

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Известия ТСХА, выпуск 2, 2001 год

УДК 631.58

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ БЕССМЕННОЙ РЖИ И СЕВОБОРОТОВ ВО ВРЕМЕНИ И 6-ПОЛЬНОГО

Б. Д. КИРЮШИН, Л. Ф. САФОНОВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Приводится полная характеристика земельного участка и методики 90-летнего полевого опыта ТСХА (Московский стационар по Международному каталогу мировых длительных опытов). Выявлено некоторое преимущество в продуктивности севооборота во времени по сравнению с 6-польным. Негативное влияние бессменного черного пара на физику почвы в значительной мере компенсировалось благоприятным пищевым режимом почвы. Рекомендованы для дальнейшего возделывания в этом севообороте: озимая рожь, картофель и клевер или смеси многолетних трав 2-летнего пользования. Для ячменя целесообразно подобрать страховую культуру. Предложено рассмотреть вариант почвозащитного или ландшафтно-адаптивного севооборота в качестве контраста 90-летнего черного пара на соседней половине 121-го поля.

Полевой эксперимент является наиболее универсальным и репрезентативным методом тестирования новых идей и концепций научной агрономии при оценке в условиях производства. Ценность результатов научных исследований, получаемых в полевом опыте, возрастает по

мере его длительности, с приближением земельного участка к устойчивому экофитоценотическому равновесию. В этой связи международную значимость имеют лишь длительные опыты.

Длительными считают полевые стационарные опыты, продолжительностью не ме-

нее 20 лет, тогда как краткосрочные ведутся до 3 лет, а многолетние — более одной ротации севооборота (5—15 лет). Стационары продолжительностью более 50 лет называют классическими, или сверхдлительными. В компьютерной директории ФАО зарегистрировано около 300 наиболее известных полевых стационаров [4, б, 12, 14]. Среди них выделяются опыты Ротамстеда (Англия), заложенные в 1843-1856 гг. Часть из них была закрыта по истечении нескольких десятков лет, другие почти достигли 100-летнего юбилея или успели его перешагнуть. Наибольший интерес из оставшихся полевых опытов представляет почти 160-летняя «Бессменная пшеница» в Бродболке. Широко известны «Вечная культура ржи» в Галле с 1878 г. (Германия), опыт Дегерэна — в Гриньоне с 1875 г. (Франция), Morrow plots с 1876 г. (Иллинойс, США), Ascow — опыты с 1894 г. (Дания), а также Длительный опыт ТСХА, или «Московский стационар», согласно Международному каталогу длительных опытов с 1912 г. [3, 4, 8, 9, 11, 13, 14]. Среди ныне действующих стационаров продолжают более 100 лет, кроме указанных, Коламбия с 1888 г., Дакота с 1892 г., Обурн с 1896 г. (США). Число суперсверхдлительных опы-

тов в ближайшие годы может пополниться следующими: Бад Лаухштедт (Bad Lauchstadt) с 1902 г., Дикопсхоф (Dikopshof) с 1904 г., Далем (Dalem) с 1923 г. и Тироу (Thyrow) с 1937 г. (Германия), Саскачеван (Saskatchewan) с 1911 г. (Канада), Скирниевице (Skierniewice) с 1923 г. (Польша) [12].

В данной статье приводится подробная характеристика земельного участка и методика длительного полевого опыта ТСХА. Она продолжает серию публикаций, посвященную 90-летию этого стационара и 130-летию кафедры земледелия и методики опытного дела.

Общая характеристика земельного участка и методики полевого стационара. Длительный опыт ТСХА был заложен в 1912 г. заведующим Полевой опытной станции и кафедры земледелия Петровской (ныне Московской) сельскохозяйственной академии профессором А. Г. Дояренко. Автор опыта оставался его научным руководителем до 1930 г. В последующем научные руководители утверждались на кафедре земледелия по согласованию с руководством Полевой станции. Ими становились заведующие или другие ученые кафедры, основная доля исследований которых проводилась в этом

опыте. Вот их имена в хронологическом порядке: Н. С. Соколов (1930-1938 гг.), М. Г. Чижевский (1939-1943 гг.), В. Е. Егоров (1944-1961 гг.), Б. А. Доспехов (1962-1978 гг.), А. М. Лыков (1979-1990 гг.) и А. Ф. Сафонов с 1991 г.

Земельный участок опыта площадью 1,5 га с уклоном на северо-запад в 1° расположен на южной окраине Клинско-Дмитровской возвышенности, представленной моренной равниной. Превышение над водным зеркалом р. Москвы составляет 60 м, а над уровнем Балтийского моря — 162 м. Среднегодовое количество осадков составляет около 600 мм/год, из них около 300 мм — за май — август, а среднегодовая температура — $4,1^\circ\text{C}$ выше нуля. Грунтовые воды (верховодка) поднимаются до 2,0—2,5 м от поверхности почвы.

Территория Полевой опытной станции (ныне Лаборатория растениеводства) сложена четвертичными отложениями супесчаной и суглинистой бурой морены с прослойками (10-22 см) юрских глин. Международное название почвообразующей породы, или субстрата — суглинистая красно-буря плейстоценовая морена. О наличии, хотя и редко, карбонатов свидетельствует вскипание от HCl на 3-м метре. По всему профилю встречаются валунчики. Строение профиля на основе пред-

ставленных механических частиц — двучленное: верхний слой (40-50 см) — песчаный крупнопылеватый суглинок, а нижний — до глубины 3 м — легкий и реже средний суглинок с прослойками и линзочками (5-20 см) песка.

Почва — дерново-средне- и слабоподзолистая, старопашотная (более 200 лет под пашней), от природы кислая и заплывающая (по классификации ФАО — Podsoluvisol). Приведем несколько адаптированное описанное разреза, сделанное И. П. Гречиным в 1953 г. на сопредельной с опытом территории. Как показали метровые разрезы на полях опыта 1974 г. [2], этому описанию в наибольшей степени соответствуют подпахотные слои поля 125. Исходная схема и план опыта представлены на рис. 1.

Ап 0-20 см. Пахотный горизонт серого цвета ровно покрашенный перегноем. По механическому составу — песчаный крупнопылеватый суглинок с редкими валунчиками. Структура — комковато-пылеватая, рыхлого сложения.

A_2 , 29-39 см. Подзолистый горизонт белесо-бурого цвета песчаного состава.

A_2/B , 39-62 см. Переходный горизонт белесовато-желто-бурого цвета рыхлосложенной структуры среднезернистого песка с линзами пылеватой супеси и редкими валунчиками.

СХЕМА УЧАСТКА СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА

(Взгл. оп. ст. Т С Х А, 1947 г.)

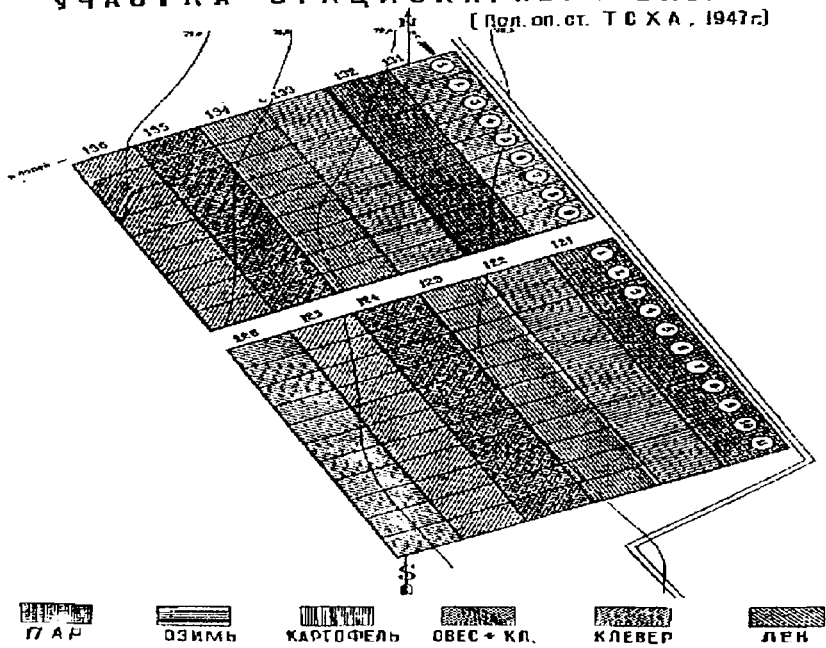


Рис. 1.

B_1 , 69-92 см. Иллювиальный горизонт желто-бурого цвета со ржаво-охристыми пятнами, легкосуглинистый по механическому составу с валунчиками диаметром до 10 см. Переход к следующему горизонту — резкий.

B_2 , 92-200 см. Иллювиальный горизонт красно-бурого цвета с сизоватыми затеками и прожилками. По механическому составу — супесь с редкими железо-марганцовыми конкрециями. На глубине 172 см начинается песчано-галечная прослойка, из которой сочится вода. Гори-

зонт мокрый уже с глубины 142 см.

C , 200-220 см. Красно-бурый моренный суглинок.

Представим еще одно описание профиля почвы многолетней (с 1911 г.) залежи, расположенной напротив четвертого (нулевого) варианта бессменного пара, сделанное Б. Д. Кирюшиным в 1974 г.

A_j , 0-21 см. Гумусово-аккумулятивный (дерновый) горизонт серого цвета, рыхлого сложения, комковато-зернистой структуры. Очень сильно пронизан корнями злаков и равномерно покрашен

перегонными веществами. По механическому составу легкий песчано-крупнопылеватый суглинок. Переход к горизонту А потоками, но ясный.

A₂, 21-33 см. Оподзоленный горизонт песчано-легкосуглинистого механического состава, плитчатой структуры. От светло-серого до белесовато-буроватого цвета с четкой нижней границей.

A₂/B, 34-58 см. Переходный горизонт буровато-красноватого цвета с белесыми пятнами. По механическому составу — легкий суглинок с редкими валунчиками и микролинзочками песка. Структура плитчатая, среднерыхлого сложения. Переход в иллювиальный горизонт размытый.

B, 62-91 см. Иллювиальный горизонт буровато-красного цвета легкосуглинистый, плотного сложения. Структурные отдельности не выражены. С глубины 91 см переходит в В/С.

Несмотря на общую устойчивость механического (гранулометрического) состава, определенного как песчано-крупнопылеватый суглинок, соотношение фракций сильно различается по годам (табл. 1).

Как уже отмечалось ранее, между отечественной и международными классификациями существуют большие различия. Это касается не только почв, но даже размеров и названий механических

Т а б л и ц а 1

Механический состав почвы (О-20 см) опыта
(% фракций, в среднем по основным вариантам)

Исследователь, год	Число вариантов (n)	Размер фракции, мм					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001
Ильменев С. И., 1934 г.	9	19,8	41,2	14,6	14,1	4,9	6,4
Гречин И. П., 1953 г.	1	17,4	24,5	30,8	7,8	9,3	9,2
Шаймухаметова А. А., 1960 г.	6	27,7	18,8	32,4	6,6	6,5	8,0
Шаймухаметов М. Ш., 1963 г.	10	19,0	12,1	44,6	7,5	7,6	9,2
Прудникова А. Г., 1973 г.	8	26,4	21,3	31,4	6,5	6,9	7,5
Хохлов Н. Ф., 1994 г.	1	22,3	29,2	33,0	5,9	7,4	2,3
Средневзвешенная	35	22,4	23,6	31,0	8,8	6,4	6,8

частиц [4]. Можно допустить следующее соответствие двух классификаций: междуна-

родной по ФАО (вверху) и отечественной по Качинскому (внизу):

Размеры механических частиц, мм

1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001
Названия частиц					

песок:		ил:		глина
крупный мелк. + + средн.		крупн. средний (грубый) (тонкий)	мелкий	
песок:		пыль:		ил
крупный мелк. + средн.		крупная средняя	мелкая	

Во всех зарубежных классификациях глинистую фракцию составляют частицы менее 0,002 мм, тогда как в классификации Качинского самой мелкой механической частицей считается тонкий ил размером до 0,0001 мм. Частицы меньше 0,0001 мм составляют фракцию коллоидов. В тексте недвусмысленно оставлены старое и новое названия механического состава. В зарубежной литературе превалирует старое (первое), тогда как отечественные стандарты рекомендуют второе. В зарубежной терминологии существует и третье понятие (текстура), которое уточняет механический состав почвы, поскольку дает соотношение песка, ила и глины. В отечественной литературе, как правило, из всего механического состава рассматривают только 3 группы частиц: песка, пыли

и ила. Название «механический» раскрывает суть их происхождения, как результат механической фрагментации пород и минералов, безусловно, с участием химических, биологических и физических агентов. В то же время гранулометрический состав — более широкое понятие. Наряду с тонким илом он включает коллоиды, с которыми связывают электрические свойства почвы. Они обеспечивают отрицательный заряд ППК (почвенно-поглощенный комплекс).

Для более детальной и актуальной почвенной характеристики опыта использованы результаты сплошного агрохимического и частично агрофизического обследований свойств почвы (слой 0-20 см) делянок опыта, проведенного в 1972-1974 гг., через 60 лет после его закладки [2]. Данные в среднем по опыту следующие:

плотность твердой фазы, г/см ³ —	2,65
плотность почвы, г/см ³ —	1,53
максимальная гигроскопичность (МГ), % —	1,25
полевая влагемкость (влажн.), % —	19,2
pH, ед. pH-метра —	5,2
углерод (С) гумуса, %, —	1,03
азот (N-общий), % —	0,079
C/N, % —	13
P ₂ O ₅ (подвижный), мг/100 г —	52,01
K ₂ O (обменный), — » — —	16,0
Сумма обменных оснований, мг·экв/100 г —	9,7

Земельный участок до закладки опыта входил в кормовой (прифермский) севооборот, где за 10 предшествующих лет лишь в 1909 г. внесли 35 т навоза на 1 га. С 1906 г. по 1911 г. возделывали следующие культуры: клевер 1-го г.п. — клевер 2-го г.п. — овес — пар черный — озимая рожь с подсевом клевера — клевер 1-го г.п. В 1912 г. перед посевом яровых культур участок разделили на 2 части. На первой, названной по однозначному номеру фермского поля — XII (12) севооборотом, нарежали 6 вытянутых полей: 121, 122, 123, 124, 125 и 126 площадью по 1400 м². 121-е поле оставили под черным паром, а на остальных 5 полях стали высевать бессеменно соответственно озимую рожь, картофель, овес, клевер и лен. На другой части, названной XIII (13) севооборотом, развернули 6-польный севооборот со следующей схемой чередования: пар черный —

озимая рожь — картофель — овес с подсевом клевера — клевер 1-го г.п. — лен. Поля севооборота 131, 132, 133, 134, 135 и 136, площадью 1200 м², явились естественным продолжением соответствующих полей монокультур. Их разделила лишь дорога шириной в 4 м. В 1-й год каждой ротации (раз в 6 лет) на симметричных полях высевают одинаковые культуры. Поперек 6 полей бессеменных культур наложили 11 вариантов удобрений: 1 — N; 2 — P; 3 — K; 4 — O (без удобрений); 5 — NP; 6 — NK; 7 — PK; 8 — NPK (N-NO)₃, в 1938-1948 гг. — навоз, а с 1949 г. — NPK + навоз; 9 — NPK (N-NH₄, с 1939 г. — NPK); 10 — навоз и И — O (без удобрений). Аналогичные варианты, за исключением 10-го и 11-го, наложили поперек полей севооборота, который явился зеркальным» отражением первых 9 вариантов монокультур (см. рис. 1). Учетная

площадь делянок составила 100 м².

Итак, первым исходно изучаемым фактором в опыте была монокультура черного пара и 5 бессменных культур, при этом контролем служил 6-полный севооборот. Название «монокультура» поменялось в 70-е годы на «бессменные посевы» (культуры). Более того, в отечественных стандартах по земледелию дают оба термина: монокультура — единственная культура в хозяйстве, а бессменной считается культура, длительное время возделываемая на одном поле. Это вызывает двусмысленность: при наличии одной культуры ее можно возделывать только бессменно. Монокультуру возделывают бессменно в условиях крестьянских хозяйств тропического климата. Она дает основное питание для семьи, например, кукуруза в Америке, просо и сорго в Африке или затопляемый рис в Азии. В научной литературе встречаются оба термина, «бессменный» преобладает в англоязычных и русских изданиях, а «монокультура» является общепринятым международным понятием.

Кроме монокультуры и севооборота, чередование культур по полям и годам или только во времени, в практическом земледелии существует и поликультура — тре-

тий вид размещения культур на полях. Она типична для стран теплого климата, где за один год на одном поле высевают 2~4 и более культур одновременно (смесь или интеркропинг) или с разрывом во времени (ротационная поликультура). В условиях ручного посева (посадки) каждая последующая культура подсеивается (подсаживается) за месяц до уборки предшествующей.

В опыте менялись виды и дозы удобрений, а также соотношение питательных веществ, что систематизировано по 4 периодам (табл. 2).

С осени 1949 г. регулярно, один раз в ротацию (6 лет), на продольной половине каждого поля проводится известкование почвы. Этот агроприем стал третьим после монокультуры и удобрений изучаемым фактором. Площадь учетной делянки сократилась до 50 м². Первая доза известки составила 4,57 т/га доломитизированного известняка (83% Са, MgCO₃). Последующие дозы рассчитывались на основе гидролитической кислотности почвы и составили (т/га): 1954 г. — 4,5; 1960 г. — 1; 1966 г. — 2; 1973 г. — 3; 1978 г. — 2; 1984 г. — 3; 1990 г. — 2 и 1996 г. — 3. Следует указать и дополнительно внесенные количества известки: 2,5 т/га в 1938 г. на всех делянках 8-го варианта и 4,5 т/га в

Т а б л и ц а 2

**Нормы и общее количество внесенных минеральных
элементов питания и навоза по периодам длительного
опыта ТСХА**

Вариант опыта	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	На- воз, т/га	Общее количество			
	кг/га				кг/га			т/га
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		навоз			
1-й период (1912-1938 гг.)	7,5	15	22,5	18	195	390	586	468
2-й период (1939-1954 гг.)	75	60	90	20	1125	900	1350	330
3-й период (1955-1972 гг.)	50	75	60	10	900	1350	1080	180
4-й период (1973-2002 гг.)	100	150	120	20	2900	4300	2860	580
Всего за 1912-2002 гг.	-	-	-	-	5120	6940	5876	1528
В среднем за один год	-	-	-	-	56,9	77,1	65,3	17,0

1978 г. сплошь на четных полях севооборота.

В 1949 г. было введено чередование культур во времени на известкованной половине бессменного черного пара (севооборот во времени). Таким образом, с 1949 г. опыт стал включать 3 территориально разновеликие единицы: 6-польный севооборот, поля бессменных культур и севооборот во времени. В 1973 г. добавился новый, 4-й, а вернее 4-й и 5-й самостоятельные участки. Речь идет о втором после 1949 г. принципиальном и существенном изменении схемы опыта, осуществленном Б. А. Доспеховым. На четных полях основного севооборота (132, 134,

136) вместо 9 вариантов удобренных стали вносить сплошь единую дозу NPK (кг/га): 100 - 150 - 120 (N - P₂O₅ - K₂O). На нечетных полях (131, 133, 135) продолжается схема 9 вариантов. В том же году овес, сильно повреждаемый птицами, заменили на ячмень. Современный план и схема опыта представлены на рис. 2.

В связи с отрицательной реакцией клевера и льна-долгунца на бессменные посева, вплоть до полного их выпадения, удовлетворительный урожай этих культур получали лишь в первые 2—4 года после посева или пересева. Поле клевера 2-летнего пользования превраща-

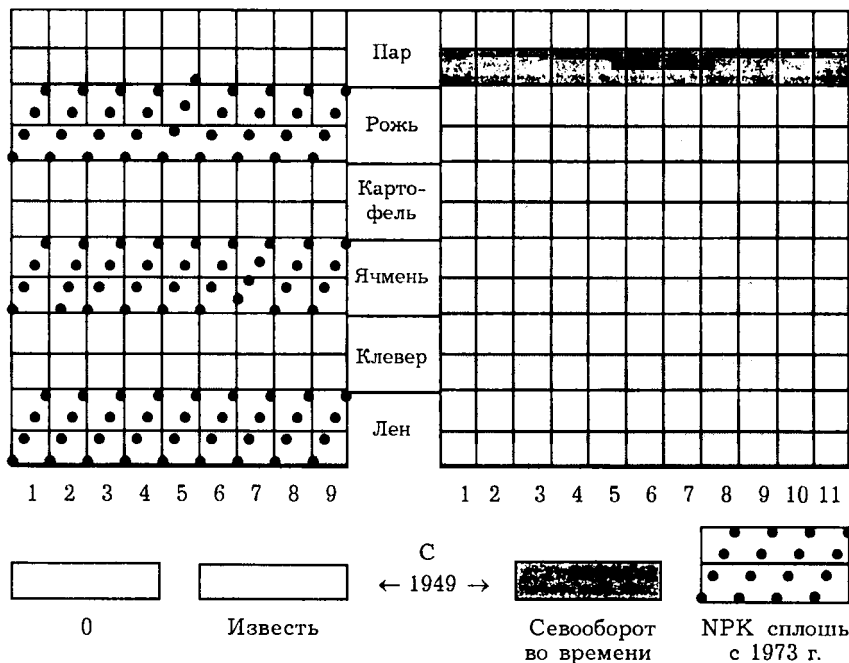


Рис. 2. Схема размещения длительного опыта ТСХА (Московского стационара) с 1973 г. (Слева — 6-польный севооборот, справа — бессменные культуры.

1 — N, 2 — P, 3 — K, 4 — без удобрений, 5 — NP, 6 — NK, 7 — PK, 8 — NPK + навоз, 9 — NPK, 10 — навоз, 11 — без удобрений.

лось в зеленый пар, где преобладали многолетние сорняки. Его перепаживали, оставляли под черным паром, засевали другими культурами или вновь клевером. Культуры, возделываемые на поле бессменного клевера (поле 125) с 1913 по 1983 г., следующие: клевер (зеленый и черный пар) (1913-1965), озимая рожь (1966), ранний картофель (1967), озимая рожь (1968), клевер (1969—1970),

черный пар (1971-1973), озимая пшеница (1974 — 1983).

С 1984 г. бессменный клевер периодически, раз в 2—3 года, возобновляли путем пересева после подготовки почвы. Более длительными были периоды отсутствия бессменного льна. С 1927 по 1938 г. это поле находилось под черным паром, а урожай последующей озимой ржи в 3—6 раз превысил урожай

бессменной ржи. Подобные результаты получены и на картофеле, посаженном на этом же поле в 1940 г. Его средняя урожайность при возделывании в севообороте, бессменно и на поле бессменного льна составила соответственно 167, 169 и 267 ц/га. Подробный анализ этих и других изменений схемы и агротехники в опыте проводился ранее [4, 10, 11].

Результаты и их обсуждение

Несмотря на то, что севооборот во времени формально введен с 1949 г., чередование культур стало соответствовать схеме основного севооборота лишь с 1984 г. До 1983 г. набор культур и их чередование были произвольными, в зависимости от конкретных условий и «всейня моды». Так, осуществлялись повторные посевы кукурузы и ячменя. Дважды черный пар заменяли ранним картофелем, а клевер — зерновыми или оставляли на второй год пользования (табл. 3).

За 38 лет черного пара произошло существенное распыление почвенных агрегатов, при этом их водопрочность снизилась в 4-10 раз по сравнению с ее состоянием в 6-польном севообороте [1]. В 30-е и 40-е годы прошлого столетия прочно утвердилось

положение В. Р. Вильямса о первостепенной роли комковатой почвенной структуры для роста и развития растений. Введение в культуру произвесткованной половины бессменного черного пара позволило несколько усомниться в правомерности этого положения. Об этом свидетельствуют достаточно высокие урожаи культур севооборота во времени за 50 последних лет (табл. 4).

Наиболее удачной культурой для этого участка оказался клевер, поскольку во всех вариантах получены высокие или очень высокие урожаи сена. Более того клевер уже на второй год пользования в несколько раз повысил водопрочность почвенной структуры по сравнению с ее исходным состоянием в пару [1, 10]. Однако хорошее структурное состояние почвы отмечено лишь под клевером. Отрицательный эффект исходной «физической некультурности» пара проявился в неустойчивой продуктивности остальных культур. Это касается как интенсивных культур (кукурузы и картофеля), так и льна — культуры со слабой корневой системой. Очевидный «провал» с овсом (эту культуру высевали лишь один раз) связан также не только с его повреждениями птицами. В предпоследние две ротации

Таблица 3

Чередование (последовательность возделывания) культур и пара в севообороте во времени после 38 лет бессменного черного пара (1912-1949 гг.)

Год	Культура	Год	Культура	Год	Культура
1950	Оз. рожь	1967	Картофель ранн.	1984	Пар черный
1951	Клевер 1 г.п.	1968	Оз. рожь	1985	Оз. рожь
1952	Клевер 2 г.п.	1969	Картофель	1986	Картофель
1953	Лен	1970	Овес	1987	Ячмень
1954	Картофель	1971	Клевер 1 г.п.	1988	Клевер 1 г.п.
1955	Кукуруза	1972	Лен	1989	Лен
1956	Пар черный	1973	Картофель ранн.	1990	Пар черный
1957	Оз. рожь	1974	Оз. рожь	1991	Оз. рожь
1958	Клевер 1 г.п.	1975	Картофель	1992	Картофель
1959	Клевер 2 г.п.	1976	Ячмень	1993	Ячмень
1960	Лен	1977	Ячмень	1994	Клевер 1 г.п.
1961	Картофель	1978	Пар черный	1995	Лен
1962	Кукуруза	1979	Оз. рожь	1996	Пар черный
1963	Кукуруза	1980	Ячмень	1997	Оз. рожь
1964	Кукуруза	1981	Оз. рожь	1998	Картофель
1965	Пар черный	1982	Картофель	1999	Ячмень
1966	Оз. рожь	1983	Ячмень	2000	Клевер 1 г.п.

(шестилетние) высокие урожаи ячменя получены лишь на фоне удобрений. В последнюю ротацию эту культуру можно считать погибшей (1999 г.), так как даже на фоне полного удобрения ее урожаи не достигли посевной нормы.

Озимая рожь полежала в отдельные годы, что дополнительно снижало ее урожайность. Длительное, около 40 лет, удобрение парующей почвы создало запас питательных веществ, значительно превышающий потребность этой культуры. Потен-

циальные запасы «отдохнувшей» почвы обеспечивали достаточно хорошие урожаи и в вариантах без удобрений или с одианными элементами питания. В какой-то мере хороший запас питательных веществ компенсировал недостатки «физики» почвы. На полях бессменной ржи и б-польного севооборота отмечена низкая эффективность раздельного внесения питательных элементов. Только полное удобрение и севооборот позволили удвоить урожайность озимой ржи [7]. В опыте совпало лишь 3 года

**Урожайность культур (основная продукция) севооборота
во времени в порядке их следования с 1950 по 2000 г.**

Культура	ц/га		Культура	ц/га	
	0 НРК			НРК	
Оз. рожь	18,6	23,8	Картофель	61,1	231
Клевер 1 г.п.	38,7	81,8	Ячмень	21,3	17,6
Клевер 2 г.п.	50,6	84,7	Ячмень	17,2	27,1
Лен	13,2	18,6	Оз. рожь	19,3	27,2
Картофель	68,0	132	Ячмень	9,8	33,2
Кукуруза	69,0	104	Оз. рожь	8,2	23,1
Оз. рожь	25,9	33,7	Картофель	50	157
Клевер 1 г.п.	38,9	46,2	Ячмень	3,9	23,2
Клевер 2 г.п.	45,6	63,9	Оз. рожь	9,8	27,3
Лен	15,0	22,0	Картофель	75	284
Картофель	102	276	Ячмень	0	46,9
Кукуруза	24,0	190	Клевер 1 г.п.	72	102
Кукуруза	150	359	Лен	25,6	47,0
Кукуруза	143	261	Оз. рожь	22,4	30,9
Оз. рожь	28,1	33,0	Картофель	98	149
Картофель ранний	92	118	Ячмень	6,2	46,9
Оз. рожь	14,0	24,9	Клевер 1 г.п.	70	75
Картофель	26,0	72,0	Лен	26,8	44,0
Овес	2,2	7,3	Оз. рожь	45,7	58,4
Клевер 1 г.п.	24,5	48,7	Картофель	168	153
Лен	14,6	37,1	Ячмень	0,6	1,8
Картофель ранний	10,2	26,2	Клевер 1 г.п.	28,5	30,0
Оз. рожь	24,9	23,7			

П р и м е ч а н и е . Зерновые культуры — зерно при 14% влажности, картофель — клубни, травы — сено при 16% влажности, лен — соломка при 18% влажности и кукуруза — зеленая масса.

одновременного посева ржи в двух севооборотах (табл. 5).

Преимущество для озимой ржи полноценного севооборота по сравнению с севооборотом во времени было заметно в течение трех ротаций. Так, в первый год посева озимой ржи после 38-летнего пара и через три ротации

(1968) ее урожайность в основном севообороте превышала в среднем по всем вариантам удобрений урожая севооборота Б соответственно на 6,2 и 6,6 ц/га, или 28 и 34%. И лишь через 25 лет после введения выявлено незначительное преимущество севооборота во времени (7% в

Т а б л и ц а

Урожайность озимой ржи (ц/га) в зависимости от возделывания бессеменно с 1912 г., в 6-польном (А) с 1912 г. и севообороте во времени (Б) (по извести, в годы совпадения на 3 участках)

Год	Усло- вия возде- лыва- ния	Удобрение								
		О	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	NPK- навоз
1953	Бес- семенно	7,3	12,4	9,7	7,1	13,2	19,4	9,7	20,3	19,1
	А	20,8	30,0	27,4	23,7	33,1	19,1	30,1	39,3	31,4
	Б	23,0	11,5	13,7	14,7	29,1	20,7	23,8	23,8	29,1
1968	Бес- семенно	6,5	8,2	9,0	8,0	8,7	12,3	7,5	8,1	8,8
	А	24,6	22,0	25,0	27,4	24,4	30,0	24,8	22,8	26,3
	Б	14,0	18,4	13,5	12,7	23,4	22,6	17,2	24,9	23,2
1974	Бес- семенно	17,4	16,3	12,0	19,0	10,9	21,6	21,2	44,3	28,0
	А	24,0	18,1	22,3	25,3	40,8	24,6	19,5	22,9	21,0
	Б	24,9	25,6	27,8	24,4	24,9	28,6	27,4	23,7	26,4
В	Бес- семенно	10,4	12,3	10,2	11,6	10,9	17,8	12,8	24,2	18,5
сред- нем	А	23,1	26,7	24,6	25,5	32,8	24,8	24,8	28,3	26,1
	Б	20,6	18,5	18,3	17,3	25,8	24,0	22,5	24,1	26,2

среднем по всем вариантам, 1974 г.).

Из всех 9 культур, испытанных в новом севообороте, лишь озимую рожь и картофель возделывали наибольшее число лет. Для этих культур наряду со средними представлены экстремальные урожаи по всем вариантам (табл. 6).

Максимальная урожайность озимой ржи в нулевом варианте составила 45,7 ц/га, в вариантах N и NK —

56 ц/га. В то же время полное минеральное удобрение отдельно или в сочетании с навозом обеспечивало урожаи соответственно 58,4 и 53,8 ц/га. Как уже указывалось ранее, в благоприятные годы в вариантах с неполным удобрением не отмечалось столь значительного для высоких агрофонов полегания зерновых. Также незначительная разница в урожаях в вариантах удобрений установлена и для картофеля.

Таблица 6

Действие удобрений и извести на среднюю урожайность¹
(ц/га) культур севооборота во времени, возделываемых после
38-летнего черного пара

Удобрение									
N	P	K	O	NP	NK	PK	NPK	NPK+ навоз	навоз
<i>Оз. рожь (зерно), 10 лет (1950–1997 гг.)</i>									
25,7	22,4	20,4	21,0	30,4	25,9	24,4	30,6	31,5	26,0
55,6	50,7	45,3	45,7	52,2	36,2	51,1	58,4	53,8	43,3
8,3	8,7	7,3	8,2	16,0	11,9	10,5	23,1	23,3	11,2
<i>Картофель (клубни), 8 лет (1954–1998 гг.)</i>									
106	88	102	81	130	146	154	182	197	167
198	205	195	168	228	283	250	285	280	250
27	25	30	26	41	37	66	72	70	82
<i>Ячмень (зерно), 6 лет (1976–1999)²</i>									
17,0	10,3	10,3	9,6	26,9	30,2	23,9	32,4	35,2	23,8
<i>Клевер 1 г. п. (сено), 6 лет (1951–2000 гг.)</i>									
35	40	39	40	41	46	52	53	53	61
<i>Лен (соломка), 4 года (1953–1995 гг.)</i>									
26,5	26,0	27,7	20,0	25,2	32,0	35,9	36,7	38,7	46,2
<i>Кукуруза (зел. масса), 4 года (1955, 1961–1963 гг.)</i>									
104	110	118	96	140	150	17	229	264	261
<i>Клевер 2 г.п. (сено), 2 года (1952 и 1959 гг.)</i>									
60	56	53	48	59	56	60	74	77	76
<i>Картофель ранний (клубни), 2 года (1967 и 1973 гг.)</i>									
52	47	49	51	48	62	65	72	73	80

¹ Для озимой ржи и картофеля: средняя, максимальная и минимальная.

² Урожайи 1999 г. не включены, т. к. они составляли менее 50% посевной нормы.

50-летний севооборот во времени позволил выявить 3 основных культуры, целесообразные для дальнейшего возделывания: озимую рожь, картофель и клевер 2-летне-

го пользования. Поскольку в последние годы появились проблемы с ячменем на всех участках опыта, то не исключена возможность его периодической замены на озимую

пшеницу. В этом случае, безусловно, другой будет и схема севооборота.

Для более полной оценки севооборота во времени вос-

пользуемся его продуктивностью за ротацию на основе 4 культур, кроме льна, имеющих коэффициенты перевода в кормовые единицы (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Динамика среднегодовой (из 4 лет) сравнительной продуктивности (ц к. ед/га) бессменной ржи и 2 севооборотов по фону извести (рожь + картофель или кукуруза + овес или ячмень + клевер)

Годы по порядку	Бессменная рожь		Севооборот во времени с 1949 г. ¹		6-польный севооборот с 1912 г.	
	НРК	НРК+нав.	НРК	НРК+нав.	НРК	НРК+навоз ²
1950-1954	21,0	24,0	37,7	43,8	37,9	34,4
1955-1959	39,7	34,0	28,3	30,7	55,7	58,4
1961-1964	21,7	23,4	61,9	67,2	38,1	49,9
1968-1972	22,0	22,5	20,4	22,2	24,1	26,8
1974-1977	27,3	25,1	37,1	42,7	36,7	39,6
1979-1982	22,0	24,0	35,5	37,6	24,9	27,8
1985-1988	36,6	37,8	55,6	50,2	37,4	46,0
1991-1994	31,6	36,0	42,0	43,0	36,2	42,8
1997-2000	27,5	33,3	32,3	37,9	38,3	41,8
В среднем	26,7	28,9	38,9	41,7	36,6	40,8

¹ В 1949 г. черный пар, начало 1-й ротации.

² С 1974 г. НРК.

Продуктивность во времени оказалась выше не только бессменной ржи, но и основного 6-польного севооборота. В среднем по двум вариантам за 9 ротаций она составила соответственно 40,3, 27,8 и 38,7 ц к. ед. на 1 га. Это преимущество нового севооборота обеспечили прежде всего ротации с кукурузой и клевером. Наоборот, снижение продуктивности основного севооборота обусловлено низ-

кими урожаями овса, ячменя и даже клевера. Отмечено выпадение последнего в 2 из 9 ротаций.

Выводы

1. За 50 лет после введения в 1949 г. севооборота во времени на известкованной половине бесщемного пара этот участок окончательно оформился в качестве самостоятельной территориаль-

ной единицы длительного опыта ТСХА. Поэтому этот «опыт в опыте» также может подвергаться изменениям и новациям.

2. 38-летний период «отдыха» почвы по типу черного пара значительно обогатил пищевой режим почвы даже на делянках с раздельным внесением питательных веществ. Длительное парование почвы явилось одной из причин более высокой продуктивности нового севооборота по сравнению с основным 6-польным и тем более с бессеменной рожью.

3. Результаты этого эксперимента позволяют утверждать о возможной компенсации неудовлетворительного структурного состояния песчано-легкосуглинистой почвы благоприятным пищевым режимом.

4. Приемлемые для Центральной Нечерноземной зоны урожаи обеспечивали клевер, озимая рожь и картофель. Из яровых зерновых культур забракован овес. Проблемы с ячменем появились лишь в последнюю ротацию, тогда как в течение 7 предшествующих он давал высокие урожаи по всем вариантам. В этой связи целесообразно определить для ячменя страховую культуру или подобрать новое 2—3-летнее звено с включением озимой пшеницы. Другим вари-

антом трансформации этого участка мог бы стать почвозащитный или ландшафтно-адаптивный севооборот. Это стало бы контрастом другой половины поля, находящейся с 1912 г. под черным паром.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Доспехов Б. А.* Некоторые итоги стационарного полевого опыта Тимирязевской академии за 6 лет. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 6, с. 28—47. — 2. *Доспехов Б. А., Кирюшин Б. Д., Братерская А. Н.* Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы по профилю под влиянием 62-летнего применения удобрений и периодического известкования. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 6, с. 30—40. — 3. *Егоров В. Е.* Опыт длится 60 лет. М.: Знание, 1972. — 4. *Кирюшин Б. Д.* Модификации длительных полевых опытов и их значение для научной агрономии и практического земледелия. — Изв. ТСХА, вып. 1, 2000, с. 3—22. — 5. *Кирюшин Б. Д., Хохлов Н. Ф., Эльмер Ф.* Результаты совместных исследований в Московском стационаре. — Тр. науч. конф. М.: ТСХА, 2000, с. 107—111. — 6. *Научные основы интенсивного земледелия в Нечерноземной зоне / Под ред. Б. А. Доспехова.* М.: Колос, 1976. —

7. Сафонов А. Ф., Алферов А. В., Золотарев М. А. Урожайность озимой ржи и плодородие дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений и известкования в бессменных посевах и севообороте. — Изв. ТСХА, вып. 4, 2000, с. 21-32. — 8. Christensen B. T., Trehtemoller V. SP-report, 1995, № 29, p. 30-80. — 9. Cooke G. Annales Agro, 1976, № 617, p. 145-173. — 10. Kirjushin B. D. Arch. Acker-Pfl. Boden, 1977, Vol. 42, S. 234-245. — 11. Kirjushin B. D., El-Imer F. UFZ-Bericht, 1999, № 24, S. 171-174. — 12. Korchens M. Arch. Agronomy and Soil Science, 1997, vol. 42, p. 157-168. — 13. Poulton P., Powlson D. UFZ-Bericht, 1999, № 24, S. 25-28. — 14. Steiner R. A. SP-report, 1995, № 29, p. 107-112.

*Статья поступила
12 марта 2001 г.*

SUMMARY

Full characteristic of land area and technique of 90-year field experiment of Timiryazev Agricultural Academy (Moscow stationar on international catalog of world long-term experiments) is presented. Some advantage in productivity of crop rotation in time as compared with 6-course rotation has been found. Negative effect of continuous bare fallow on soil physics was to a great extent compensated by favourable food regime of the soil. Winter rye, potato and clover or mixtures of perennial grasses of 2-year use are recommended for further cultivation in this crop rotation. For barley it is advisable to find an insurance crop. It is suggested to consider a variant of soil-protecting or landscape-adaptive rotation as a contrast to 90-year bare fallow on a neighbouring half of the 121-st field.