного производства Нечерноземной зоны. Докт. дис., 1985. — 2. Демин В.А., Васильев А.Н. Эффективность расчетных систем удобрения в 8-польном полевом севообороте на темно-серой лесной почве Владимирского ополья. — Агрохи-

мия, 1996, № 10, с. 13—20. — 3. Державин Л.М., Литвак Ш.И. Методы расчета доз удобрений. М.: ВНИИТЭИ агропрома, 1985. — 4. Кулаковская Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. Минск: Урожай, 1978. — 5. Сапожников Н.С., Карнилов М.Ф. Научные основы систем удобрения в нечерноземной полосе. М.: Колос, 1977. — 6. Тикавый В.А., Прошляков А.А. Эффективность систематического применения удобрений в севооборотах на дерново-подзолистых почвах. — Химия в сельск. хоз-ве, 1983, № 9, с. 10—12. — 7. Яговенко Л.Л. Оптимизация систем удобрения в севообороте и агрохимические пути повышения плодородия серых лесных почв. Докт. дис., Брянск, 1995.

Статья поступила 18 ноября
1998 г.

SUMMARY

The results of studying productivity of 8-course field crop rotation during 5 years of the second rotation on dark grey forest soil of Vladimirovsky Opolye are presented. Maximum increase in crop yield was obtained with application of 53N64P14K and 10 tons of manure per 1 ha on the average. Payback of 1 kg of active substance of fertilizers depending on their rate made up 10,1—13,1 kg of fodder units per 1 ha.