

УДК 631.51:631.41:331.445.24

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ СИСТЕМ ЕЕ ОБРАБОТКИ

ДОСПЕХОВ Б. А., ВАСИЛЬЕВ И. П., ПОЛЕВ Н. А.
(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Исследования по обработке почвы, проводимые в последние годы, сосредоточены главным образом на поисках путей сокращения числа обработок и их глубины, возможностей выполнения нескольких технологических операций или приемов одним почвообрабатывающим или почвообрабатывающе-посевным агрегатами, применения орудий с активными рабочими органами (типа фрезы), позволяющими за один проход полностью подготовить почву к посеву культуры. Большое значение при этом уделяется повышению качества полевых работ и эффективности удобрений [5, 9, 11]. Однако влияние различных по интенсивности воздействия на дерново-подзолистую почву систем обработки в условиях стационарных длительных полевых опытов изучено недостаточно. Мало данных о значении отдельных технологических операций (крошение, перемешивание и т. п.) при подготовке почвы к посеву, практически не изучен вопрос о эффективности высоких доз удобрений при разных системах и качестве обработки почвы, разноречивы данные о действии орудий роторного типа на комплекс агрофизических свойств почвы. Недостаточно уделяется внимания вопросам методики контроля и оценки качества полевых работ [1, 2, 6, 7, 8, 12]. Изучению этих вопросов и посвящена наша работа.

Условия и методика опытов

Исследования проводятся с 1969 г. на экспериментальной базе «Михайловское» в полевом трехфакторном стационарном опыте 7 в севообороте во времени: вико-овсяная смесь (1969 г.) — озимая пшеница (1970 г.) — ячмень (1971 г.) — картофель (1972 г.) — ячмень (1973 г.) — озимая пшеница (1974 г.) С 1975 г. началась новая ротация севооборота.

Опыт 7 заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов. На делянках первого порядка (1260 м²) изучаются 9 систем обработки почвы, на делянках второго порядка (180 м²) — 7 способов удобрения и на делянках третьего порядка (90 м²) — действие гербицида с контролем (без гербицида).

В этой статье рассматриваются следующие системы обработки: 1 — лущение + ежегодная вспашка на 20—22 см + принятая для возделываемой культуры предпосевная обработка почвы (условно обычная система); 2 — то же, что и обычная, но с ежегодной вспашкой на 28—30 см в 1969—1975 гг., а в 1976—1977 гг. только предпосевное фрезерование (сочетание глубокой с фрезерной); 3 — только предпосевное фрезерование на 8—10 см под зерновые культуры и на 16 см под картофель (фрезерная минимальная); 4 — фрезерование на 20 см + предпосевное фрезерование на глубину по варианту 3 (фрезерная интенсивная); 5 — то же, что и вариант 1, но без основной обработки под зерновые культуры (обычная минимальная); 6 — лущение + трехслойная обработка на 40 см (1969 и 1974 гг.) + вспашка на 28—30 см (1970—1973 гг.)

плоскорезная обработка на 28—30 см (1976—1977 гг.) и ежегодная предпосевная обработка фрезой на глубины по варианту 3 (сочетание трехслойной, глубокой, плоскорезной и фрезерной).

Указанные системы различаются по интенсивности воздействия на агрофизические свойства почвы, числу обработок и их качеству, способам и глубине заделки удобрений.

Для определения влияния глубистости пашни на качество посева и продуктивность ячменя, озимой пшеницы и кукурузы, а также для изучения эффективности минеральных удобрений при разных способах заделки их в почву проведены совместно с А. М. Туликовым и В. П. Сулягиным вегетационно-полевые опыты в сосудах без дна и модельные мелкоделяночные полевые опыты, схемы которых представлены в табл. 7 и 8.

В 1975—1977 гг. на экспериментальной базе «Михайловское» в полевом опыте в производственных условиях изучалась возможность минимизации обработки почвы под озимую пшеницу (1975/76 г.) и ячмень (1977 г.). Площадь делянки 1500 м², повторность опыта 3-кратная. Из системы обработки почвы исключались вспашка и лущение стерни (основная обработка). В качестве предпосевной обработки использовали или дискование и культивацию на 8—10 см, или фрезерование на 8—10 см.

Результаты исследований

Применяемые для обработки почвы различные машины, орудия и их системы в первую очередь оказывают влияние на структуру почвы и ее распыленность (табл. 1).

Данные табл. 1, как и результаты многолетних исследований, свидетельствуют о том, что разрушение и восстановление почвенной структуры при всех изучаемых системах обработки происходит примерно одинаково. Даже в варианте с интенсивным фрезерованием, где за годы исследований (1969—1977) проведено более 25 обработок фрезой, не наблюдалось заметного увеличения содержания пылеватых фракций. Таким образом, опираясь на результаты девятилетних исследований, можно уверенно заключить, что фрезерная система обработки почвы и традиционная система по влиянию на структуру почвы существенно не различаются. Более

Таблица 1

Содержание пыли и агрегатов меньше 0,25 мм (%) в почве при разных системах ее обработки (в среднем за вегетацию)

Система обработки почвы	Слой почвы, см	Вико-овсяная смесь, 1975 г.	Оз. пшеница		В среднем за 1975—1977 гг.
			1976 г.	1977 г.	
Обычная	0—10	12,1	7,6	7,0	8,9
	10—20	8,7	8,4	6,3	7,8
	20—30	8,7	7,9	6,7	7,8
Сочетание глубокой с фрезерной	0—10	11,8	9,0	7,0	9,3
	10—20	9,1	8,4	6,2	7,9
	20—30	7,6	8,0	6,6	7,4
Фрезерная минимальная	0—10	10,0	9,1	7,8	9,0
	10—20	9,1	8,8	7,0	8,3
	20—30	9,1	8,4	7,9	8,5
Фрезерная интенсивная	0—10	14,7	9,8	7,0	10,5
	10—20	13,0	9,0	6,0	9,3
	20—30	10,3	8,8	7,6	8,9
Сочетание трехслойной, глубокой, плоскорезной и фрезерной	0—10	10,8	7,7	6,4	8,3
	10—20	8,1	8,0	5,1	7,1
	20—30	6,3	7,5	4,6	6,1

Т а б л и ц а 2

Содержание водопрочных агрегатов (%) размером более 0,25 мм в слое 0—10 см при разных системах обработки почвы (в среднем за вегетацию)

Система обработки почвы	Вико-овсяная смесь, 1975 г.	Оз. пшеница		Среднее за 1975—1977 гг.
		1976 г.	1977 г.	
Обычная	39,7	41,9	51,0	44,2
Сочетание глубокой с фрезерной	37,2	40,2	55,6	44,3
Фрезерная минимальная	43,1	48,8	63,2	51,7
» интенсивная	40,4	48,1	60,0	49,5
Сочетание трехслойной, глубокой, плоскорезной и фрезерной	38,5	43,8	55,0	45,8

того, наблюдается четкая и устойчивая по годам тенденция к увеличению количества водопрочных агрегатов в вариантах с фрезерованием (табл. 2), что связано с уменьшением количества обработок. Например, при возделывании вико-овсяной смеси при фрезерной и обычной системах выполняются соответственно 2 и 4 обработки почвы, а озимой пшеницы — 1 и 3.

По фрезерной обработке отмечено также значительное увеличение корневых остатков, повышение микробиологической активности и интенсивное накопление органического вещества именно в слое 0—10 см. Все это, естественно, способствует быстрому восстановлению водопрочной структуры и улучшению других физических свойств почвы в слое, подвергающемся наиболее интенсивному воздействию ходовых систем машин и орудий, а также действию климатических факторов.

Объемная масса почвы оказывает заметное влияние на рост и развитие растений. При возделывании вико-овсяной смеси в 1975 г. оптимальное для роста и развития растений значение объемной массы (1,1—1,3 г/см³) наблюдалось лишь в слое почвы 0—10 см, а в более глубоких слоях оно было заметно выше (табл. 3).

Применение разноглубинных обработок не приводит к желаемому уплотнению слоя 20—30 см. Значения объемной массы в вариантах с разноглубинной вспашкой (до 30 и более сантиметров) и в вариантах без обработок этого слоя равны или близки (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Объемная масса (г/см³) при разных системах обработки почвы (в среднем за вегетацию)

Система обработки почвы	Слой почвы, см	Вико-овсяная смесь, 1975 г.	Оз. пшеница		В среднем за 1975—1977 гг.
			1976 г.	1977 г.	
Обычная	0—10	1,23	1,30	1,37	1,30
	10—20	1,38	1,41	1,44	1,41
	20—30	1,42	1,43	1,47	1,44
Сочетание глубокой с фрезерной	0—10	1,24	1,32	1,28	1,28
	10—20	1,36	1,45	1,44	1,42
	20—30	1,42	1,47	1,43	1,44
Фрезерная минимальная	0—10	1,17	1,33	1,31	1,27
	10—20	1,40	1,44	1,44	1,43
	20—30	1,45	1,45	1,45	1,45
» интенсивная	0—10	1,21	1,32	1,26	1,26
	10—20	1,43	1,43	1,35	1,40
	20—30	1,49	1,47	1,40	1,45
Сочетание глубокой, трехслойной, плоскорезной и фрезерной	0—10	1,20	1,25	1,30	1,25
	10—20	1,35	1,37	1,45	1,39
	20—30	1,40	1,42	1,47	1,43

Фрезерная обработка по сравнению с обычной обеспечила более рыхлое сложение верхнего (0—10 см) слоя почвы, причем это состояние сохранилось в течение всей вегетации.

Таким образом, анализируя представленные здесь и ранее опубликованные результаты, можно констатировать, что различные по интенсивности системы обработки почвы существенно не различаются по своему влиянию на основные агрофизические свойства почвы — структуру и ее водопрочность, объемную массу и др.

Изученные в опыте системы обработки почвы оказывали примерно одинаковое влияние на влажность почвы. В некоторые годы исследований в течение вегетации растений в опытных вариантах наблюдались отклонения (уменьшение или увеличение) в содержании влаги на 2—5%. Однако, учитывая точность метода определения влажности и динамичность этого показателя, значимость этих отклонений статистически трудно доказать. Следует отметить четкую тенденцию к повышению (на 2—3%) влажности почвы в вариантах с фрезерной обработкой почвы. Особенно это заметно при недостатке (по сравнению с нормой) влаги в период обработки почвы — посев. Повышение влажности в указанный период способствует более полному и дружному появлению всходов растений и повышению их продуктивности.

Изучаемые в опыте системы обработки почвы обеспечили разное распределение удобрений и подвижных форм питательных веществ в пахотном слое. Так, по фрезерной минимальной системе обработки более 50% запасов подвижных форм фосфора и калия слоя 0—30 см сосредоточено в верхней его части (0—10 см), где располагается основная масса корней растений и отмечается наиболее высокая биологическая активность. При ежегодной вспашке на 20 см удобрения и питательные вещества равномерно распределяются в обрабатываемом слое.

Эти особенности систем обработки почвы оказывают непосредственное влияние на продуктивность растений (табл. 4).

Глубокая система обработки почвы, включающая ежегодную вспашку на 28—30 см и традиционную предпосевную обработку в первую ротацию севооборота (1969—1974 гг.), повысила урожайность культур на 3% по фону высоких доз удобрений. При замене традиционной предпосевной обработки фрезерной в начале следующей ротации (1975—

Т а б л и ц а 4

Урожайность культур при разных системах обработки почвы по фону навоз+НПК*

Система обработки почвы	В среднем за 1970—1974 гг. (оз. пшеница, ячмень, картофель, ячмень, оз. пшеница)		В среднем за 1975—1977 гг. (вико-овсяная смесь, оз. пшеница, оз. пшеница)		В среднем за 8 лет, 1970—1977 гг.	
	ц корм. ед/га	%	ц корм. ед/га	%	ц корм. ед/га	%
Обычная	31,7	100	33,4	100	32,3	100
Сочетание глубокой с фрезерной	32,7	103,2	30,8	92,2	32,0	99,1
Фрезерная минимальная	32,6	102,8	30,0	89,8	31,6	97,8
Сочетание трехслойной, глубокой, плоскорезной и фрезерной	35,5	112,0	29,8	89,2	33,4	103,4
Фрезерная интенсивная	—	—	37,7	112,9	—	—
Обычная минимальная	—	—	33,6	100,6	—	—

* За 1969—1974 гг. внесено навоза 70 т/га и $N_{450}P_{630}K_{450}$, за 1975—1977 гг. — навоза 60 т/га и $N_{540}P_{540}K_{540}$.

1977 г.) эффективность этой системы обработки снизилась, что связано с особенностями воздействия фрезерной обработки на почву в условиях избыточного увлажнения, о чем речь пойдет ниже. В среднем за 8 лет исследований системы глубокой и обычной обработки почвы оказались примерно одинаковыми по своему влиянию на продуктивность культур.

Отсутствие заметных эффектов при использовании системы глубокой обработки почвы, видимо, сопряжено с ухудшением физико-химических и биологических свойств почвы в результате вовлечения в пахотный слой 10-сантиметровой прослойки слабокультуренного подпахотного слоя. Эффективность удобрений, заделанных на 28—30 см, снижается, так как они позиционно менее доступны растениям, особенно на ранних фазах их роста и развития. Кроме того, увеличение глубины вспашки до 28—30 см требует дополнительных трудовых и материальных затрат.

Система трехслойной обработки в сочетании со вспашкой на 28—30 см, плоскорезной и фрезерной предпосевной обработками имеет определенные преимущества перед системой обычной обработки почвы, которые более заметно проявляются в годы с недостатком влаги. Очевидно,

Т а б л и ц а 5

Действие разных систем обработки почвы на урожайность озимой пшеницы и ячменя (ц/га)

Система обработки почвы	Оз. пшеница, 1976 г.	Ячмень, 1977 г.	В среднем за 2 года, %
Лущение + вспашка на 20—22 см + дискование + культивация на 8—10 см	24,5	30,2	100
Только дискование и культивация на 8—10 см	20,4	30,6	92,1
Лущение + вспашка на 20—22 см + предпосевная фрезерная обработка на 8—10 см	29,6	36,6	120,9
Только предпосевная фрезерная обработка на 8—10 см	30,2	35,0	119,6
НСР ₀₅	6,2	5,7	—

эта система в определенных условиях может быть с успехом использована для быстрого создания мощного гомогенного слоя почвы с хорошими физико-химическими и биологическими показателями плодородия почвы.

Система фрезерной минимальной обработки почвы в целом существенно не уступает обычной обработке. Однако эффективность ее во многом зависит от климатических условий в период обработки почвы — посев. Наблюдается общая тенденция: при недостатке осадков (по сравнению со средними многолетними данными) в указанный период эффективность фрезерной обработки повышается, при их избытке — снижается. Например, при возделывании озимой пшеницы (1969/70 г.), картофеля (1972 г.), ячменя (1973 г.) и вико-овсяной смеси (1975 г.) недостаток осадков в период обработки почвы — посев соответственно составил 27; 10,9; 9,1; 9,7 мм, а урожай культур в среднем по всем фонам удобрений возрос на 7,6; 2,9; 3,4; 2,0 ц корм. ед/га соответственно. В 1973/74 г. и 1975—1977 гг., когда в данный период выпало на 72,3 (1973 г.) и 16,2 мм (1975 г.) больше нормы или когда почва была излишне увлажнена (в 1976 г. за май — июль выпало 346,4 мм осадков вместо 199 по норме), урожайность озимой пшеницы снизилась на 8,2 (1974 г.); 7,8 (1976 г.) и 7,8 ц корм. ед/га (1977 г.). Объясняется это тем, что избыточное увлажнение почвы в период обработки или обильные осадки, выпадающие после нее, способствуют быстрому заплыванию почвы, тщательно раскрошенной фрезой, тогда как большое количество глыб по обычной обработке противостоит этому процессу. В результате заплывания почвы ухудшается газовый режим, затрудняется прорастание семян, в почве накапливаются болезнетворные микроорганизмы (корневые гнили и т. п.), что может

привести к депрессии урожая. Не случайно поэтому наблюдается заметный положительный эффект в варианте с фрезерной интенсивной обработкой почвы, которая применялась 2 года.

Аналогичные результаты получены в опыте в условиях производства, где изучались два способа предпосевной обработки почвы и возможность сокращения числа обработок (табл. 5).

Двухлетнее применение орудий фрезерного типа как по фону вспашки, так и без вспашки существенно повысило урожай озимой пшеницы и ячменя. Исключение лущения и вспашки из системы обработки (табл. 4 — обычная минимальная обработка) не снизило урожайности озимой пшеницы.

Таким образом, минимализация обработки почвы возможна за счет применения орудий фрезерного типа. Это позволяет за один проход хорошо подготовить почву к посеву и сократить число обработок на 50—

Т а б л и ц а 6

Урожайность культур при разных способах заделки минеральных удобрений в почву (вегетационно-полевые опыты)

Способ заделки удобрений	Ячмень, 1975 г.		Оз. пшеница, 1977 г.		Ячмень, 1977 г.		Кукуруза, 1977 г.	
	г/сосуд	отклонения от контроля	г/сосуд	отклонения от контроля	г/м ²	отклонения от контроля	г/м ²	отклонения от контроля
Без удобрений	12,6	—0,6	12,1	—8,9	248	—69	360	—228
НРК заделаны на глубину 20 см (контроль)	13,2	—	21,0	—	317	—	588	—
То же на 5 см	21,2	8,0	29,1	8,1	330	13	922	334
» » »10 »	15,2	3,0	31,8	10,8	408	91	990	402
НРК перемешаны в слое 0—5 см	20,6	7,4	28,8	7,8	319	2	1068	468
То же в слое 0—10 см	19,5	6,3	30,2	9,2	402	85	842	254
» » » 0—20 »	17,6	4,4	25,3	4,3	359	42	772	214
НРК на поверхности почвы	17,9	4,7	19,2	—0,8	295	—22	582	—6
НСР ₀₅	—	3,0	—	6,2	—	76	—	303

70%, что обеспечивает заметный экономический эффект и снижает уплотняющее действие на почву ходовых систем машин и орудий. Например, при возделывании озимой пшеницы и ячменя сокращение числа обработок с трех до одной обработки за год (озимые) или с четырех до одной (ячмень) получены прибавки урожая соответственно 5,7 и 4,8 ц/га.

Изучаемые в опытах системы обработки почвы обеспечивали различное крошение и перемешивание почвы, размещение и глубину заделки удобрений и послеуборочных остатков, что оказало определенное влияние на эффективность удобрений (табл. 6).

Данные табл. 6 убедительно свидетельствуют о том, что способы неглубокой (до 10 см) заделки минеральных удобрений или тщательное перемешивание их в слое почвы 0—10 см во всех случаях, даже при возделывании культур с глубокой корневой системой (озимая пшеница и кукуруза), оказываются существенно эффективнее, чем заделка удобрений на глубину 20 см. Это объясняется тем, что в слое почвы 0—10 см сосредоточено более половины массы корневой системы, что приводит к более эффективному использованию элементов питания растениями вообще и особенно на ранних фазах их роста и развития. Кроме того, повышению эффективности удобрений при их неглубокой заделке или перемешива-

нии в слое 0—10 см способствует более полное использование растениями выпадающих за вегетацию осадков.

Важным показателем качества обработки почвы и косвенным показателем крошения является глыбистость. Исследования показали, что системы обычной и фрезерной обработок существенно различаются по количеству глыб площадью от 10 см² и более (%):

В полевом мелкоделяночном опыте (площадь делянки 1 м²) установлена тесная прямая корреляционная связь между глыбистостью и неравномерностью заделки семян ячменя по глубине. Коэффициент корреляции $r=0,86$. В этом случае 74% вариации глубины посева ячменя ($d=0,74$) обусловлены именно глыбистостью пашни.

Результаты исследований свидетельствуют, что при посеве ячменя на участках с разной глыбистостью может получиться так, что средняя (фактическая) глубина посева окажется примерно одинаковой во всех вариантах опыта и соответствовать заданной величине, но распределение отдельных семян по глубине будет существенно различаться.

Например, при глыбистости 0 и 70—100% средняя глубина заделки семян одинакова — 4,2 см, однако семена располагаются в интервале $x \pm t_{05} S_x$, равном соответственно 4,0—4,4 и 1,98—6,42 см. Очевидно, посев в глыбистую почву неизбежно сопряжен с уменьшением густоты стояния растений, так как семена, заделанные слишком мелко, могут попасть в иссушенную почву и не прорасти, так же как и семена, заделанные слишком глубоко. Кроме того, период появления всходов значительно затягивается, что также отрицательно влияет на продуктивность растений (табл. 7).

При посеве в глыбистую почву может сложиться и иная ситуация, когда рабочие органы сеялки из-за низкого качества обработки почвы не в состоянии заделать семена на необходимую глубину (табл. 8).

Предпосевное фрезерование, обеспечивающее высококачественное крошение почвы, способствует хорошей работе различных по конструкции сошников сеялки, тогда как в других вариантах наблюдаются заметные отклонения средней глубины посева от заданной величины (4 см). Неравномерное распределение семян по глубине, увеличение периода появления всходов и уменьшение их числа оказывают заметное влияние на урожайность ячменя и кукурузы (рисунок и табл. 8).

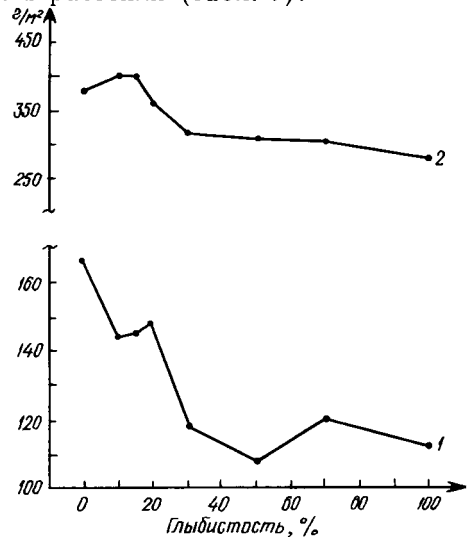
1969 г. 1975 г. 1976 г.

Обычная	23,0	15,7	12,2
Фрезерная	0,1	3,6	3,1

Таблица 7

Влияние глыбистости пашни на качество посева ячменя. Модельный опыт, 1977 г.

Глыбистость, %	Глубина посева $\bar{x} \pm S_x$, см	Коэффициент вариации V , %	Количество всходов ячменя, шт/м ²
0	4,2±0,10	15,5	322
5—10	4,1±0,60	29,1	322
10—15	3,9±0,72	37,1	334
15—20	4,0±0,77	38,8	336
20—30	4,2±0,73	34,5	306
30—50	4,0±0,90	45,6	316
50—70	4,1±0,95	46,1	310
70—100	4,2±1,11	52,5	295



Действие глыбистости пашни на урожайность ячменя.

1 — 1975 г., 2 — 1977 г.

Глыбистость пашни при разных способах предпосевной обработки почвы и реакция растений 1977 г.

Предпосевная обработка почвы	Глыбистость, %	Глубина посева $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, см		Урожайность, г/м ²	
		ячмень	кукуруза	ячмень (зерно)	кукуруза (зеленая масса)
Культивация КПН-4	22,2	2,6±0,20	2,9±0,47	321	2010
То же + боронование	21,1	2,8±0,21	2,9±0,44	347	2000
Обработка РВК-3	11,7	3,0±0,17	2,9±0,35	410	2230
Фрезерование КФН-3,6	1,4	4,1±0,09	4,3±0,17	456	2350
НСР ₀₅	—	—	—	48	170

По мере увеличения глыбистости пашни до 15—20% урожайность ячменя изменялась незначительно (возрастала или уменьшалась в зависимости от количества осадков в период обработки почвы — посев). Дальнейшее увеличение глыбистости (более 20%) привело к существенному снижению урожайности ячменя. Характерно, что результаты данного опыта (1977 г., табл. 8) подтверждают модельные опыты.

Проведенные исследования позволили разработать градации глыбистости и шкалу для ее оценки. Шкала градаций глыбистости пашни должна охватывать 3 зоны кривой отклика растений: 1-я зона — значения глыбистости пашни, при которых нет снижения урожайности, а в благоприятных условиях получается существенная прибавка урожая; 2-я зона — значения глыбистости пашни, при которых в любых условиях не будет существенного снижения урожая; 3-я зона — значения глыбистости, при которых существенно ухудшается качество посева и снижается урожайность культур. В общем виде шкала градаций глыбистости и соответствующая оценка выглядят следующим образом:

Глыбистость, %	Балл — оценка
<10	4 — хорошо
10—20	3 — удовлетворительно
>20	2 — неудовлетворительно

Полученные данные дали возможность определить градации качества посева зерновых культур по глубине и предложить шкалу для его оценки. Качество глубины посева семян необходимо оценивать по двум показателям: равномерность распределения семян по глубине и соответствие средней (фактической) глубины посева заданной. Равномерность распределения семян по глубине целесообразно оценивать по коэффициенту выровненности В, который определяют по формуле:

$$B = 100 - \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%,$$

Коэффициент В, %	Балл — оценка
>90	4 — хорошо
80—90	3 — удовлетворительно
<80	2 — неудовлетворительно

где В — искомая величина, %; S — стандартное отклонение, см; \bar{x} — средняя (фактическая) глубина посева, см.

Слева приведена шкала значений коэффициента выровненности:

Выводы

1. Изучаемые в опыте различные по интенсивности системы обработки по своему воздействию на структуру почвы, объемную массу и другие агрофизические свойства почвы существенно не различаются.

2. Применение фрезерных орудий позволяет на 50—70% сократить число обработок почвы при ее подготовке к посеву зерновых культур, снизить уплотняющее действие ходовых систем машин и орудий на почву, повысить качество обработки почвы и посева и в условиях недостатка влаги и осадков в период обработки почвы — посев получить существенные прибавки урожайности яровых и озимых зерновых культур.

3. Система глубокой обработки почвы не имеет существенных преимуществ перед обычной и ее ежегодное применение экономически нецелесообразно. Система обработки, включающая трехслойную, разноглубинные вспашки, плоскорезную обработку и предпосевное фрезерование при определенных условиях и необходимости может быть использована для быстрого создания мощного однородного слоя почвы.

4. Эффективность минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы, ячменя и кукурузы зависит от способа и глубины заделки их в почву. Заделка удобрений на глубину 5—10 см или перемешивание их в слое почвы 0—10 см дает существенно больший эффект, чем глубокая.

5. Между глыбистостью и коэффициентом вариации глубины посева зерновых культур установлена тесная прямая корреляционная связь ($r=0,86\pm 0,21$). С увеличением глыбистости более 20% наблюдается существенное снижение урожайности ячменя и кукурузы. Наличие связи между глыбистостью, вариацией глубины посева и урожайностью ячменя и кукурузы позволило разработать градации глыбистости, включающие 3 зоны кривой отклика растений.

6. Оценку глубины посева зерновых культур необходимо проводить по двум показателям: равномерность распределения семян по глубине (оценивается по значению коэффициента выравненности B) и соответствие средней (фактической) глубины посева заданной величине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения, 6-е изд., М., Сельхозгиз, 1949. — 2. Доспехов Б. А., Васильев И. П., Алексеева А. Е. Фрезерная обработка под озимую пшеницу и ячмень. «Изв. ТСХА», 1973, вып. 3, с. 19—27. — 3. Доспехов Б. А., Васильев И. П., Маймусов В. Н., Верещака М. В. Фрезерная обработка почвы и эффективность удобрений. «Изв. ТСХА», 1974, вып. 5, с. 25—32. — 4. Киртбая Ю. Качество — проблема генеральной. «Сельск. хоз-во России», 1977, № 10, с. 23—27. — 5. Костычев П. А. Почва, ее обработка и удобрение. Тип. Русск. тов-ва, 1912. — 6. Королев А. В. Обработка и плодородие почвы. Л., Лениздат, 1975. — 7. Кулюкин Л. Н., Миловзоров Н. Н. Современные способы обработки почвы. «Сельск. хоз-во за рубежом». 1969, № 1, с. 1—5. — 8. Левашова В. Ф. О воз-

можности использования фрезы при обработке почвы под озимые культуры. Тр. Рязан. с.-х. ин-та, 1970, № 23, вып. 1, с. 50—53. — 9. Макаров И. П. Некоторые вопросы теории обработки почвы. Тр. Горьков. с.-х. ин-та, 1973, т. 55, с. 196—205. — 10. Орманджи К. С. Оценка качества механизированных работ в полеводстве. М., Россельхозиздат, 1976. — 11. Ревут И. Б. Вопросы теории обработки почвы. В кн.: Теорет. вопр. обработки почв, Л., Гидрометеиздат, 1968, с. 7—12. — 12. Ревут И. Б., Козлова Л. Д. Фрезерная обработка почвы и ее влияние на биологическую активность. В кн.: Теорет. вопр. обработки почв, Л., Гидрометеиздат, 1969, с. 164—180. — 13. Типовая операционная технология и правила производства механизированных полевых работ. М., Гос. НИТИ, 1968, с. 261—264.

Статья поступила 28 ноября 1977 г.

SUMMARY

The investigations were conducted in 1975—1977 on the Timiryazev Academy Experimental farm "Mikhailovskoye" in the two stationary complex trials on small plots on soddy-podzolic medium loams. Continuous rototilling did not damage the structure of the soil. If more than 20% of the seedbed is lumpy because the seeds are placed at non-uniform depth, the yield becomes essentially lower. It is more efficient to mix fertilizers in the arable soil layer than to place them at the depth of 20 cm.

Good mincing of the soil and mixing of the fertilizers by rototilling creates the conditions for high-quality seeding and plant nutrition. Under continuous application of different soil management systems, the best agrotechnical result was obtained when rototilling before sowing was combined with the deep main tillage.