

УДК 631.58

МОДИФИКАЦИИ ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ОПЫТОВ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ НАУЧНОЙ АГРОНОМИИ И ПРАКТИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Б. Д. КИРЮШИН

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

В статье анализируются различные модификации наиболее известных западно-европейских длительных полевых опытов и опыта ТСХА 1912 г. Впервые они систематизированы на концептуальные, собственно-адаптивные, вынужденно- и концептуально-адаптированные. Повышенные роли полевых стационаров в качестве «лабораторий *in vivo*» основано на изменениях и дополнениях, т. е. актуализации схемы при сохранении ее целостности и контроля. Показаны значение и необходимость монокультур в длительных опытах и приемы их сохранения.

Полевой эксперимент является наиболее репрезентативным методом тестирования различных идей и концепций научной агрономии на пути их практического приложения. Ценность результатов исследований возрастает по мере приближения опытного участка к устойчивому экологическому равновесию и пропорциональна времени проведения опыта. В длительном полевом опыте происходит компенсация большей части отклонений в действии и взаимодействии изучаемых и не изучаемых, по контролируемым факторам, что уравнивает базисный фон для сравнения вариантов. Поэтому полевые стационары длительностью свыше

50 лет, называемые классическими, нужно сделать «лабораториями *in vivo*», доступными для ученых агрономов всего мира. Особую значимость они приобретают при оценке динамики плодородия почвы и продуктивности растений, а также для мониторинга экологической составляющей. Научно-технический прогресс, развитие и совершенствование сельскохозяйственных технологий, в том числе на базе новых идей, полученных в длительных опытах, вызывают, в свою очередь, необходимость модификаций последних. Правильные и своевременные изменения и дополнения первоначальной схемы наряду с достоверной, широко-

доступной и регулярной информацией о результатах исследований позволяют не только продлить «жизнь» опыта, но и развеять все сомнения относительно его актуальности.

Все модификации исходной схемы и методики ведения опытов можно систематизировать на 4 группы: концептуальные, адаптивные, вынужденно-адаптивные и концептуально-адаптивные. Если первая и последняя группы носят принципиальный характер, то две другие касаются в большей степени объектов исследования, агротехники и сопутствующих условий, или фона для вариантов. Принципиальные изменения опыта вызываются необходимостью изучения или проверки новых идей и концепций, исходящих от ответственных исполнителей и научного руководителя (концептуальные), или обуславливаются сотрудничеством с учеными других специальностей, в том числе зарубежными (концептуально-адаптивные). В этих случаях схема опыта дополняется новыми вариантами и/или заменяются старые. Это предполагает наличие достаточно больших делянок в длительных опытах.

Адаптивными прежде всего являются изменения в агротехнике и методике ведения опыта с целью приведения их в соответствие с уровнем современного сельскохозяйственного производства (новые совершенные виды техники и технологии) или науки (новые методы закладки опытов и обработки данных). Например, замена животной тяги на механизированные агрегаты а затем специальную малогабаритную технику,

применение новых пестицидов, сортов или дробное внесение удобрений и т. д.

Вынужденно-адаптивными изменения становятся в случае невозможности сохранить приемлемую продуктивность растений или культуру в целом, или «территориальную целостность» опыта. Например, чрезмерные потери урожая от засоренности, болезней и вредителей, погравл хищений или отчуждение земли под застройки.

Необходимость доификаций усугубляется процессом урбанизации, т. к. стационары закладывались в черте городов и университетских кампусов или вблизи них. Совершенствование общей агротехнически, смена сортов, культур и чередований позволяют при соблюдении принципиальной целостности или преемственности схемы и наличии контроля поддерживать относительно высокие и устойчивые урожаи и, как следствие, приемлемую точность и достоверность опыта.

Все длительные опыты заложены на основе систематического метода размещения вариантов, т. к. рендомизированные методы стали внедряться лишь в 50-е годы. Как правило, опыты закладывались без повторности, а севообороты не развертывались на территории.

В настоящей статье анализируются модификации некоторых известных европейских стационаров, в том числе длительного полевого опыта МСХА («Опыт ТСХА»). Она является логическим продолжением предшествующих публикаций [4, 10].

Появление и широкое распространение длительных полевых

стационаров началось в Англии с основания Лоузом в 1842 г. вблизи Лондона первой фабрики по производству минеральных фосфорных удобрений. Первые полевые опыты с бессменной культурой корнеплодов и озимой пшеницы были заложены Лоузом в своем имении Ротамстед в 1843 г. Они явились следствием его успешных исследований суперфосфатов (жженные кости, обработанные серной кислотой) в сосудах и на микроделянках. В периоде 1843 по 1856 г. со своим сотрудником Джильбертом Лоуз заложил десятки опытов по сравнительному изучению действия питательных веществ: N, P, K, Mg и Na в минеральных удобрениях, навозе и рапсовом жмыхе в условиях бессменных культур [7]. Несмотря на явное предпочтение монокультуре авторы изучали и типичные для Англии норфольский, или клеверный севооборот: корнеплоды — ячмень · клевер (или бобы) — озимая пшеница и 4-летнюю ротацию, где вместо бобовых был черный пар. Культуры чередовались только по годам [9]. Монокультура овса, гороха, бобов, клевера и картофеля продолжалась порядка 10-20 лет. Однако 8 опытов Лоуза с бессменной культурой озимой пшеницы, ячменя, корнеплодов и многолетних трав (бобово-злаковые смеси), а также с 4-летними ротациями продолжают ся до сих пор [2,9, 14].

Независимо от характера и глубины изменений исходных схем в обзоре анализируются прежде всего те исследования, которые интересны с позиции как истории, так и практики опытного дела в агрономии. Рассмотрим подроб-

нее наиболее известный стационар Ротамстеда с бессменной озимой пшеницей в Броудболке, заложенный к 1843 г. [7, 9]. Почва опытного участка сформирована на меловых отложениях, хорошо дренируемая, от средней до тяжелоуглинистой текстуры (доля глинистой фракции, частицы мельче 0,002 мм, около 30%). Из 7 исходных вариантов удобрений первые 8 неизменными оставались лишь два: 1 — навоз и 2 — контроль (без удобрений). С 1852 г. «зафиксировали» еще четыре: 3 — PKNa Mg; 4, 5, 6-й варианты отличались от 3-го наличием азота: соответственно 48, 96 и 144 кг/га. 7-й вариант (172N) был исключен вскоре после закладки опыта в связи с сильным полеганием пшеницы (восстановлен в 1968 г., с началом возделывания короткостебельного сорта пшеницы). До 1967 г. вносили сульфат аммония и натриевую селитру, а с 1968 г. — нитромел смесь аммиачной селитры и карбоната кальция. Фосфор (P) в дозах 32— 33 кг/га применяли в виде суперфосфата, приготовленного вначале из костей, а с 1989 г. — природных фосфатов. Калий (K), натрий (Na) и магний (Mg) вносили в форме сульфатов в норме соответственно 90, 15 и 11 кг/га. Доза навоза составляла 35 т/га, что соответствовало 220 кг N, 36 кг P и 165 кг K (с 1968 г. такая же доза навоза содержит соответственно 240,43 и 330 кг). Количество рапсового жмыха, а затем клецевинного прота составляло порядка 2,1 т/га (N, P и K в⁰ о 5,5; 0,96 и 1,05). Нормы удобрений практически не менялись, а другие приемы агротехники совершенствовались

прежде всего в последнюю треть опыта. Приипипальные модификации опыта осуществлены в 1906, 1926 и 1968 гг.

В 1906 г. добавили вариант без фосфора — NKNaMg. В 1926 г. опыт разделили на 5 секций с целью их поочередного парования вследствие высокой засоренности, даже на фоне ручной прополки. Секции располагались поперек вариантов удобрений, занимающих всю длину поля в 350 м. Раз в 5 лет каждая секция находилась под черным паром, а 4 года — под пшеницей. Благодаря этому изменению появились новые программы исследований по изучению действия пара и удобрений на состав и обилие сорняков, пораженность болезнями и вредителями и, безусловно, на урожайность озимой пшеницы. С введением гербицидов в 50-е годы восстановили бессменную пшеницу на 2 секциях из 5. (С 1968 г. не опрыскивают лишь

1/10 опыта, а черный пар занимает 3/10 площади).

В 1968 г. опыт разделили на 10 секций. Висли 3-польный севооборот: картофель бобы озимая пшеница. Это позволило сравнить эффективность севооборота, черного пара и гербицидов в борьбе с сорняками (контроль: бессменная пшеница и делянки без гербицидов).

Перманентное совершенствование агротехники (сортосмена, использование пестицидов и т. д.) началось в 50-е годы, когда урожайность культур, даже на лучших вариантах опыта, существенно снизилась по сравнению с уровнем на соседних производственных фермах. В эти годы участок впервые производствовали, заменили физиологически кислый сульфат аммония на нитромел и т. д. Эти улучшения позволили более чем удвоить урожайность культур, в частности озимой пшеницы (табл. 1).

Таблица 1

Действие неизменных доз минеральных удобрений и навоза на среднюю урожайность озимой пшеницы по трем периодам опыта в Брудолке, заложенного в 1843 г. (ц/га. черно при 15% влажности) [9]

Вариант	1852—1861 гг.	1902—1911 гг.	1970—1975 гг.
1 — Навоз, 35 т/га	24,1	26,2	58,0
2 — Без удобрений	11,2	8,0	17,0
3 — 32P90K15Na 11 Mg	12,9	10,0	20,9
4 — — » — + 48N	19,1	15,8	39,9
5 — — » — + 96N	24,2	22,8	52,3
6 — — » — + 144N	25,2	27,6	54,7
7 — — » — + 172		—	54,8

Примечательно, что положительный эффект черного пара и севооборота отмечен главным образом на фоне отсутствия азота или без удобрений (табл. 2).

В подобном опыте Ротамстеда с бессменным ячменем (Хусфилд, с 1852 г.) необходимость применения гербицидом появилась почти через 100 лет, при этом почва

Таблица 2

Действие удобрений, черного пара и 3-польного севооборота на урожайность, озимой пшеницы (ц/га. Брудболк, 1970—1975 гг.) [9]

Вариант ¹	Предшественники пшеницы			
	бесменно	пшеница — пар	пар — пшеница	картофель — бобы
0	17.0	31.3	14.0	26.7
PK	20.9	37.6	15.8	31.6
Навоз	58.0	64.8	58.8	67.6
144NPK	54.7	49.8	58.5	57.8

¹ Минеральные удобрения включали также Na и Mg.

паровала лишь 4 года: 1912, 1933, 1943 и 1967.

В условиях Англии эффективность механической борьбы с сорняками выше при возделывании яровых, чем озимых зерновых. Трехпольный севооборот: картофель — бобы — ячмень был введен также в 1968 г. для борьбы с почвенными патогенами. Динамика урожайности бесменного ячменя представлена в табл. 3.

В уже закрытом стационаре «Поле — Е» (Германия) изучалась восьмерная схема вариантов удобрений: O, K, N, P, KN, KP, NP и NPK. Размеры делянок 50 м² (12,5×4) с заплатами в 1 м. Варианты были расположены поперек 9 полос, или полей: 4 — под монокультурами, 4-польный севооборот и одно поле 4-летней ротации культур по времени (табл. 4).

В связи с опасным распространением нематод через несколько лет после закладки опыта стала невозможной монокультура овса

Таблица 3

Действие минеральных удобрений и навоза на урожайность ячменя (ц/га. в опыте Ротаметга. Хусфилд) [9]

Вариант ¹	1852—1861 гг.	1902—1911 гг.	1952—1961 гг.	1970—1975 гг.
0	14.3	6.5	9.3	11.9
Навоз	28.5	29.6	25.1	50.2
PK	19.2	10.5	13.7	13.4
NPK	29.1	25.2	23.7	36.4
N*PK	—	24.8	25.0	39.7
CPK	29.9	25.0	25.1	41.3

¹ 48 кг азота на 1 га в виде сульфата аммония — N. натриевой селитры — N* (с 1868 г.) и рапсового жмыха или клещевиного шрота — C. С 1968 г. по всем вариантам с азотом вносят нитроамел. Минеральные удобрения включали также Na и Mg.

и гороха. Полному висли 9-польный, а с 1923 г. 8-польный севооборот. Высокая поражаемость гороха нематодами и болезнями даже в севообороте вынудила заменить его на рапс, а последний по той же причине через 5 лет — на мак. Яровую пшеницу, сильно повреждаемую воробьями, заменили кукурузой. Севооборот принял окончательный вид: мак — рожь — кормовые бобы — картофель — кукуруза — фасоль — кормовая свекла — ячмень. Опыт закрыли в 1954 г. в связи с застройкой территории под университет.

За 80 лет дозы минеральных удобрений менялись незначительно. Применяли следующие формы: преципитат и суперфосфат; карбонат калия, 40 и 50% хлористый

**История модификаций (смена севооборотов и замена отдельных культур)
Геттингенского длительного опыта «Поле — Е», 1873—1953 гг. [17]**

Севооборот	Роды ведения	Культуры (схемы чередований)	Причины изменений
0 (монокультура)	1873—96	Картофель, овес, горох, рожь	—
4-польный севооборот	— » —	Картофель — овес — горох — рожь	—
Севооборот во времени	— » —	— » —	
9-польный севооборот	1897—1922	Горох — рожь — кормовые (к.) бобы — оз. пшеница — к. бобы — к. свекла — ячмень — фасоль — картофель — яр. пшеница	Нематоды монокультуры овса и гороха
8-польный севооборот	1923—35	То же кроме озимой пшеницы	Отчуждение поля под застройку
— » —	1936—40	— » — вместо гороха рапс	Нематоды
— » —	1941—48	— » — вместо рапса мак	Болезни и вредители
— » —	1949—53	— » — вместо яр. пшеницы кукуруза	Потравы воробьями

калий; чилийскую селитру, сульфат и нитросульфат аммония и, наконец, аммиачную селитру. За весь период проведения опыта не установлено существенных изменений потенциального плодородия почвы. Несмотря на благоприятные потаенно-климатические условия региона средняя вариация урожаев по годам достигала 100% (наибольшей устойчи-

востью отличалась рожь). Годовая вариабельность превышала различия по вариантам и обуславливалась эпифитотиями болезней и вредителей, а последнее — благоприятными погодными условиями. В среднем за 1892—1953 гг. интервал относительных урожаев по вариантам составил 54—104% по отношению к варианту NPK (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

**Средняя относительная урожайность (%) основных культур
в опыте «Поле—Е», 1892—1953 гг. [17]**

Вариант	Рожь	Ячмень	Горох	Картофель	Кормовая свекла
1 — К	85	64	85	68	71
2 — N	97	94	71	69	77
3 — P	87	54	61	56	55
4 — NPK	100	100	100	100	100
5 — 0	81	56	62	59	56
6 — KN	97	100	104	96	98
7 — KP	81	59	92	66	66
8 — NP	94	92	80	71	76

Зерновые отзывались прежде всего на азот, бобовые — на калий, а пропашные корнеплоды — азот и калий. Если эффективность азота не изменялась, то калия возрастала с годами. Эффективность фосфорных удобрений не выявлена в связи с высоким содержанием доступного фосфора в почве.

Самым известным длительным опытом Германии является стационар «Вечная рожь», заложенный Ю. Кюном на опытном поле Университета имени М. Лютера в Галле в 1878 г. [15, 16]. Почва — маломощный чернозем на лесовых отложениях, легкого механического состава. Как и английские, этот стационар отличали большие делянки в 1000 м²

(85,15×11,75), что позволило в последующем легко адаптированы» новые программы исследований. Выбор больших делянок основателями опытов можно считать дальновидным решением, однако скорее они руководствовались требованием соответствия производственным условиям.

Исходная схема опыта с бессеменной рожью включала 5 вариантов: 1 — навоз, 12 т/га в год (около 60N, 20P и 60K в кг/га); 2 — 40N24P75K; 3 — 40N; 4 — 20P75K и 5 — 0 (без удобрений). История опыта насчитывает 4 изменения схемы. Так, в 1893 г. добавили 6-й вариант: навоз, 8 т/га в год (около 40N). В 1952 г. на делянке 6-го варианта стали изучать последствие навоза, т. е. появился еще один вариант без удобрений. Поводом для третьего (1961 г.) самого значительного изменения исходной схемы послужила высокая засорен-

ность северной части опыта хвощем полевым. Все 6 вытянутых делянок разделили на 3 части, оставив между ними 5-метровые защитные полосы черного пара. Площадь элементарной делянки сократилась с 0,1 га до 290 м² **(25×11,6)**. В северной части стали возделывать кукурузу бессеменно, в центральной — чередовать картофель с озимой рожью, а в южной трети оставили бессеменную рожь.

В 1990 г. азотное удобрение (N) в третьем варианте заменили на NPK + навоз (12 т/га), при этом дозы минерального и органического азота составляли по 60 кг/га в год. Средняя урожайность культур опыта за 20 последних лет представлена в табл. 6.

Безусловный интерес представляет немецкий стационарный опыт с удобрениями в Бад Лаухштедте, заложенный в 1902 г. Шнайдевиндом и Греблером на лесовом суглинном черноземе [11]. В 4-польном севообороте сахарная свекла — ячмень — картофель — озимая пшеница изучалось 3 варианта органического удобрения: 20 и 30 т (с 1906 г.) навоза на 1 га через год под пропашные культуры и без навоза и 6 вариантов минерального удобрения: NPK, NP, NK, N, PK и 0. В 1924 г. ввели известкование (раз в 4 года) на внешней половине первого поля, а с 1926 г. стали возделывать бобовые (с 1970 г. люцерну) на внешней половине 4-го поля также раз в 4 года. Размер элементарной делянки составил 265 м² **(10×26,5)** при общей площади опыта 3,09 га.

Таблица 6

Средняя урожайность культур (зеленая масса и крубын при 75%, зерно — 14% влажности) по вариантам стационара «Вечная рожь» до и после замены N на NPK + навоз в 1990 г. [15]

Годы	Навоз. 12 т/га		0	NPK	NPK ¹ + навоз	PK	0 ²
	ц/га	%	%	%	%	%	%

Кукуруза/силос, бесменно с 1961 г.

1979—1988	289	100	40	92	54	52	52
1991—1998	352	100	37	98	109	53	56

Чередование по годам картофель — озимая рожь с 1961 г.:

Озимая рожь

1979—1988	46.5	100	54	95	73	60	69
1991—1997	60.2	100	56	100	108	58	62

Картофель

1979—1988	149	100	43	116	59	55	65
1992—1998	190	100	34	115	130	52	48

Озимая рожь, бесменно с 1978 г.

1979—1988	32,2	100	47	93	66	54	57
1991—1998	42.0	100	47	103	112	59	60

¹ NPK + навоз с 1990 г. (1878—1989 гг. — N).

² Без удобрений с 1952 г. (1893—1951 гг. — навоз. 8 т/га).

С 1978 г. на 2 соседних половинах 2-го и 3-го полей проводят новый эксперимент без повторности. Он включает 3 фактора при систематическом размещении вариантов на последовательно расщепляемых делянках. А — органическое удобрение: а₁ — без навоза, а₂ — 30 т/га навоза через

год; В — гумусированность пахотного слоя 0—20 см; в, в₂ — 1,9 и в, — 1,6% общего углерода (до 1977 г. соответственно 30, 20 т/га через год и беч навоза). Минеральный азот является третьим фактором, дозы которого варьируют в зависимости от культуры (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Распределение доз минерального азота (кг/га) по 5 вариантам и культурам 4-легней ротации в стационаре Бад Лаухштета с 1978 г. [11]

Символ варианта	Оз. пшеница	Ячмень	Сахарная свекла	Картофель
C ₁	0	0	0	0
C ₂	40	20	60	50
C ₃	40+20+20	40	120	100
C ₄	40+40+40	40+20	120+60	100+50
C ₅	40+60+60	40+40	120+120	100+100

Урожайность культур 4-польного севооборота в стационаре Бад Лаухтштедта
(ц/га, числитель — 1906—1915 гг., знаменатель — 1986—1995 гг.) [11]

Вариант ¹	Оз. пшеница	Ячмень	Картофель (клубны)	Сахарная свекла (сахар)
	зерно. 14% влажность			
Без удобрений	<u>30,6</u>	<u>19,9</u>	<u>103</u>	<u>48,8</u>
	49,9	26,5	97	37,7
НРК	<u>39,8</u>	<u>30,5</u>	<u>199</u>	<u>73,3</u>
	80,2	57	342	100,7
Навоз, 20 т/га через год	<u>38,9</u>	<u>26,9</u>	<u>205</u>	<u>70,8</u>
	71,1	48,3	241	66,6
— » — + НРК	<u>41</u>	<u>31,6</u>	<u>247</u>	<u>76,2</u>
	79,2	61,4	371	95,7
Навоз, 30 т/га через год	<u>40,1</u>	<u>28,6</u>	<u>225</u>	<u>71,7</u>
	78,1	52,4	293	90,5
— » — + НРК	<u>42,5</u>	<u>34</u>	<u>255</u>	<u>76,9</u>
	76,8	62	387	98,1

¹ Дозы N, P и K с 1980 г.: одинаковые дозы P и K под картофель и сахарную свеклу соответственно на фоне 30, 20 и 0 т/га навоза 12, 28 и 60 кг/га. Зерновые без РК. Дозы N под картофель соответственно на фоне навоза и без него 120 и 140 кг/га, под сахарную свеклу — 150 и 170 кг/га, под зерновые варьируют в зависимости от содержания азота в почве.

Площадь элементарной делянки в этом опыте составляет 55 м² (10×5,5). Повышение урожайности культур от 20 до 100° в в последний период опыта было обусловлено успехами селекции, особенно черновых, лучшей системой удобрений и пестицидами (табл. 8).

Среди французских длительных опытов с удобрениями наибольшую известность имеет стационар «Поле Дегерэна», заложенный в 1875 г. в Гриньоне, центре агрономических исследований в 30 км к западу от Парижа [13]. Задачи, поставленные Дегерэном, не потеряли своей актуальности, поскольку они касались влияния гумуса на физико-химические свойства почвы; природы, состава,

дозы и способа внесения химических удобрений на урожайность культур и вынос ими питательных веществ; длительной и неизменной агротехники на реакцию растений и изменения в них.

Земельный участок под будущий опыт в течение 10 лет был занят люцерной. Почва среднесуглинистая (доля глины около 26% песка, частицы более 0,02 мм — 45%). Подстилающая порода — колловиальные отложения слабощелочной реакции, хорошо обеспеченные фосфором и калием.

До 1929 г. удобрения изучали как в 2-летних чередованиях, так и при монокультуре, а затем ограничили чередованием по годам озимой пшеницы и сахарной

свеклы. Основную проблему бес-
сменных черновых культур со-
ставляла их высокая засорен-
ность. Так, бессменный овес был
вытеснен пыреем ползучим уже на
8-й год возделывания, тогда как
необходимость ограниченного
применения гербицидов для 2-лет-
них ротаций возникла лишь в
1971 г.

В 1965 г. опыт дополнили 20 де-
лянками с зеленым паром, гай га-

зоном. Участок стал включать
4 полосы под культурами по од-
ну — подгазоном. Каждая полоса
состояла из 20 делянок с 2-крат-
ной повторностью вариантов
удобрений. Площадь делянок с
удобрениями 100 м², культу-
рами — 50 и газоном 25 м². По-
скольку схема опыта неодно-
кратно менялась, все варианты
систематизированы на 5 групп
(табл. 9).

Т а б л и ц а 9

**Группы вариантов по годы их первоначального введения (+)
в стационаре «Поле Дегерэна» [13]**

Год введения	Без удобрений	NP, NK и PK	Навоз	NPК	NPК+навоз
1875	+	—	—	—	—
1902	+	—	—	+	—
1929	—	+	+	—	—
1931	+	—	—	—	+
1965	+	—	—	—	+
1967	—	—	—	+	—

¹ На делянках без удобрений с 1902 г.

Дозы питательных веществ
удобрений, установленные Деге-
рэном в 1902 г., остались неиз-
менными — 87N, 90P, 90K кг и
10 т навоза на 1 га по соответствую-
щим вариантам. Вносят амми-
ачную селитру, простой суперфос-
фат и хлористый калий.

С 1974 г. на дополнительных
делянках рядом с опытом начали
изучать актуальные (более высо-
кие) дозы удобрений. Наибольшее
влияние на продуктивность куль-
тур в опыте оказывали азотные
удобрения (табл. 10).

Калий и фосфор способствова-
ли улучшению качества зерна и
корнеплодов. Внесение полного
минерального удобрения в 1967 г.
на делянки без удобрений с 1902 г.

повысило урожайность до уровня
регулярно удобряемых уже в пер-
вый год дня пшеницы и на 3-й год
для сахарной свеклы.

Монокультуру еще в прошлом
веке рассматривали в Европе как
агрономическую аномалию. Од-
нако она составляет важную
часть исследований многих дли-
тельных опытов. Ее необходи-
мость обуславливалась тем, что
бессменная культура позволяет
точнее установить изменения в
почве и растениях под действием
удобрений. При бесспорном фак-
те снижения урожаев остается не-
мало загадок не столько в отно-
шении причин снижения урожаев,
сколько в отношении влияния
этой технологии на почвенную

**Средняя урожайность культур в опыте «Поле Дагестана»
за 1970—1975 гг. [13]**

Вариант	Год введе- ния	Пшеница (зерно)		Сахарная свекла (корнеплоды)	
		ц/га	%	ц/га	%
Без удобрений:					
а) сах свекла — пшеница с 1975 г.	1875	11,9	36	110	31
б) зеленый пар (1875—1965 гг.)		15,6	48	210	59
Без удобрений	1902	12,3	37	141	39
— » —	1931	14,8	45	168	47
НРК	1902	32,8	100	358	100
НРК (1902 —1966 без удобрений)	1967	30,8	94	356	99
НК	1929	29,7	91	169	47
НР	—»—	22,2	68	242	68
РК	—»—	15,9	48	233	65
Навоз	—»—	26,4	80	337	94
Навоз+НРК	1964	30,1	92	358	100

среду и агрофитоценозы. Монокультура остается в длительных опытах не только ради демонстрации ее недостатков. Она готовит хороший провокационный фон для тестирования новых сортов и препаратов. Особую роль в оценке динамики плодородия почвы, экофона и качества продукции в длительных опытах выполняют архивные образцы почвы и растений. В той связи монокультура представляет «живой архив». Еще более важным является факт ее доминирования в странах Азии, Африки и Латинской Америки. Она встречается и в Европе. Несмотря на недостатки биологического характера монокультуры и снижение продуктивности, эта технология используется для возделывания риса, проса, кукурузы, корнеплодов, картофеля и других важных про-

дольственных культур. Маловероятно, что рядовой житель Российского Нечерноземья заменит в ближайшем будущем монокультуру картофеля на своих 20 сотках.

Для сохранения приемлемых урожаев бессменной культуры используют различные агротехнические приемы, хотя наиболее радикальным является разрыв бессменности на один год путем посева культуры другой биологии, называемой общепринятым англицизмом «брейккроп».

Поучительна история возделывания бессменной пшеницы в другом опыте, заложенном также в Гриньоне Бертольтом в 1900 г. [8]. Около 50 лет опыт служил демонстрационным целям, без учета урожаев и изменений в почве, при этом послеуборочные остатки отчуждались. Во второй

половине стали проводить интенсивные исследования с целью изучения проблем монокультуры и путей их компенсации.

На опытом участке площадью 0,09 га и в бизи него на микроделянках 2,5 и 4,5 м² в 3 — 5 блоках и на делянках 25 м² в 3 блоках последовательно испытывали приемы стабилизации урожая. Они включали дезинфекцию почвы хлорпикрином и другими активными веществами, дробное внесение минерального азота в дозах от 50 до 200 кг на 1 га, выращивание озимых, переходных и яровых сортов, разные сроки посева сортов переходного типа, применение пестицидов и брэнккропа. Проводятся исследования по оставлению соломы и возделыванию промежуточной культуры на удобрение, т. е. технологии поликультуры или второй культуры в год возделывания бессменной пшеницы.

Весьма существенным барьером на пути активного научного поиска явилась маленькая площадь земельного участка. Это не позволило изучать все приемы на делянках нормального размера (более 20 м²), а также иметь полноценный контроль, т. е. делянки с чередованном культур или севооборотом. Невозможность изучения всех приемов одновременно в одном комплексе и, как следствие, отсутствие эффектов взаимодействия значительно снизили ценность полученной информации. Среди критериев оценки эффективности изучаемых приемов наряду с урожайностью и структурой урожая рассматриваются гумусовое хозяйство, или плодородие почвы, эволюция микро-

флоры почвы и прежде всего патогенов, состав сорняков и степень засоренности. Поскольку отношение углерода к азоту в почве в 1974 г. составляло менее 10 (1,72 : 0,176), то независимо от исходных данных можно судить о положительной эволюции качества гумуса среднесуточной почвы в условиях Франции. Это происходило на фоне отчуждения соломы и отсутствия органических удобрений.

Через 50 лет бессменной культуры урожайность пшеницы составляла 25—30 ц/га. Однолетняя замена ее на сахарную свеклу, пар, картофель или кукурузу почти удваивала урожай следующей пшеницы. Однако в последующие годы урожайность снижалась. В среднем за 5 лет (1971 — 1975 гг.) на фоне оптимальных доз азота (120- 150 кг/га) урожайность пшеницы бессменной и в 2-летних ротациях составляла соответственно 44 и 55 ц/га. Примечательно, что через 4 — 5 лет снижение урожая стабилизировалось на отметке около 20% б, т. е. отрицательный эффект монокультуры не носил кумулятивный характер. Одной из причин снижения урожая бессменной культуры зерновых являлось широкое распространение пырея ползучего. В отдельные года полупаровая обработка почвы до посева пшеницы, особенно в сочетании с химической прополкой, позволяла удерживать засоренность ниже порога вредности. Вместе с тем состав сорняков в опыте не отличался от соседних полей. Систематическое и длительное применение 2,4-Д и МСРА способствовало разви-

тию устойчивости к ним двудольных: подмаренника, вероники, горца птичьего, фиалки и бодяка и однодольных сорняков: пырея, лисохвоста и овсюга. Опрыскивание посевов смесью хлортолура и мскопропа замедлило распространение овсюга. Против двудольных хорошо проявила себя смесь мекопропа с диотербой.

При густоте стеблестоя ниже оптимального уровня — 300 шт/м² — вследствие гибели растений, особенно в фазу кущения, потери от сорняков во 'зрастали. Первая азотная подкормка в фазу кущения снижала гибель растений, а вторая — в фазу выхода в трубку — повышала продуктивность растений.

Дезинфекция почвы и замена пшеницы другой культурой не изменяли микробиологический состав почвы, однако применение системных фунгицидов позволило контролировать грибные болезни. Двукратная обработка посевов в фазу кущения и налива зерна повышала урожайность пшеницы на 11—22%. Этот эффект был связан в первую очередь с подавлением корневых гнилей, вызываемых грибом *Cercospora herporrichoides*, эпифитотии которого подвержены сильной вариации по годам.

Сравнение 12 сортов пшеницы озимого, ярового и переходного типов при возделывании бессменно и после картофеля на фоне 100N позволили выявить устойчивость к болезням озимого типа и осеннего срока посева сортов переходного типа.

Широко известные стационары Асковской опытной станции («Askov experiments») (Дания) по сравнительному изучению навоза и НРК в двух 4-польных севооборотах на грубопесчаной почве (Сапдмаркен) и песчаном суглинке (Лермакен) продолжают с 1894 г. В песчаной почве (слой 0—20 см) содержится по 4% глины (частицы <0,002 мм) и ила (0,02—0,002), 34 и 57% мелкого (0,2—0,02) и крупного (2—0,2) песка, а в песчаном суглинке — соответственно 12, 13, 38 и 37% [5, 6]. В дальнейшем будем называть эти почвы соответственно песок и суглинок.

Международные названия и размеры частиц, или фракции почвы отличаются от отечественной классификации (табл. 11).

Согласно последней американской классификации «Седьмое приближение», почва пq)Вого участка составляет порядок (подпорядок) *Inseptisol (Orchrepl)*, а второго — *AlJisol (Typic HapludalJ)*.

Таблица 11

Международная (ФАО) и отечественная (в скобках) классификация основных механических фракций минеральной части почвы

Классификация	Камни	Гравий	Песок	Пл (пыль)	Глина (пл)
	Размер фракций, мм				
ФАО	>20	2—20	0.02—2	0,002—0,02	<0.002
Отечественная	>3	1—3	0.005—1	0,001—0,05	<0,001

Поскольку эта сложная классификация наряду с классификацией ФАО служит международной базой сопоставления всех почв мира, уточним ее суть. «Седьмое приближение» Департамента сельского хозяйства США включает 7 таксономических единиц, причем основные (порядок и подпорядок) составляют соответственно 10 и 47 названий латинского и греческого происхождения [18]. Каждое название порядка состоит из 2 частей: первая — общая характеристика, а вторая часть — единая для всех «sol», в переводе с латыни почва. Назовем все 10 порядков.

1 — *Aljisols* (Al и Fe) (красно-коричневые почвы с высокой степенью выветривания материнской породы и развития профиля, богатые алюминием и железом.

2 — *Oxisols* (оху с лат. — кислота), наиболее выветренные и выщелоченные почвы тропиков.

3 — *Ultisols* (ultimas с лат. — конечный) переходные почвы между 1-м и 2-м порядками.

4 — *Arridisols* (arridas с лат. — сухой) почвы сухих регионов с выпотным водным режимом.

5 — *Entisols* (enti с лат. — недавно) молодые скелетные и аллювиальные почвы.

6 — *Inseptisols* (inseptum с лат. — начало) в отличие от entisols профиль более развит.

7 — *Vertisols* (verto с лат. — вращать) черные слитные и сильно растрескивающиеся «тяжелые» почвы на основе монтмориллонита с размытыми границами между горизонтами.

8 — *Histosols* (histos с греч. — ткань) органические почвы, содержание углерода > 12—18%.

9 — *Mollisols* (mollis с лат. — мягкий) почвы черноземного типа, сформированные под злаковой растительностью.

10 — *Spodosols* (spodos с греч. — зола) почвы подзолистого типа, где лессиваж илистых частиц дополняется миграцией железа, алюминия, оснований и гумуса в горизонт В.

Если первый участок (песок) находился под пашней более 200 лет, то другой — составляла болотная почва под кустарниковой и травянистой растительностью. Поэтому на первом участке поля (блоки) расположены компактно, а на втором разбросаны на сотни метров друг от друга. Площадь опытных делянок варьирует от 55 до 110 м², учетных — от 22 до 36 м². Количество делянок 96 в первом и 174 во втором опыте. В Сандмаркене с 1894 г. изучали 10 вариантов: 0, навоз (1Н≈9 т/га стойлового навоза), 1NPK, 1Н+½P, 1Н+½K, 1N, 1PK, 1N, 1P и 1K. Затем были добавлены еще 3: 1Н+½PK (1908), ½NPK (1923) и 1NK (1949). Девять исходных вариантов Лермаркена: 0, 7½Н, 1Н, ½Н, 1NPK, 1N, 1N, 1P и 1K увеличились в последующем на 7 дополнительных: 2Н, ½NPK, ½NPK, 2NPK и 1½N+3PK. в 1923² и 1N, 1PK в 1935 г. Дозы и соотношение питательных веществ после закладки опытов менялись 4 раза, причем наиболее контрастными были первый и пятый периоды опытов (табл. 12).

Ежегодные дозы навоза (стойлового и жидкого) менялись 3 раза и в среднем по 4-польным севооборотам составляли в т/га:

Таблица 12

Дозы N, P и K, вносимых с единицей навоза (1Н) и минерального удобрения (1NPK) в севооборотах Сандмаркена и Лермаркена в первый и пятый периоды опытов Аскова (кг/га в год) [6]

Культура севооборота	1Н			1NPK		
	N	P	K	N	P	K

Сандмаркен, песок

1894—1906 гг.

Оз. рожь	40,5	12,6	29,1	38,8	12,4	28,1
Корнеплоды ¹	81,0	25,2	58,2	— » —	— » —	— » —
Овес	41,5	12,6	29,1	— » —	— » —	— » —
Мн. травы ²	—	—	—	— » —	— » —	— » —
В среднем	40,5	12,6	29,1	38,8	12,4	28,1

1973—1993 гг.

Оз. рожь	98,2	19,0	82,6	100	19,0	82,6
Корнеплоды-	221,6	43,7	197,6	225	43,7	197,6
Ячмень	73,9	14,2	66,2	75	14,2	66,2
Горох	—	—	—	—	—	—
В среднем	98,4	19,2	86,6	100	19,2	86,6

Лермаркен, суглинок

1894—1906 гг.

Оз. рожь	81,0	25,2	58,3	38,8	12,4	28,1
Корнеплоды ⁴	125,5	37,7	87,4	— » —	— » —	— » —
Овес	—	—	—	— » —	— » —	— » —
Мн. травы I г. п.	—	—	—	— » —	— » —	— » —
Мн. травы II г. п.	—	—	—	— » —	— » —	— » —
В среднем	40,5	12,6	29,1	38,8	12,4	28,1

1973—1993 гг.-

Оз. пшеница	98,2	19,0	87,6	100	19,0	87,6
Корнеплоды ⁵	219,7	44,2	195,6	225	44,2	195,6
Ячмень	72,3	14,2	64,5	75	14,2	64,5
Мн. травы:	—	—	—	—	—	—
В среднем	97,5	19,3	86,9	100	19,3	86,9

¹ Мангольд, турнепс, картофель и морковь на 1/4 деланки.² Мн. травы, смесь: люцерна 10, клевер и люцерна по 3, райграс и овсяница по 5 и тимopheевка 2 кг/га.³ Турнепс и картофель через год.⁴ Картофель и мангольд на 1/2 деланки.⁵ Свекла и турнепс через год.

(9+2,5; 9+4) и (7,5+3)+16N + 50K в кг/га соответственно чилийской селитры и хлористого калия. Оба вида навоза до 1989 г. вносили под вспашку, а с 1989 г. жидкий навоз под озимые вносят весной с возобновлением вегетации. Известь вносят раз в 5 лет в дозе 5 т/га. Вспашку проводят осенью (сентябрь — октябрь) под озимые и зимой (январь — февраль) под яровые па глубину 16 см. Направление обработок чередуют юг — север на север — юг или перекрестно: запад — восток и север — юг. Предпосевная культивация включает 2 перекрестных прохода легкой S-образной бороны плюс предварительное прикатывание па песчаной почве, как правило, сразу после вспашки. Для культур сплошного сева междурядья составляют 12,5, а для пропашных — 50 см. Через 2 нед после второго укоса отаву многолетних трав обрабатывают глифосатом, гербицидом сплошного действия. Химическую прополку проводят весной на всех культурах, кроме трав и ячменя с подсевом трав. При прямом комбайни-

ровании зерновых зерно и солому учитывают отдельно. Для других культур также учитывают основную и побочную продукцию сплошным методом.

После распашки целинного суглинка темпы снижения содержания органического вещества мало различались по вариантам вплоть до его стабилизации через 30 лет. Внесение навоза или полного минерального удобрения повышало урожайность в 2—3,5 раза по сравнению с неудобренными деланками. Навоз имел преимущество па кормовых, а NPK — зерновых культурах (табл. 13).

В основе статистической оценки средних лежала модель: $Y_{ijk} = \alpha_1 + \beta_j + \eta_k(\alpha) + e_{ijk}$, где Y_{ijk} — значение отдельной переменной; α_1 — эффект года; β_j — эффект варианта; $\eta_k(\alpha)$ — эффект повторения в конкретном году и e_{ijk} — эффект случайных факторов (ошибка).

Наиболее известный в мире отечественный полевой опыт, заложенный А. Г. Дояренко в 1912 г. на опытном поле Петровской (Тимирязевской) академии, Отличался

Таблица 13

Урожайность культур в зависимости от удобрения и механического состава почвы (в среднем за 1989—1993 гг., ц/га 85% сухого вещества для зерна II 100% для фуража, клубней и корнеплодов). Асков [6]

Культура	НСР ₀₅	Сандмаркен, песок			Лермаркен, суглинок		
		0	навоз	NPK	0	навоз	NPK
Оз. рожь	4,0	7,4	23,9	37,3	—	—	—
Оз. пшеница	4,9	—	—	—	21,1	43,2	49,6
Ячмень	6,3/4,2	4,8	24,6	30,3	14,2	33,5	36,3
Г орох	5,8	8,2	23,4	17,4	—	—	—
Мн. травы	10,3	—	—	—	44,1	93,3	79,2
Картофель	9,7	17,3	59,6	60,7	—	—	—
Турнепс	10,6	—	—	—	17,1	88,5	82,3

от своих зарубежных предшественников полнофакторной схемой. В едином комплексе на площади 1,5 га с размером делянок 128 м² начали одновременное изучение удобрений, монокультур и полноценного севооборота. В зарубежных длительных полевых опытах, за редким исключением, преобладала монокультура, которая не имела контроля, т. е. севооборота. Отдельные опыты с 2—4-летними ротациями, т. е. каждая культура возделывалась раз в 2—4 года (севооборот во времени), также не имели полноценного контроля в виде монокультуры. Кроме факториальности, опыт ТСХА отличался динамичностью агротехники, которая регулярно совершенствовалась по мере развития науки и сельскохозяйственного производства. В частности, если в зарубежных опытах исходные дозы удобрений оставались практически неизменными, то в опыте ТСХА они периодически повышались или уточнялось соотношение питательных веществ. Справедливо ли ради стоит заметить, что и в зарубежных опытах исходные дозы удобрений, особенно азотных, значительно превосходили таковые первой половины опыта ТСХА [2, 7, 13, 17].

Среди других улучшений в опыте ТСХА с целью повышения урожайности культур выделяется 1944 г., когда произошли замены: весновспашки па зяблеую, раннего пара на черный, единого срока внесения удобрений на дробное: 2/3 фосфорно-калийных осенью, а 1/3 — весной; 2/3 азотных под предпосевную подготовку почвы и 1/3 в виде подкормки. Химическая прополка в опыте

стала проводиться в конце 50-х годов. В те же годы отмечен высокий эффект сортосмены для льна-долгунца в монокультуре. Наряду с изменениями адаптивного характера, история опыта насчитывает до полутора десятков принципиальных модификаций (табл. 14).

Самым весомым вкладом в развитие научного и практического земледелия были обобщения результатов опыта за 40, 50 и 60 лет, сделанные под руководством В. Е. Егорова и Б. А. Доспехова. Многочисленные и глубокие исследования позволили впервые оценить комплексные изменения физики, химии, биологии и отчасти минералогии пахотного слоя почвы при разной интенсивности сельскохозяйственного использования пашни. Сформулированы минеральные, органоминеральные, известково-минеральные и другие типы окультуривания российского нечернозема на фоне низких и высоких доз НРК, навоза и извести в условиях монокультуры и 6-польного плодосменного севооборота.

Сделана научно обоснованная классификация культур на 3 группы по их чувствительности к бесменному (повторному) возделыванию, что послужило теоретической базой для специализированных севооборотов. Опыт ТСХА одним из первых позволил установить явление «привыкания» сорняков к гербицидам и необходимость смены гербицидов для борьбы с устойчивыми сорняками. В методическом отношении важной явилась оценка динамики ошибки (точности) опыта на основе урожайных трендов.

Принципиальные изменения опыта ТСХА, заложенного А. Г. Дояренко в 1912 г.

Год	Замены и дополнения (→вход ← выход)	Поля (делянки)
1918	(пар — лен) ¹ →← лен	Поле 6 — моно
1927	Пар →← (пар — лен)	— » —
1938	Навоз + известь (раз. доза) →←NO ₃ — NPK	Все полянки
1949	NPK + навоз →←навоз	— » —
— » —	Известь →	1/2 всех полей
— » —	Севооборот →← пар черный	Поле 1 — моно по извести
1958	Лен →← пар	Поле 6 — моно
1973	Оз. пшеница →← клевер ²	Поле 5 — моно
— » —	Ячмень →← овес	Все поля
— » —	Картофель ранний →← пар черный	2, 4 и 6 — поля севооборота
— » —	NPK →← (О. N, P, K, NP, NK, PK, NPK и NPK + навоз)	— » —
1978	Пар черный + известь (раз. доза) →← картофель ранний	— » —
1984	Клевер ² →← озимая пшеница	Поле 5 — моно

¹ Периодическое чередование бессменного льна с паром в 1918 — 1926 гг. и вновь с 1977 г.

² Для сохранения бессменного клевера практиковали технологию, подобную для бессменного льна: клевер 2—4 года — зеленый пар (залежь) — пар черный или клевер 2—4 года — пар черный.

Наиболее радикальные изменения схемы опыта были осуществлены Б. А. Доспеховым в 1973 г., который знаменовал начало 4-го периода в опыте. Наряду с адаптивной заменой овса на ячмень и бессменного клевера на озимую пшеницу, а также с удвоением доз удобрений принципиально изменилась схема вариантов в 6-польном севообороте. На четных полях стали вносить сплошь NPK вместо 9 вариантов сочетаний удобрений с целью выявления темпов выравнивания окультуренности разнудобряемых до 1973 г. полянок. Наиболее

важным итогом проведенных в 70-е годы обследований профилей почвы различных полей и полянок явилась большая па 6—10 см мощность гумусового горизонта полянок по сравнению с контрольной залежью. Значение этого увеличения мощности пахотного слоя при неизменной глубине вспашки на 20—22 см еще полностью не осознано. Как правило, сельскохозяйственное использование почвы («домашние условия») позволяет увеличивать мощность плодородного слоя за счет «разбавления» с верхним горизонтом. В естественных усло-

виях «вся сила» почвы концентрируется в верхнем горизонте, т. е. «собирается в кулак». Эту реакцию залежи можно сравнить с поведением дикого зверя, который сжимается, готовясь к прыжку перед лицом опасности или к нападению на свою жертву. Если в ряде зарубежных длительных опытов применение НРК выравнивало продуктивность удобряемых и псевдудобряемых 50—80 лет делянок уже на 2—4-й год, то в условиях опыта ТСХА этого не произошло и после 3 ротаций 6-польного севооборота. Преимущество ранее окультуренных делянок достигало 20%, что называют «старой силой» плодородной помпы.

В числе очередных первостепенных модификаций опыта можно назвать отказ от удобрения четных полей севооборота, введение льна на поле бессменного клевера, продолжение санирующих брейккропа и/или временных ротаций на полях монокультур льна, клевера и, вероятно, озимой ржи. Эти ротации протяженностью 2—6 лет могут включать наряду с 3 названными и другие культуры, в т. ч. пар, причем клевер 1—3-летнего использования.

Выводы

1. Необходимость модификаций исходной схемы длительных полевых опытов связана с актуализацией исследований и сопутствующей агротехники и обеспечением приемлемых для хозяйственной практики урожаев, что в конечном итоге обуславливает их предназначение в качестве международных «лабораторий *in vivo*»

по изучению проблем земледелия и экологии.

2. Все изменения и дополнения исходной схемы можно классифицировать на принципиальные, или концептуальные и адаптивные. Концептуальные направлены на замену старых и/или введение новых факторов и вариантов. Адаптивные касаются методики ведения опыта, объектов исследования, сопутствующей агротехники и обработки данных. Они являются или естественным следствием развития науки и технологий (собственно-адаптивные), или обусловлены невозможностью сохранить продуктивность растений или культуру в целом (вынужденно-адаптивные), а также сотрудничеством с отечественными и зарубежными учеными других специализаций (концептуально-адаптивные).

3. Необходимым условием введения дополнительных вариантов в стационарный опыт является достаточная площадь делянки (не менее 200 м²), поскольку в итоге расщепления необходимо иметь не менее 50 м². На делянках меньшего размера усиливаются миграция почвы, удобрений и взаимовлияние других факторов, что повышает ошибку опыта и затрудняет сравнение средних. Большие делянки и соответствующие защитные полосы позволяют выдерживать требования к полевым работам. При этом важно менять направления последовательных поверхностных обработок почвы в текущем, а вспашки в следующем году на 90° или по крайней мере на 180°.

4. Монокультура в длительных опытах служит не столько демон-

страционными целям, сколько требованиям научного и практического характера. Наряду с обеспечением хороших условий для различных балансовых расчетов она представляет естественный провокационный фон для испытания новых сортов, препаратов и технологий и служит «живым архивом» для пауки. Несмотря на бесспорный факт снижения урожая эта технология во многих странах используется на большей части пашни. Она позволяет смягчить проблему продовольственного самообеспечения и спроса на рынках стран с развивающейся и переходной экономикой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Доспехов Б. А.* Некоторые итоги стационарного полевого опыта Тимирязевской академии за 60 лет; — Изв. ТСХА, 1972, вып. 6, с. 28—47. — 2. *Доспехов Б. А., Кирюшин Б. Д.* Плодородие почвы в условиях севооборота и бессменных культур. — С. х. за рубежом, 1979, № 11, с. 2—7. — 3. *Егоров В. Е.* Опыт длится 60 лет. М.: Знание. 1972. — 4. *Кирюшин Б. Д.* Роль длительных полевых экспериментов в агрономии и некоторые особенности их про-

ведения. — Изв. ТСХА, 1999, вып. 2, с. 15—26. — 5. *Christensen B. T.* Arch. Acker — Pfl. Boden, 1977, № 42, S. 265—278. — 6. *Christensen B. T. et al.* SP. report, 1994, № 43, p. 85. — 7. *Cooke G.* Annales Agro, 1976, № 617, p. 145—173. — 8. *Huet P., Boyeldieu J.* Annales Agro, 1979, № 27, vol. 5/6, p. 969—981. — 9. *Johnston A. E., Mattingly G. E. G.* Annales Agro, 1979, № 27, vol. 5/6, p. 927—956. — 10. *Kiryushin B. D.* Arch. Acker — Pfl. Boden, 1997, № 42, S. 235—245. — 11. *Korshens M., Pfefferkorn A.* The Static Fertilisation experiment, Bad Lauchadt, 1998, S. 56. — 12. *Mattingly G. E. G., Johnston A. E.* Annales Agro, 1976, № 27, vol. 5/6, p. 743—769. — 13. *Morel R. et al.* Annales Agro, 1976, № 27, vol. 5/6, p. 855—879. — 14. *Poulton P., Powlson D.* UFZ-Bericht, 1999, № 24, S. 25—28. — 15. *Schmidt L., Garz J., Merbach W.* UFZ-Bericht, 1999, № 24, S. 5—8. — 16. *Stumpe H., Garz J., Hagerdorn E.* Dauerfeldversuche, 2. Aufl., Berlin: Akad. d. Landw., 1990, S. 25—71. — 17. *Timmermann F., Welte E.* Annales Agro, 1976, № 27, vol. 5/6, p. 703—719. — 18. U.S. Dept. of Agriculture, Soil Survey Manual, Handbook, 1960.

*Статья поступила 5 января
2000 г.*

SUMMARY

Different modifications of the most known West-European long-term field experiments and of the Experiment conducted in Timiryazev Agricultural Academy in 1912 are analysed in the article. The importance of monoculture in long-term experiments and techniques of its conservation are shown.