

УДК 631.51.001

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

А. И. ПУПОНИН

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Известно, что с интенсификацией и повышением культуры земледелия создаются условия для внедрения приемов и систем обработки почвы, включающих минимум технологических операций, лишь безусловно необходимых при выращивании урожая сельскохозяйственных культур.

В последние годы разрабатываются научные основы минимальной обработки почвы, изучаются закономерности изменения свойств, режимов и плодородия почв под воздействием производственной деятельности человека и климатических факторов.

Одной из первостепенных задач научных исследований является определение долевого участия механической обработки в повышении урожая сельскохозяйственных растений при оценке действия и взаимного действия различных факторов на плодородие почвы.

В трехфакторных опытах Института обработки почвы в Карцаге (ВНР) установлено, что на связанном черноземе и остепненной луговой солонцевой почве обработка и удобрения играют одинаковую и важную роль в формировании высоких урожаев. Долевое участие обработки почвы в формировании наибольшего урожая озимой пшеницы на черноземе составляло 13—14%, удобрений — 22—24%; кукурузы — соответственно 24—26 и 16—20%. На засоленной почве 22—29% урожая озимой пшеницы обуславливалось обработкой и 20—27% — удобрениями; для подсолнечника эти показатели были равны 22—24 и 28—30% соответственно. В этом случае при минимализации обработки почвы (прямой посев) под озимую пшеницу, кукурузу и подсолнечник урожайность снижалась [44].

На каштановых почвах юга УССР ведущая роль в повышении урожая озимой пшеницы на поливе, по данным исследований в трехфакторном опыте Херсонского сельскохозяйственного института, принадлежала удобрениям (58,6—72,6%). Меньше влияли на урожай режимы орошения (13,5—17,7%) и обработки почвы (7,5—17,4%). Аналогично распределялись эти факторы по их действию на урожайность промежуточных кормовых культур на орошаемых землях [26]. Из всех изучаемых факторов, способствующих повышению урожая, обработка почвы оказалась наименее эффективной, что свидетельствует о возможности значительной минимализации ее в этом регионе.

В современном интенсивном земледелии при значительном снижении доли естественного плодородия почвы в формировании урожая и широком применении химических мер борьбы с сорняками меняются многие функции механической обработки и выдвигаются следующие новые задачи: повышение противозерозионной устойчивости почв; замедление минерализации гумусовых веществ, особенно в районах со слабогумусированными почвами; улучшение использования послеуборочных

остатков; уменьшение отрицательного последствия гербицидов; борьба с сорняками в посевах кормовых культур, где применение гербицидов менее желательно; снижение распространения болезней в специализированных севооборотах [8].

В настоящем время многие положения, использовавшиеся ранее при теоретическом обосновании механической обработки почвы, пересматриваются с учетом нового уровня интенсификации земледелия. Так, вопрос о разнокачественности частей пахотного слоя по плодородию, которая в свое время послужила одной из теоретических предпосылок необходимости ежегодной культурной вспашки, подвергнут детальному изучению во многих почвенно-климатических зонах СССР.

Установлено, что дифференциация пахотного слоя по плодородию особенно отчетливо проявляется на черноземах. Эффективное плодородие нижней части пахотного слоя, если он остается без обработки и имеет слабую биогенность или длительно обрабатывается без оборота пласта, резко снижается [3, 6, 19]. Однако в целом урожай зерна пшеницы на делянках при естественном расположении всего обрабатываемого слоя или равен урожаю на делянках, где перемешивают верхний и нижний слои, или выше него. Поэтому в эрозионно-опасных районах для предотвращения ветровой эрозии применяют плоскорезную обработку почвы с сохранением стерни на поверхности полей, не опасаясь снизить урожай зерновых культур в результате дифференциации обрабатываемого слоя по плодородию [19].

В Нечерноземной зоне установлено варьирование эффективного плодородия разных частей пахотного слоя в течение вегетационного периода в полевых условиях [8], сохранение различий по плодородию верхней и нижней частей пахотного слоя и общего его уровня при длительной мелкой обработке [25], выравнивание биогенности под действием азота или NPK [1, 21] и повышение эффективного плодородия в целом при активном перемешивании обеих частей [22, 23].

В наших опытах при исключении в течение 4 лет отвальных обработок дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в зерновом специализированном севообороте (вико-овсяная смесь — озимая пшеница — озимая пшеница — ячмень) или замене их минимальными (поверхностными или плоскорезными) возростала дифференциация частей пахотного слоя по эффективному плодородию в связи с неодинаковой глубиной заделки удобрений и пожнивных остатков, но эффективное плодородие пахотного слоя в целом не снижалось. Урожайность озимой пшеницы на 4-й год после закладки опыта в вариантах с системами поверхностной и плоскорезной минимальной обработки почвы была выше, чем в контроле, или существенно не отличалась от него (табл. 1).

Полученные данные о дифференциации частей пахотного слоя почв Нечерноземной зоны и их роли в общем плодородии и формировании урожая не подтвердили мнения о необходимости ежегодной отвальной обработки как средства восстановления плодородия нижней части.

Зарубежными исследователями показано, что минимальная обработка почвы без вспашки приводит к неравномерному распределению растительных остатков и минеральных удобрений в пахотном слое, следствием чего являются улучшение структуры и водопроницаемости пашни, а также активизация деятельности почвенной фауны. Увеличение содержания органических остатков в поверхностном слое вызывает изменения в тепловом режиме почв — они дольше прогреваются весной и медленнее охлаждаются осенью. Из-за скопления P_2O_5 в верхней части пахотного слоя растения могут хуже обеспечиваться фосфором в засушливые периоды, но при нормальном увлажнении почвы этого не происходит. Минимальная, особенно нулевая, обработка почвы способствует улучшению ее гумусированности, увеличению количества общего и доли органически связанного азота [32, 35, 43].

Урожайность зерновых культур при разных системах обработки дерново-подзолистой почвы в специализированном севообороте (ц/га)

Условное название системы обработки почвы	Основная обработка	Предпосевная обработка	Оз. пшеница		Ячмень, 1977 г.	В среднем за 1976—1977 гг., %
			1975 г.	1976 г.		
Классическая (контроль)	Лушение на 5—6 см + культурная вспашка на 20—22 см	Культивация на 6—8 см с боронованием, посев отдельно	46,0	27,3	40,3	100
			44,6	30,9	40,5	100
Нулевая	Без обработки	Фрезерование на 6—8 см и посев комбинированным агрегатом КА-3,6	48,7	28,6	31,4	96
			45,5	29,9	34,5	95
Поверхностная	Лушение на 5—6 см	То же	54,3	31,9	36,8	109
			50,5	30,7	40,0	104
Роторная	Вспашка ротационным плугом на 20—22 см	» »	47,8	27,1	40,6	101
			46,1	28,5	40,5	99
Плоскорезная	Рыхление плоскорезом на 20—22 см	» »	48,4	32,9	39,6	108
			44,6	33,2	37,3	100
Сочетание классической и нулевой	Лушение на 5—6 см + культурная вспашка на 20—22 см	» »	50,0	28,8	41,8	106
			44,0	29,9	45,4	103

Пр и м е ч а н и е. 1. Приведены данные по 3—5-му годам после закладки опыта.
2. В числителе — без гербицидов, в знаменателе — с гербицидами.

Знание закономерностей дифференциации пахотного слоя по плодородию позволяет прогнозировать целесообразность и эффективность отдельных приемов и систем минимальной обработки почвы.

Например, выявлено, что пахотный слой каштановой почвы юга СССР дифференцируется на различные по эффективному плодородию части через 2,5—3 мес после его перемешивания. В связи с этим в условиях интенсивного орошения и применения повышенных доз удобрений при возделывании озимых и промежуточных культур, для которых период от основной обработки до посева непродолжителен, более эффективными должны быть мелкая вспашка, плоскорезная обработка или непосредственный посев по стерне, а при возделывании яровых культур, высеваемых с большим промежутком времени после зяблевой обработки почвы, лучшие результаты следует ожидать от глубокой вспашки [27].

В странах с умеренным климатом необходимо проводить вспашку через каждые 3—5 лет для улучшения распределения питательных веществ в пахотном слое [39] или после внесения извести и фосфорно-калийных удобрений на кислых и плохо обеспеченных фосфором почвах перед переходом на метод прямого посева [46].

Исследования динамики объемной массы почв различного генезиса и влияния ее на рост, развитие и урожай полевых культур позволили определить параметры равновесных и оптимальных ее показателей (табл. 2).

Сопоставление величин равновесной и оптимальной для растений объемной массы почвы показывает, насколько можно сократить число и глубину механических обработок на слабозасоренных почвах или при использовании гербицидов.

Равновесная и оптимальная для полевых растений объемная масса почвы (г/см³)*

Почва	Механический состав	Объемная масса почвы		
		равновесная	оптимальная для культур	
			зерновых	пропашных
Дерново-подзолистая	Песчаная связная	1,5—1,6	—	1,4—1,5
То же	Супесчаная	1,3—1,4	1,2—1,35	1,1—1,45
» »	Суглинистая	1,35—1,5	1,1—1,3	1,0—1,2
Дерново-карбонатная	»	1,4—1,5	1,1—1,25	1,0—1,2
Дерново-глееватая	»	1,4	1,2—1,4	—
Луговая пойменная	»	1,15—1,20	—	1,0—1,2
Болотная	Степень разложения торфа 35—40%	0,17—0,18	—	0,23—0,25
Серная лесная	Тяжелосуглинистая	1,4	1,15—1,25	1,0—1,2
Чернозем	Суглинистая	1,0—1,3	1,2—1,3	1,0—1,3
Каштановая	»	1,2—1,45	1,1—1,3	1,0—1,3
Серозем	»	1,5—1,6	—	1,2—1,4

* Обобщенные данные АФИ, Тимирязевской сельскохозяйственной академии, Рязанского и Горьковского сельскохозяйственных институтов, Литовского НИИ земледелия и др.

Чем больше разность между этими величинами, тем интенсивнее должна быть механическая обработка. Некоторые почвы в естественном состоянии достаточно рыхлы, поэтому число обработок не должно превышать безусловно необходимое для возделывания культурных растений.

Верхний предел оптимальной объемной массы почвы для сельскохозяйственных культур или максимально допустимое уплотнение можно определить, исходя из минимально возможной для нормального газообмена скважности аэрации (15%), по следующей формуле [4]:

$$P_{\text{макс}} = \frac{(100 - 15) d}{100 + Wd},$$

где $P_{\text{макс}}$ — верхний предел оптимальной объемной массы, г/см³; d — плотность твердой фазы почвы; W — полевая влагоемкость почвы, % от массы.

При использовании объемной массы почвы в качестве диагностического показателя необходимости ее обработки следует учитывать, что при разном уровне увлажнения на почвах одного и того же типа величина оптимальной плотности не будет одинаковой. Так, в годы с нормальным и недостаточным увлажнением на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве оптимальная объемная масса пахотного слоя для ячменя равнялась 1,2—1,25 г/см³, а при повышенном увлажнении — 1,1—1,2 г/см³. Это связано со сложным воздействием на урожай культур водно-воздушного режима, который может быть оптимальным при разных значениях объемной массы почвы в зависимости от действия метеорологических и других факторов.

В последние годы получены данные, показывающие, что при высокой обеспеченности растений элементами питания уменьшается неблагоприятное влияние высокой объемной массы почвы на урожайность сельскохозяйственных культур. При внесении минеральных удобрений оптимальная объемная масса увеличивалась на 0,1—0,2 г/см³ [27, 26, 40].

Повышенное внимание исследователей только к одному количественному показателю сложения почвы — объемной массе на определенном этапе сыграло положительную роль и подготовило основу для широкой оценки действия и взаимодействия сложения и других факторов

Действие и взаимодействие сложения почвы, ее влажности и удобрений на урожайность ячменя (%) в трехфакторном $3 \times 2 \times 2$ вегетационном опыте, 1977 г.

Сложение почвы в слое ниже семян, фактор А				Влажность почвы, %, фактор В	Удобрения, фактор С	Урожайность, %
объемная масса, г/см ³	общая скважность, %	скважность аэрации при влажности, %				
		15	25			
1,0	61,1	46,1	36,1	15	0	100,0
				25	NPK	127,8
				0	NPK	137,2
1,2	53,4	35,4	23,4	15	0	205,3
				25	NPK	101,1
				0	NPK	128,7
1,4	45,6	24,6	10,6	15	0	130,8
				25	NPK	190,4
				0	NPK	102,1
				25	0	122,3
				25	0	121,3
				NCP ₀₅	NPK	184,0
						12,6%

на плодородие почвы и продуктивность растений. Изучение действия и взаимодействия сложения дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в слое ниже семян, влажности и удобрений на урожай ячменя в трехфакторном $3 \times 2 \times 2$ вегетационном опыте показало, что при слабой обеспеченности растений влагой сложение подсеменного ложа суглинистой почвы в интервале 1,0—1,4 г/см³ не являлось фактором, ограничивающим урожай (табл. 3).

При более высокой обеспеченности растений влагой возрастала роль сложения в регулировании воздушного режима почвы и урожайности ячменя.

По мнению И. Кузнецовой и С. Долгова [13], о возможности отмены или сокращения числа механических обработок свидетельствует содержание в почве водопрочных агрегатов размером больше 0,25 мм. Если оно не ниже 40%, почва длительное время сохраняет устойчивое благоприятное сложение, достигнутое в результате первой же механической обработки. При возделывании пропашных на таких почвах летние культивации для поддержания благоприятного сложения почвы не обязательны. Указанные исследователи рекомендуют использовать характеристики структурного состояния и сложения различных почв в качестве критериев эффективности минимальной обработки.

Содержание O₂ и CO₂ в почвенном воздухе — один из показателей направленности биологических процессов и целесообразности глубоких обработок почвы. При нормальном увлажнении почвы независимо от приемов и систем обработок содержание кислорода в пахотном слое обычно не падает ниже 20%, а углекислого газа не превышает 0,2—0,5%. На пахотных землях даже при весьма благоприятных для продуцирования CO₂ условиях (полив поля, удобренного навозом, высокая температура) содержание его не выше 1—5% всего объема почвенного воздуха. Угнетение растений может наблюдаться при концентрации O₂ в почвенном воздухе ниже 10% и содержании CO₂ выше 5%. Минимальные обработки ряда почв приводят к увеличению плотности сложения пахотного слоя и как следствие — к уменьшению содержания O₂ в нем и возрастанию концентрации CO₂. Однако эти изменения не достигают критических пределов и, как правило, не являются основанием для отказа от минимальной обработки почвы [21, 36].

В Центральном районе Нечерноземной зоны (Московская область) без проведения вспашки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в течение 4—5 лет не создавалось анаэробных условий в нижней части пахотного слоя. Известно, что о возникновении таких условий в почве свидетельствует падение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) ниже 200 мВ. По нашим данным, ОВП в слое почвы 0—15 см на делянках с минимальными обработками (нулевой и поверхностной) был сравнительно высоким даже в экстремально-влажном 1976 г. (рисунок). Это говорит о возможности периодического отказа от вспашки суглинистых почв в специализированных зерновых севооборотах Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР.

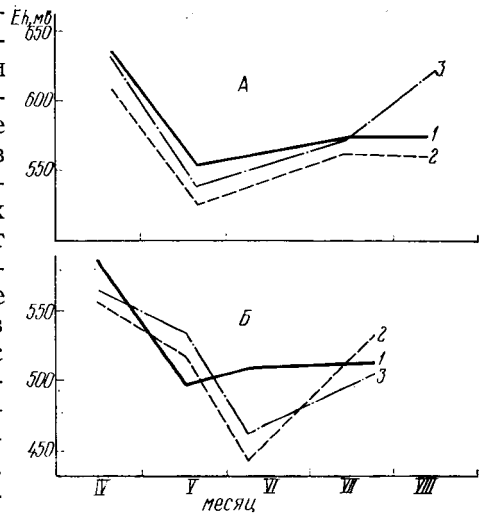
Закономерности процессов накопления и расхода влаги на различных почвах служат одной из основ механических обработок, целесообразность которых определяется, в частности, их ролью в регулировании влагообеспеченности растений.

Минимализация механической обработки почвы в засушливых районах позволяет сохранять и рационально использовать влагу. В степных засушливых и эрозионно-опасных районах особенно высок агротехнический и экономический эффект совмещения технологических операций и приемов как одного из направлений минимальной обработки, а также замены части механических обработок химическими.

Исследованиями Всесоюзного научно-исследовательского института зернового хозяйства (ВНИИЗХ) установлено, что механические обработки пара можно полностью заменить химическими при использовании сочетания дипиридиловых и 2,4-Д гербицидов. Дипиридиловые гербициды позволяют обходиться без механической обработки паров, при этом увеличивается устойчивость почвы к эрозии, улучшается обеспеченность последующей культуры — яровой пшеницы влагой и питательными веществами. Полное исключение механической обработки почвы паров сдерживается из-за недостатка отечественных дипиридиловых гербицидов. При частичной замене механических обработок паров гербицидами (2,4-Д), по данным ВНИИЗХ, Карагандинской, Степношиимской и Северо-Казахстанской опытных станций, выход продукции с 1 га в зернопаровых севооборотах увеличивается на 1—3 ц [9, 11, 12].

На южных карбонатных тяжелосуглинистых черноземах после пара с минимальными обработками (одна плоскорезная обработка и опрыскивание гербицидами) рекомендуется прямой посев второй культуры — яровой пшеницы по не обработанной с осени почве сеялкой-культиватором СЗС-2,1, что приводит к значительной экономии затрат без снижения урожая, а в отдельные годы — при его повышении [7, 8].

Научными учреждениями Поволжья и Урала также установлено, что частичная, а в отдельных районах и полная замена механических обработок чистых паров химическими способствует уменьшению испарения, повышению ветроустойчивости поверхности поля и увеличению урожая озимых зерновых на 2—5 ц/га [14, 28, 29].



Динамика ОВП в 0—15 см слое дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при разных системах ее обработки.

А — озимая пшеница, 1976 г.; Б — ячмень, 1977 г.; 1 — классическая обработка; 2 — нулевая; 3 — поверхностная.

При обосновании применения ранневесеннего боронования зяби важно учитывать особенности механизма испарения влаги из почвы в этот период. Детальное изучение процессов передвижения воды к испаряющей поверхности почвы, проведенное во Всесоюзном научно-исследовательском институте масличных культур, показало, что на выщелоченных сверхмощных легкоглинистых черноземах Кубани капиллярный подток осуществляется только в течение 2—3 первых весенних дней, затрагивая самые верхние слои (0—4 см). В дальнейшем влага теряется вследствие испарения из межагрегатных промежутков. Поэтому на структурных черноземах ранневесенние обработки зяби нецелесообразны [24].

Приемы и системы обработки почвы дифференцируют в зависимости от почвенно-климатических условий, засоренности полей, биологических особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур, противоэрозионной устойчивости почв, метеорологических условий года и др. Например, Сибирским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства установлено, что в годы с сухой осенью, когда в метровом слое черноземной почвы содержится менее 30—40 мм продуктивной влаги, необработанные стерневые фоны предпочтительнее, так как глубокие трещины способствуют хорошей водопроницаемости и накоплению влаги зимних осадков. Более высокий урожай в следующем году получают на не обработанных с осени полях. В годы с дождливой осенью многие черноземы сильно заплывают и уплотняются, водопроницаемость их резко снижается и значительная часть талых вод теряется в виде стока. В такие годы для улучшения водного режима необходимы осенняя плоскорезная обработка на глубину 6—8 см и щелевание [16].

Результаты исследований последних лет свидетельствуют о перспективности фрезерования как приема минимальной обработки почвы. Фрезерные орудия хорошо измельчают растительные остатки, позволяют регулировать степень крошения почвы, снижают уплотнение подпахотных слоев, уменьшают затраты на обработку за счет качественной подготовки почвы к посеву при одном проходе трактора и позволяют обрабатывать тяжелые почвы при более высокой влажности, чем плуг [33, 42]. Опасения, что под действием фрез увеличится распыление почвы, оказались необоснованными: при многократном фрезеровании физически спелой почвы она распыляется немногим больше, чем при обработке орудиями с пассивными рабочими органами [18, 23]. Фрезерованная почва длительное время сохраняет оптимальное сложение, в ней интенсивнее протекают биологические процессы [10, 23]. Но фрезерование переувлажненной почвы не дает эффекта из-за плохой разделки ее и быстрой усадки [18]. Фрезерная обработка почвы в междурядьях пропашных культур позволяет хорошо раскрошить обрабатываемый слой, а также добиться полного уничтожения сорняков [42].

На суглинистых некаменистых почвах Нечерноземной зоны предпосадочное фрезерование позволяет за один проход трактора добиться хорошего крошения обрабатываемого слоя, тщательного перемешивания удобрений и почвы и повысить урожайность пропашных культур (картофеля, кукурузы на силос, свеклы) на 10—15%.

При роторной мелкой обработке суглинистых почв повышается полевая всхожесть зерновых культур, ускоряется появление всходов, улучшаются рост и развитие растений и обеспечиваются средние прибавки урожая озимой пшеницы до 2,6 ц/га, ячменя — до 3,3 ц/га. Засоренность посевов, возрастающая в результате провоцирующего действия фрезерной обработки на семена сорняков, устраняется гербицидами [5].

Минимальная обработка прогрессивна также и в том плане, что позволяет снизить потери гумуса [15] и оптимизировать деятельность микроорганизмов почвы [17].

При решении теоретических и практических вопросов обработки учитывают степень вертикальной и горизонтальной гетерогенности почв, возникающей в результате уплотнения тракторами и сельскохозяйственными машинами, особенности распространения корневых систем растений при образовании плужной подошвы, изменения физических показателей почвы под действием различных факторов (климатических, биологических и др.), распределение и накопление питательных веществ, устойчивость обработанного слоя почвы к эрозии и др. [34].

Уменьшить уплотнение почвы и разрушение структуры тракторами и машинами можно, контролируя движение агрегатов, для чего устанавливают постоянные колеи, используют широкозахватные агрегаты, периодически меняют глубину вспашки, рыхлят подпахотный слой и применяют минимальную обработку, совмещая операции [2, 20, 41, 45].

Логическим продолжением минимализации обработки почвы является прямой посев (нулевая обработка), при котором растительный покров уничтожают гербицидами сплошного действия и производят посев специальными сеялками без предварительной механической обработки поля.

Целесообразность и эффективность прямого посева определяются биологическими особенностями сельскохозяйственных культур, почвенными и климатическими условиями. Культуры, у которых используется надземная часть, более пригодны для прямого посева. Эффективность прямого посева бывает низкой на каменистых, неоднородных по механическому составу почвах, бесструктурных, склонных к образованию корки, твердых, с плохой фильтрационной способностью, плотных, слабо дренированных и малопродуктивных [47].

Прямой посев особенно эффективен в засушливых районах как прием, позволяющий сохранить почвенную влагу благодаря мульчирующему действию растительных остатков на поверхности поля [31]. Но в районах с достаточным увлажнением наличие растительных остатков может приводить к сильному поражению злаковых культур септориозом, псевдоцеркоспореллезом, ринхоспориозом [37].

В настоящее время разработаны научные основы и определена агроэкономическая целесообразность внедрения отдельных приемов минимальной обработки почвы во всех зонах СССР. Основная задача дальнейших исследований — обоснование и разработка систем минимальной обработки в комплексе с взаимосвязанными мероприятиями по внесению органических и минеральных удобрений и защите растений от болезней, вредителей и сорняков. При этом необходим сугубо зональный подход с учетом почвенно-климатических условий, биологических требований культур, специализации севооборотов, уровня интенсификации и культуры земледелия, а также конкретных метеорологических особенностей года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимова Л. Дифференциация пахотного слоя почвы по плодородию и активности биологических процессов и ее практическое значение. В кн.: Окультуривание почв нечерноземной зоны в условиях ускоренной интенсификации сельского хозяйства. Л., «Колос», 1977, с. 45—46.
2. Белов Г. Д., Подолько А. П. Уплотнение почвы тракторами и урожай. «Земледелие», 1977, № 9, с. 46—47.
3. Витер А. Ф. Обработка почвы в сочетании с применением удобрений в условиях Центрально-черноземной зоны. Автореф. докт. дис. Воронеж, 1975.
4. Долгов С. И., Модина С. А. О некоторых закономерностях зависимости урожайности сельскохозяйственных культур. В кн.: Теоретические вопросы обработки почвы. Л., Гидрометеоиздат, 1969, с. 54—71.
5. Доспехов Б. А., Васильев И. П., Маймусов В. Н., Верещак М. В. Фрезерная обработка почвы и эффективность удобрений. «Изв. ТСХА», 1974, вып. 5, с. 25—32.
6. Дроговоз С. Плодородие почвы при отвальной и почвозащитной обработках. В кн.: Научные основы севооборотов и обработки почвы в Восточной Сибири. Иркутск, 1975, с. 89—95.
7. Жердева С. В. Возможности сокращения обработок почвы под вторую и третью пшеницу после пара на южных карбонатных черноземах Целиноградской области. Авто-

реф. канд. дис. Целиноград, 1977. — 8. Жердева С., Колмаков П., Нестеренко А. Предпосевная обработка почвы на фонах с минимальным количеством основных механических обработок. Вопросы почвозащитного земледелия (науч.-техн. бюл. ВНИИЗХ). Целиноград, 1974, вып. 1, с. 57—62. — 9. Иванов В., Машенцев Н. Система минимальных обработок почвы в четырехпольном зернопаровом севообороте. Сб. науч. трудов Северо-Казахстан. с.-х. опытной станции. Алма-Ата, 1977, т. 7, с. 152—156. — 10. Козлова Л. Д., Ревут И. Б. Биологическая активность и плодородие почвы при различных приемах ее обработки. В кн.: Теорет. вопр. обработки почв. Л., Гидрометеиздат, 1972, вып. 3, с. 155—161. — 11. Колмаков П., Нестеренко А. Минимализация почвозащитной обработки. «Земледелие», 1974, № 7, с. 22—26. — 12. Колмаков П., Чабанов Н. Сокращение обработок в пару. «Земледелие», 1976, № 3, с. 42—44. — 13. Кузнецова Н., Долгов С. Физические свойства почвы, определяющие эффективность минимальных обработок. «Земледелие», 1975, № 6, с. 26—28. — 14. Латыпов А. Ш., Ханов Н. Ш. Эффективность сочетания механических и химических обработок черного пара. Тезисы докл. Всесоюз. науч.-техн. семинара «Внедрение приемов минимальной обработки почвы». М., МСХ СССР, 1978, с. 122—125. — 15. Лыков А. М. Страж плодородия. М., «Московский рабочий», 1976. — 16. Милащенко Н. З. Перспективы минимальной обработки. «Земледелие», 1977, № 1, с. 45—47. — 17. Муромцев Г. С. Микробиология в сельском хозяйстве. М., «Знание», 1975. — 18. Наумов С. А. Пути совершенствования обработки дерново-подзолистых и серных лесных почв. «Земледелие», 1977, № 9, с. 39—42. — 19. Почвозащитное земледелие. Под общ. ред. А. И. Бараева. М., «Колос», 1975, с. 268—269. — 20. Рабочев И. С. и др. Уплотнение почвы ходовыми системами машин. «Земледелие», 1978, № 5, с. 74—77. — 21. Ревут И. Б. Физика почв. Л., «Колос», 1964, с. 171—177. — 22. Ревут И. Б. Научные основы минимальной обработки почвы. «Земледелие», 1970, № 2, с. 17—23. — 23. Ревут И. Б. Новое в науке о механической обработке почвы. В кн.: Теорет. вопр. обработки почв. Л., Гидрометеиздат, 1972, вып. 3, с. 5—10. — 24. Семихненко П. Г., Кондратьев В. И. Особенности движения влаги в выщелоченных черноземах Кубани. В кн.: Теорет. вопр. обработки почв. Л., Гидрометеиздат, 1972, вып. 3, с. 162—168. — 25. Тинджю-

лис А. Теоретические и практические вопросы обработки почвы в Литовской ССР. Автореф. докт. дис. Каунас, 1971. — 26. Тодоров Ф., Стойнев К. «Почвоведение и агрохимия», 1975, ч. 10, № 5, с. 132—139. — 27. Ушкаренко В. А. Теоретическое обоснование и агротехнические условия интенсивного использования орошаемых каштановых почв юга УССР. Автореф. докт. дис. Кишинев, 1976. — 28. Чернышов В. А. Обработка почвы в нечерноземной полосе. М., Россельхозиздат, 1971. — 29. Чуданов И. А. Вопросы минимализации в обработке почв Среднего Заволжья. Тезисы докл. Всесоюз. науч.-техн. семинара «Внедрение приемов минимальной обработки почвы». М., МСХ СССР, 1978, с. 32—36. — 30. Шульмейстер К. Г., Буянкин В. И., Кучеров В. С. Сокращение обработок в пару. «Земледелие», 1976, № 3, с. 32—33. — 31. Allen R. R., Stewart B. A., Unger P. W. "J. of Soil and Water Conservation", 1977, vol. 32, N 2, p. 84—87. — 32. Baumeier K. "Landwirtschaftliche Zeitschrift Rheinland", 1976, Bd 143, N 7, S. 318. — 321. — 33. Czeratzki W. "Landwirtschaftliche Zeitschrift Rheinland", 1975, Bd 142, N 34, S. 1638—1640. — 34. Dal-leinne E. Etudes (CNEEMA), 1977, N 428, p. 1—63. — 35. Fleige H., Baumeier K. "Agro-Ecosystems", 1974, vol. 1, N 1, p. 19—29. — 36. Greilich J. Klimanek E. "Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde", 1976, Bd 20, H. 3, S. 177—186. — 37. Jarham D. I. "Outlook on Agriculture", 1975, vol. 8, N special, p. 245—247. — 38. Kahnt G. "DLG-Mitteilungen", 1977, Bd 92, H. 15, S. 836—838. — 39. Krabbe H. "Tidsskrift for Landokonomi", 1974, arg. 161, N 2, S. 115—154. — 40. Kreičič I., Petříčková N. "Rostlinna vyroba", 1973, r. 19, c. 11, S. 1167—1177. — 41. Robertson L. S., Erickson A. E., Christenson D. R. "Research Report. Michigan State University", 1975, N 294, p. 1—8. — 42. Rotary hoes for broadacres. "Power farming magazine", 1975, vol. 84, N 6, p. 14—15. — 43. Russell R. S., Cannel R. O., Goss M. J. "Outlook on Agriculture", 1975, vol. 8, N special, p. 227—232. — 44. Sandor S. Jubileumi tudományos ülésszak. Karcag, 1973, p. 83—94. — 45. Sommer C. "Grundlagen der Landtechnik", 1976, Bd 26, H. 1, S. 14—23. — 46. Vitosh M., Warncke D. Michigan state University, 1976, Extension bulletin E-905, p. 1—2. — 47. Wilkinson B. "Outlook on Agriculture", 1975, vol. 8, N special, p. 233—235.

Статья поступила 20 октября 1978 г.

SUMMARY

Regularities of variations in soil properties, regimes and fertility under the effect of man's production activity and climatic factors which are used as theoretic grounds of minimum tillage have been discussed. Some diagnostic factors of advisability and efficiency of practices and systems of minimum soil tillage are presented. A conclusion is made that in basing and developing the systems of minimum tillage it is necessary to take into consideration soil and climatic conditions of the zone in question, biologic requirements of the crops, specialization of crop rotations, the level of intensification and farming efficiency, as well as concrete meteorologic peculiarities of the year.