

УДК 631.8:631.582

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗЕЛЕННОГО УДОБРЕНИЯ

В.Г. ЛОШАКОВ, Ф.ЭЛЛМЕР, Ю.Д. ИВАНОВ, Ю.Н. СИНИХ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела ТСХА, кафедра растениеводства Берлинского университета им. Гумбольдта)

Проводилось сравнительное изучение влияния различных севооборотов при использовании зеленого удобрения на некоторые показатели плодородия серднесуглинистых почв Подмосковья и северо-востока Германии, сходных по своим природным свойствам, а также на урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность зерновых севооборотов.

Обобщение огромного опыта Германии по окультуриванию почв, которые по своим природным свойствам сходны с почвами Нечерноземной зоны России, показало, что в растениеводстве, организованном на промышленной основе, среди мероприятий по комплексному воспроизводству плодородия почвы большую роль играют севообороты, позволяющие, кроме всего прочего, наиболее полно использовать вегетационный период [8].

Результаты наших исследований показали, что различное по интенсивности землепользование на плейстоценовой почве приводит к четкой ее дифференциации по составу гумуса. Выявлена тенденция к повышению содержания

общего углерода в почве после сидерального пара и злаковых трав, чего не наблюдалось после других предшественников, оставляющих в почве меньше первичного органического вещества [6].

На дерново-подзолистых почвах систематическое внесение удобрений в нормах, рассчитанных на получение достаточно высоких урожаев, обеспечивает последовательное повышение эффективного плодородия почвы [1]. При этом в ней увеличивается содержание подвижных форм фосфора и калия, а содержание гумуса поддерживается на исходном уровне в зерновых севооборотах и устойчиво повышается в зерно-травяных, плодосменных и пропашных. Особенно устойчивым

это повышение становится при длительном использовании в зерновых севооборотах поживного сидерата (белой горчицы) как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой [3, 4].

Увеличение площади посевов зерновых колосовых культур в севообороте с 50 до 83% при длительном использовании поживного зеленого удобрения и соломы на удобрение не приводило к значительному изменению физико-химических показателей качества зерна озимой пшеницы [2], хотя полученное при этом зерно характеризовалось лучшими хлебопекарными свойствами.

В данной работе приведены трехлетние данные о влиянии разных севооборотов и систем удобрения на некоторые показатели плодородия дерново-подзолистых среднесуглинистых почв Подмосковья и плейстоценовых почв северо-востока Германии, сходных по своему агрохимическому составу, а также на урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность севооборотов.

Методика

Исследования проводились в 2 стационарных полевых опытах: в учхозе «Михайловское» Тимирязевской академии и на опытной станции Блюмберг в округе Барним к северу от Берлина (сельскохозяйственный факультет Берлинского университета им. Гумбольдта).

Опытная станция Блюмберг расположена на высоте 79 м над уровнем моря. Среднегодовая сумма осадков здесь — 560 мм, среднегодовая температура возду-

ха 8,5°С, полезная полевая влагемкость почвы — 160 мм. Почва опытного участка — плейстоценовая, суглинок опесчаненный.

В опыте с 1991 г. изучаются 3 фактора: А — севооборот как основа системы земледелия; Б — система обработки почвы; В — система удобрения.

Фактор А — севообороты. Изучено 4 севооборота, которые отражают характер наиболее типичных систем земледелия.

A_1 — зернотравяной севооборот как основа экстенсивной системы земледелия: сидеральный пар — озимая пшеница — озимый ячмень (67% зерновых).

A_2 — зернопропашной — система земледелия без животноводства: картофель — озимая пшеница — озимый ячмень + поживный сидерат (67% зерновых).

A_3 — зернопропашной — основа системы земледелия смешанного типа (растениеводство + животноводство со средней плотностью поголовья скота): кукуруза на силос — 6зняя пшеница — озимый ячмень + поживный сидерат (67% зерновых).

A_4 — плодосменный севооборот — основа системы земледелия в животноводческом хозяйстве: клеверозлаковая смесь — клеверозлаковая смесь — озимая пшеница — озимая промежуточная культура + кукуруза на силос — озимая пшеница — озимый ячмень (50% зерновых).

Фактор Б — система обработки почвы

B_1 — традиционная обработка почвы: отвальная на 30 см, лущение после зерновых на 10—15 см, предпосевная вспашка на 20—

25 см под промежуточную культуру и озимые зерновые, зяблевая вспашка под пропашные, кукурузу и клеверозлаковую смесь.

B_2 — почвозащитная: безотвальное рыхление на 10—15 см с чизелем, поверхностная обработка пара на 10 см чизелем-культиватором или дисковой бороной, основная (чизельная) обработка на 15 см; посев пожнивного сидерата под картофель и кукурузу, мульчирующая обработка почвы под кукурузу и картофель.

Фактор В — система удобрения

B_1 — оптимальная: дозы минеральных азотных удобрений — в зависимости от выноса азота культурами (фиксированная); фосфорных, калийных, магния и кальция — из расчета простого воспроизводства почвенного плодородия, органические — в виде жидкого навоза: в A_3 вносится 1 доза (из расчета 80 кг азота на 1 га); в A_4 — 3 дозы (240 кг/га).

B_2 — сокращенная: без минерального азота удобрения, дозы фосфорных, калийных удобрений, кальция и магния — из расчета простого воспроизводства почвенного плодородия; жидкий навоз: в A_3 — 1 доза, в A_4 — 3 дозы.

Повторность опыта — 6-кратная, общая площадь участка — 4,2 га, число делянок — 360, расположение их полностью рендомизированное.

В качестве вымерзающей до весны промежуточной культуры применялась горчица сорта Макси.

Образцы почвы для определения общего углерода, водорастворимого углерода и общего азота отбирали весной в слое 0—30 см. Результаты опыта обработаны методом дисперсионного анализа.

Температура воздуха в апреле—мае 1994—1996 гг. на опытной станции Бломберг была близка к среднему многолетнему значению, сумма осадков в 1994 г. несколько выше, а в 1995 г. — ниже нормы. В первые 2 летних месяца 1996 г. температура воздуха оказалась на 1,9°С ниже средней многолетней, а сумма осадков несколько превышала норму. В июне—июле 1994 г. температура воздуха была на 1,5°С выше нормы, сумма осадков — на 21,1 мм ниже нее. Наиболее близкими к норме были метеорологические условия летней вегетации озимой пшеницы в 1995 г.

Стационарный полевой опыт на экспериментальной базе Тимирязевской академии в учхозе «Михайловское» Подольского района Московской области был заложен в 1980 г.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая средней степени окультуренности. Содержание гумуса в пахотном слое (0—20 см) перед закладкой опыта — 1,94%, подвижного фосфора по Кирсанову — 13,1, обменного калия по Масловой — 16,4 мг на 100 г, рН — 5,7.

Севообороты были развернуты во времени и на делянках с рендомизированным их размещением в системе блоков. Общий размер делянок — 80 м² (16 х 5), размещение блоков — 4-ярусное. Повторность опыта — 4-кратная, схема его и агротехника культур подробно описаны в журнале «Известия ТСХА» [5].

В данной статье рассматриваются следующие варианты севооборотов:

I — 50% зерновых на фоне НРК: многолетние травы 1-го года пользования (г.п.) — многолетние травы 2-го г.п. — озимая пшеница — кукуруза на силос — овес — ячмень с подсевом трав.

II — 67% зерновых на фоне НРК: клевер — озимая пшеница — овес — викоовсяная смесь (на зеленый корм) — озимая рожь — ячмень с подсевом клевера.

III — 83% зерновых на фоне НРК: викоовсяная смесь (на зеленый корм) — озимая пшеница — овес — ячмень — озимая рожь — ячмень.

IV — 83% зерновых на фоне НРК + пожнивная горчица на зеленое удобрение (поживной сидерат — ПС).

V — 83% зерновых на фоне НРК + ПС + солома (С) на удобрение.

Кроме того, изучались бессменные посеы ячменя и овса. Для ячменя было 4 варианта удобрений: 1 — без удобрений; 2 — НРК; 3 — НРК + ПС; 4 — НРК + ПС + С. Для овса — 2 варианта: 1 — без удобрений; 2 — НРК.

Минеральные удобрения вносили в расчете на запланированный урожай зерновых культур: яровых — 40 ц/га, озимых — 50 ц/га. Их нормы для посевов ячменя и овса 96N120P104K, озимой пшеницы — 120N160P120K, озимой ржи — 120N120P120K.

В опыте применялась обычная, принятая для хозяйств Московской области, агротехника полевых культур. Фосфорные и калийные удобрения вносили под зяблевую вспашку плугом ПН-3-35 на глубину 18—20 см после пред-

варительного лущения стерни дисковым лущильником ЛД-5 на 8—10 см.

Перед посевом яровых культур проводили дискование в 2 следа, культивацию на глубину 12—14 см и обработку почвы с помощью комбинированного агрегата КВК (культиватор, выравниватель, каток).

Возделывались сорта, районированные в Московской области. Белую горчицу сорта Лунинская высевали пожнивно после уборки озимой ржи и ячменя. Вслед за уборкой зерновых культур вносили азотные удобрения 50 кг/га и измельченную солому по фактическому урожаю (от 4 до 6 т/га) на соответствующих делянках, обрабатывали поля дисковым лущильником и комбинированным агрегатом КВК. Высевали в расчете на 1 га 40 кг всхожих семян горчицы сеялкой СЗН-2,4. Запахивали зеленую массу поживной горчицы и солому на глубину пахотного слоя в первой половине октября.

Анализы образцов почвы, отобранных в стационарных опытах, выполняли в лаборатории кафедры земледелия Берлинского университета им. Гумбольдта. Определяли содержание общего углерода по Тюрину, содержание общего азота по Кьельдалло, водорастворимого углерода — в горячей воде [8], подвижного фосфора — по [9].

Метеорологические условия вегетационного периода 1996 г. в Подольском районе Московской области были благоприятными для яровых культур. Так, в первую половину лета (май-июль) осадков выпало 217,6 мм при норме 199 мм. Однако в августе стояла

сухая погода и осадков выпало 11,1 мм при норме 73 мм. Сентябрь характеризовался обильным выпадением осадков, их выпало 95,8 мм при норме 61,0 мм, что было благоприятно для посевов озимых культур, но уже не помогло пожнивным посевам, которые пострадали от августовской засухи.

Результаты

Анализ данных о содержании общего углерода в слое 0—30 см плейстоценовой почвы (опытная станция Бломберг, Германия) показал, что изучаемые севообороты, различающиеся по интенсивности землепользования, по-разному влияют на этот показа-

тель (табл. 1). При насыщении полевого севооборота зерновыми культурами до 67% (A_1 , A_2 , A_3) отмечаемое по годам (1994—1996 гг.) снижение содержания общего углерода на фоне применения азотного удобрения к 1996 г. было больше, чем в севообороте с 50% зерновых (A_4), и составило по отношению к этому показателю в 1994 г. соответственно 213, 241 и 233 мг на 100 г почвы при 98 мг в A_4 . Если же сравнить между собой севообороты с одинаковым насыщением зерновыми культурами (67%), то лучшим из них по воздействию на содержание общего углерода в почве будет севооборот с сидеральным паром (A_1).

Таблица 1

Содержание общего и водорастворимого углерода (мг/100 г) в слое почвы 0—30 см в 1994—1996 гг. на опытной станции Блумберг в изучаемых севооборотах по фонам удобрения B_1 (числитель) и B_2 (знаменатель)

Севооборот и % зерновых	$C_{\text{общ}}$			$C_{\text{вод}}$		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
A_1 — 67% (зерно-травяной)	862	768	649	39,2	42,3	43,1
	875	767	617	34,0	42,6	43,5
A_2 — 67% (зерно-пропашной)	820	645	579	32,4	38,3	39,5
	803	616	548	29,6	37,2	38,1
A_3 — 67% (зерно-пропашной)	813	632	580	28,2	37,1	39,0
	786	649	579	26,7	35,6	37,6
A_4 — 50% (плодо-сменный)	798	611	700	35,4	36,6	42,2
	816	615	660	34,6	36,2	41,4
НСР ₀₅ по А	95,8	85	92,7	12,1	4,5	4,7
НСР ₀₅ по В	28,0	23,3	32,3	1,8	1,1	1,9

Лучшими предшественниками во все годы опыта были, таким образом, сидеральный пар в A_1 и 2-летнее использование трав в A_4 , что объясняется в первую очередь

значительно большим количеством оставляемого в почве органического вещества — корневых и пожнивных остатков.

Содержание общего углерода в почве колебалось по годам, что связано в основном с метеорологическими особенностями вегетационных периодов. Следует также отметить, что значение данного показателя при ежегодном применении минерального азотного удобрения было практически во всех севооборотах выше, чем без его применения.

Содержание водорастворимого углерода дифференцировалось по годам в большей степени, чем общее, хотя закономерности изменений были теми же (табл. 1). В севооборотах A_1 и A_4 в 1996 г. оно было выше, чем в A_2 и A_3 , и мало различалось по системам удобрения.

По содержанию общего азота в слое почвы 0—30 см преимущество имел также зернотравяной севооборот с 67% зерновых культур и 6-летним использованием сидерального пара на фоне применения минерального удобрения — оно оказалось наиболее высоким и составило 71,1 мг на 100 г (табл. 2).

Таким образом, интенсивное использование плейстоценовых почв вызывает более быстрые изменения в составе и в содержании гумуса, чем возделывание менее «интенсивных» культур.

Анализ урожайности озимой пшеницы Бореноев годы исследований (1994—1996 гг.) показал, что по средним данным за 3 года

Таблица 2

Содержание общего азота (мг/100 г) в слое почвы 0—30 см в 1994—1996 гг. в изучаемых севооборотах по фонам удобрения B_1 (числитель) и B_2 (знаменатель)

Севооборот и % зерновых	Содержание N, мг на 100 г почвы		
	1994	1995	1996
A_1 — 67% (зернотравяной)	<u>74,8</u> 72,5	<u>71,5</u> 78,2	<u>66,9</u> 60,8
A_2 — 67% (зернопропашной)	<u>70,8</u> 71,0	<u>66,8</u> 65,0	<u>55,6</u> 54,8
A_3 — 67% (зернопропашной)	<u>70,6</u> 67,5	<u>70,5</u> 64,2	<u>57,6</u> 58,2
A_4 — 50% (плодосменный)	<u>67,5</u> 66,6	<u>63,5</u> 64,0	<u>62,1</u> 60,2
НСР ₀₅ по А	6,9	8,2	4,2
НСР ₀₅ по В	1,8	2,7	2,4

имеются различия по влиянию на этот показатель севооборотов и систем удобрения (табл. 3). Особенно четко указанная зависи-

мость проявилась на 6-й год проведения исследований. В среднем за 3 года при увеличении в севооборотах доли зерновых культур с

50 до 67% происходило снижение урожая зерна с 49,0 до 45,8 и 44,1 ц/га, или на 10%. Вместе с тем 6-летнее использование сидерального пара на фоне применения минерального азотного удобрения в зернотравяном севообороте с 67% зерновых культур обеспечивало повышение урожайности озимой пшеницы до 46,6 ц/га, или на 5,7%, по сравнению с аналогичным севооборотом. Данные различия в урожайности озимой пшеницы связаны с тем, что сидеральный пар и двухгодичное использование клеверозлако-

вой смеси способствуют значительно большему накоплению в почве органического вещества, улучшению баланса азота и других питательных веществ в почве.

Несколько ниже были урожай зерна на фоне без применения минерального азотного удобрения (28,1—40,1 ц/га в зависимости от севооборота).

Сравнительный анализ результатов совместных исследований на опытной станции Блюмберг и в учхозе «Михайловское» Московской области показал, что и на

Т а б л и ц а 3

Урожайность озимой пшеницы Бореное (ц/га) в 1994—1996 гг. в изучаемых севооборотах по фонам удобрения В₁ (числитель) и В₂ (знаменатель)

Севооборот и % зерновых	1994	1995	1996	Среднее
A ₁ — 67% (зернотравяной)	<u>39,6</u> 34,7	<u>56,5</u> 39,5	<u>43,7</u> 46,0	<u>46,6</u> 40,1
A ₂ — 67% (зернопропашной)	<u>30,1</u> 27,0	<u>55,5</u> 27,1	<u>51,7</u> 43,0	<u>45,8</u> 32,4
A ₃ — 67% (зернопропашной)	<u>28,7</u> 27,2	<u>54,8</u> 24,9	<u>48,7</u> 32,3	<u>44,1</u> 28,1
A ₄ — 50% (плодосменный)	<u>40,6</u> 39,8	<u>59,3</u> 36,7	<u>47,0</u> 38,3	<u>49,0</u> 38,3
НСР ₀₅ по А	2,7	3,7	4,5	
НСР ₀₅ по В	1,7	1,4	2,1	

дерново-подзолистых почвах длительное использование зеленых удобрений также позволяет снять отрицательные последствия зерновой специализации земледелия.

В указанных условиях насыщение полевого севооборота зерновыми культурами с 50 до 83% приводило к значительному сниже-

нию содержания гумуса в пахотном слое почвы 0—20 см — с 1,93 до 1,72% (табл. 4). При этом уменьшалось содержание водорастворимого углерода и общего азота. То же наблюдалось и при бессменных посевах ячменя.

Длительное (в течение 16 лет) применение пожнивного зеленого

удобрения в зерновом севообороте предотвращало снижение содержания гумуса в дерново-подзолистой почве — оно практически

равнялось содержанию гумуса в плодосменном севообороте с 2-летним использованием клеверозлаковых смесей (1,89 против 1,93).

Таблица 4

Некоторые показатели плодородия дерново-подзолистой почвы (слой 0—20 см) в специализированных зерновых севооборотах и при бессменном возделывании ячменя (август 1996 г.)

Севооборот, % зерновых и удобрение	Гумус, %	N _t , %	C _{вод}	P ₂ O ₅
			мг/100 г	
I — 50% — NPK	1,93	0,115	43,9	24,0
III — 83% — NPK	1,72	0,105	41,9	26,7
IV — 83% — NPK + ПС	1,89	0,115	42,0	27,8
V — 83% — NPK + ПС + С	2,01	0,117	43,1	22,1
Бессменные посевы ячменя				
1 — без удобрений	1,67	0,108	38,7	18,1
2 — NPK	1,83	0,110	42,7	24,0
3 — NPK + ПС	1,96	0,118	43,4	21,3
4 — NPK + ПС + С	1,94	0,120	43,8	28,6

Еще более эффективным оказалось длительное использование пожнивного зеленого удобрения в сочетании с удобрением соломой. На одинаковых фонах минеральных удобрений в зерновом севообороте содержание гумуса под влиянием этого сочетания увеличилось до 2,01%.

Пожнивный сидерат в сочетании с удобрением соломой в зерновом севообороте положительно влиял и на содержание общего азота в почве. Если при увеличении удельного веса зерновых с 50 до 83% его содержание снизилось с 0,115 до 0,105% на фоне минеральных удобрений, то в тех же условиях минерального питания, но при запашке пожнивного сидерата и соломы оно даже несколько повысилось.

В этом случае проявился накопительный эффект длительного использования зеленого удобрения и соломы на фоне сбалансированных доз минеральных удобрений.

Подобный эффект длительного применения пожнивной сидерации как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой проявился и в бессменных посевах ячменя (см. табл. 4).

Урожайность зерновых культур в годы 1-й и 2-й ротаций севооборотов и в бессменных посевах была различной и в значительной мере зависела от количества запашиваемой в почву пожнивной гречицы на удобрение. Отмечено некоторое снижение урожайности ячменя по мере насыщения севооборотов зерновыми культурами с

50 до 83% (табл. 5), причем во 2-ю ротацию оно было выражено отчетливее (6,3 ц/га, или 18,0%). Включение в севооборот пожнивного зеленого удобрения в чистом виде и в сочетании с удобрением соломой повышало урожайность ячменя в среднем соответственно на 3,7 и 4,0 ц/га, или 11,4 и 12,3%. Наибольшую урожайность обеспечил плодосменный севооборот.

Овес весьма отзывчив на предшественник. В севообороте с 67% зерновых после озимой пшеницы его урожайность была выше, чем в плодосменном севообороте после кукурузы на силос, в среднем на 3,0 ц/га, или 10,6%, за 1-ю ротацию и на 4,1 ц/га, или 13,6%, за 2-ю. При насыщении севооборота зерновыми культурами с 50 до 83% на фоне НРК урожайность

Т а б л и ц а 5

Урожайность зерновых культур (ц/га) в специализированных севооборотах и при бессеменных посевах в среднем за 1-ю (1981—1986 гг.) и 2-ю (1987—1992 гг.) ротации

Севооборот, % зерновых и удобрение	Ячмень		Овес		Оз.пшеница		Оз.рожь	
	1	2	1	2	1	2	1	2
I — 50% — НРК	33,9	39,2	29,9	30,1	39,0	52,5	—	—
II — 67% — НРК	32,3	34,8	32,9	34,2	36,6	51,9	44,9	45,2
III — 83% — НРК	29,4	32,5	31,1	28,3	33,9	42,8	41,5	37,9
IV — 83% — НРК + ПС	32,9	36,2	31,9	31,5	36,2	47,2	42,7	41,5
V — 83% — НРК + ПС + С	33,4	36,5	31,6	31,2	39,2	46,6	44,3	44,1
Бессеменные посевы — 100%								
1 — без удобрений	19,5	11,0	20,3	15,9	—	—	—	—
2 — НРК	28,8	31,4	29,0	18,5	—	—	—	—
3 — НРК + ПС	30,9	31,7	—	—	—	—	—	—
4 — НРК + ПС + С	31,4	30,7	—	—	—	—	—	—

овса снижалась. В специализированном зерновом севообороте в варианте НРК + ПС значение этого показателя в 1-ю ротацию повысилось на 2,5%, во 2-ю — на 11,3%, в варианте НРК + ПС + С — соответственно на 1,6 и 10,2%.

Насыщение полевого севооборота зерновыми культурами с 50 до 83% снижало урожайность озимой пшеницы в 1-ю ротацию с 39,0 до 33,9 ц/га, а во вторую — с 52,5 до 42,8 ц/га, озимой ржи — соответственно с 44,9 до 41,5 и с 45,2 до 37,9 ц/га.

В варианте НРК + ПС урожайность озимой пшеницы повысилась за 1-ю ротацию на 6,7, за 2-ю — на 10,2%, озимой ржи — соответственно на 2,9 и 9,4%, а при сочетании зеленого удобрения с соломой урожайность озимой пшеницы в 1-ю ротацию возросла на 15,6%, во 2-ю — на 8,8%, озимой ржи — соответственно на 6,7 и 16,3%.

Отмеченное увеличение урожайности озимых культур в севообороте с насыщением зерновыми до 83% обусловлено накопительным

эффектом заправки зеленого удобрения в чистом виде и в сочетании с соломой, причем в последние годы последствие было более отчетливо выраженным, чем прямое действие (см. табл. 5).

В бессменных посевах ячменя и овса также отмечено повышение урожайности. Применение только NPK в течение 12-летнего периода позволило получить прибавку урожая ячменя 20,4, овса — 10,9 ц/га. Заправка пожнивной горчицы по фону NPK обеспечила прибавку урожая зерна ячменя 20,9 ц/га.

При увеличении доли зерновых в севооборотах продуктивность последних по зерну возрастала (табл. 6). Так, в севооборотах с 67 и 83% зерновых культур выход зерна в среднем за годы 1-й ротации был соответственно на 7,7 и 11,2 ц/га, или на 37,9 и 55,2%, больше, чем при 50% зерновых в годы 2-й ротации — на 6,2 и 8,5 ц/га, или 30,5 и 41,9%.

Наибольший выход зерна в севооборотах обеспечивался при заправке пожнивного зеленого удобрения и соломы при 83% насыщении севооборотов зерновыми. Зерновая продуктивность севооборота в этом случае в годы 1-й и 2-й ротаций была на 6,5 и 58,6% выше, чем в плодосменном севообороте.

Бессменное возделывание ячменя на фоне NPK + ПС + С обеспечивало наиболее высокий выход зерна этой культуры с 1 га. На таком же уровне был и выход зерна на 1 га в бессменных посевах овса на фоне NPK.

Высокая кормовая продуктив-

ность кукурузы и многолетних трав обусловили преимущество плодосменного севооборота с 50% зерновых культур по выходу кормовых единиц. При заправке соломы на удобрение выход кормовых единиц снижался.

Выводы

1. При зерновой специализации земледелия насыщение севооборотов зерновыми культурами до 67% на плейстоценовых почвах северо-востока Германии и до 83% — на дерново-подзолистых подмосковных почвах России на фоне минеральных удобрений приводит к снижению содержания в пахотном слое почвы общего углерода (в том числе и его водорастворимой формы), а также общего азота.

2. Длительное использование пожнивного зеленого удобрения, а на плейстоценовых почвах и сидерального пара позволяет не только предотвратить снижение запасов органического вещества и общего азота в почве, но и повысить их.

3. На плейстоценовых почвах северо-восточной части Германии в севообороте A_1 (67% зерновых) благодаря наличию сидерального пара снижение содержания общего углерода к 1996 г. было меньше, чем в севооборотах A_2 и A_3 (67% зерновых), на фоне минеральных удобрений. Однако наименьшим оно оказалось в плодосменном севообороте A_4 (50% зерновых). В севооборотах A_1 и A_4 в большей мере повышалось содержание общего азота в почве.

4. На дерново-подзолистых почвах Подмосковья при длительном

Таблица 6

Продуктивность севооборотов (ц на 1 га севооборотной площади в год) и бессменных посевов зернофуражных культур в среднем за 1-ю (числитель) и 2-ю (знаменатель) ротации (1981—1992 гг.)

Севооборот, % зерновых и удобрения	Зерно	Кормовые единицы	Зерновые единицы
I — 50% — NPK	<u>20,3</u> 20,3	<u>68,2</u> 63,1	<u>60,8</u> 54,4
II — 67% — NPK	<u>28,0</u> 26,5	<u>54,2</u> 48,9	<u>45,4</u> 38,5
III — 83% — NPK	<u>31,5</u> 28,8	<u>52,5</u> 48,2	<u>42,8</u> 38,7
IV — 83% — NPK + PC	<u>34,4</u> 31,8	<u>56,2</u> 52,6	<u>45,9</u> 42,1
V — 83% — NPK + PC + C	<u>34,2</u> 32,2	<u>56,2</u> 53,1	<u>44,8</u> 42,8
Бессменные посевы ячменя — 100%:			
1 — без удобрений	<u>18,2</u> 11,0	<u>28,2</u> 18,5	<u>22,2</u> 14,0
2 — NPK	<u>33,1</u> 31,4	<u>51,1</u> 49,9	<u>39,3</u> 37,4
3 — NPK + PC	<u>35,1</u> 31,9	<u>55,3</u> 50,1	<u>42,5</u> 38,7
4 — NPK + PC + C	<u>35,6</u> 30,7	<u>54,9</u> 48,1	<u>43,1</u> 37,0
Бессменные посевы овса — 100%:			
1 — без удобрений	<u>22,4</u> 15,9	<u>30,3</u> 21,9	<u>24,3</u> 16,9
2 — NPK	<u>35,0</u> 26,8	<u>49,6</u> 37,2	<u>39,7</u> 28,6

использовании пожнивного зеленого удобрения (белой горчицы) в зерновом севообороте в сочетании с удобрением соломой на фоне минеральных удобрений содержание гумуса в почве было на 16,9%, общего азота — на 11% выше, чем в аналогичном севообороте при внесении одних минеральных удобрений.

5. Высокая насыщенность полевых севооборотов зерновыми культурами (67—83%) на фоне только минеральных удобрений в различных почвенно-климатичес-

ких условиях России и Германии приводит к снижению урожайности и озимых, и яровых зерновых культур.

6. Длительное использование зеленого удобрения в специализированных зерновых севооборотах на том же фоне минеральных удобрений предотвращает снижение урожайности зерновых при предельном насыщении ими севооборота. К началу 3-й ротации 6-польного севооборота на дерново-подзолистых почвах Подмосковья проявляется накопитель-

ный эффект пожнивной сидерации, в результате прибавки урожая озимой ржи и озимой пшеницы увеличиваются с 2,9—6,7 до 9,4—10,2%.

7. Накопительный эффект пожнивной сидерации в зерновых севооборотах возрастает при ее сочетании с удобрением соломой. Прибавки урожая яровых культур — овса и ячменя — повышаются в этом случае до 15,6—16,3%.

8. Длительное использование сидератов в зерновых севооборотах увеличивает выход зерна с 1 га севооборотной площади на 7,6%, а при использовании их в сочетании с удобрением соломой — на 14,1%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев С.А., Иванов Ю.Д. Урожайность зерновых культур и плодородие почвы в специализированных севооборотах при использовании пожнивного зеленого удобрения. — Изв. ТСХА, 1989, вып. 6, с. 3—13. — 2. Личко Н.М., Лошаков В.Г., Бегулов М.Ш., Пермякова Н.Н. Качество зерна озимой пшеницы в специализированных зерновых севооборотах. — Тез. докл. на II Всерос. науч.-теор. конфер. Прогрессивные экологически безопасные технологии хранения и комплексной переработки сельскохозяйственной продукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности. 1—4 октября 1996 г., Углич: РАСХН, 1996, с. 367—368. — 3. Лошаков В.Г., Элмер Франк, Иванова С.Ф., Синих Ю.Н. Изменение некоторых показателей плодородия

для дерново-подзолистой почвы в специализированных зерновых севооборотах и при бессменном возделывании зернофуражных культур с использованием пожнивного сидерата и соломы в качестве удобрения. — Изв. ТСХА, 1995, вып. 1, с. 3—15. — 4. Лошаков В.Г., Элмер Франк, Иванова С.Ф., Синих Ю.Н. Баланс питательных веществ в специализированных зерновых севооборотах и при бессменном возделывании зернофуражных культур. — Изв. ТСХА, 1996, вып. 1, с. 41—56. — 5. Лошаков В.Г., Иванова С.Ф. Баланс питательных веществ в специализированных зерновых севооборотах и при бессменном возделывании зернофуражных культур. — Изв. ТСХА, 1989, вып. 5, с. 17—27. — 6. Элмер Франк, Крюк С., Ешко М. Влияние сельскохозяйственных культур и систем обработки на содержание гумуса и активность дождевых червей в глинисто-песчаной почве. — Изв. ТСХА, 1996, вып. 2, с. 18—26. — 7. Элмер Франк, Синих Ю.Н. Влияние предшественников и систем обработки почвы на показатели плодородия глинисто-песчаной почвы. — Докл. ТСХА, 1995, вып. 266, с. 27—33. — 8. Определение водорастворимого углерода по методике, разработанной N.Zotte (1960) и модифицированной S.H. Kraus (1983), M.Korshen (1987), R.Behm (1988). — 9. Определение подвижного фосфора по методике, разработанной Anonym (1984). — 10. Kundler P. — Tagungs Ber. Landwirt. Akad. der DDR, 1978, Bd 166, T. 1:7, S. 30.

Статья поступила 6 июня
1997 г.