

УДК 631.51:633.85:581.111

**ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА
ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ
ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ
РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТЕ
С МАСЛИЧНЫМИ КУЛЬТУРАМИ**

А.С. Бушнев,

кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. Филатова, д. 17,

Тел.: (861) 275-85-03, факс (861) 254-27-80

E-mail: vniimk-agro@mail.ru

Ключевые слова: водный режим почвы,
продуктивные запасы влаги, основная об-

работка почвы, отвальная вспашка, минимальная обработка, поверхностная обработка, влажность почвы, стационарный опыт, севооборот, масличные культуры

В 1971–2012 гг. в стационарном опыте ВНИИМК в четырех ротациях десятипольного зернопропашного севооборота изучался водный режим чернозема выщелоченного в зависимости от системы основной обработки почвы (интенсивная, разнотрубная, минимальная и поверхностная) в севообороте с масличными культурами подсолнечник, клещевина, соя, рапс озимый и яровой. В результате 40-летнего применения различных систем основной обработки почвы в условиях неустойчивого увлажнения в зернопропашном севообороте с масличными культурами существенного изменения водного режима не произошло, за исключением роста годового количества осадков и перераспределения их большего количества на осенне-зимний период на фоне сохраняющейся тенденции повышения среднесуточной температуры воздуха. В связи с этим возрастает роль обработок почвы, имеющих положительное воздействие как на приходную, так и на расходную часть водного баланса. В первой ротации было отмечено, что способы лущения при небольших различиях в глубине оказывали заметное влияние на водопроницаемость почвы: лемешное лущение на 12–14 см снижало впитывание влаги почвой на 23 %, а дисковое на 8–10 см – на 44 % по сравнению с глубокой вспашкой, поэтому весенние запасы влаги при поверхностных обработках были несколько ниже, чем по вспашке. Данная закономерность прослеживалась на протяжении четырех ротаций севооборота. Систематическая отвальная и безотвальная обработки почвы в севообороте с масличными культурами обеспечивают более эффективное накопление атмосферных осадков за осенне-зимний период и могут рассматриваться как ключевой прием зональной агротехники на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья.

UDC 631.51:633.85:581.111

A water regime of leached chernozem in long-term application of different systems of main soil treatment in crop rotation with oil crops.

Bushnev A.S., candidate of agriculture

FGBNU VNIIMK

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
Tel.: (861) 275-85-03, fax: (861) 254-27-80
vniimk-agro@mail.ru

Key words: soil water regime, productive stocks of moisture, main soil treatment, ploughing, minimal soil treatment, surface

soil treatment, soil moisture, stationary experiment, crop rotation, oil crops

A water regime of leached chernozem was studied depending on systems of primary soil treatment (intensive, plowing in different depths, minimal and surface) in crop rotation with oil crops (sunflower, castor, soybean, winter and spring rapeseed) in VNIIMK stationary trial in four rotations of ten-field rotation with cereal and tilled crops in 1971–2012. A forty-year application of different systems of primary soil treatment in environments with unstable moistening in rotation with oil crops did not influence significantly on changes of the water regime. But there were noted an increase of annual amount of precipitations and a redistributions of its most part on autumn and winter seasons, along with a tendency of an increase of average daily air temperature. Thus, the role of soil treatment with a positive impact both on input and output of water in soil is rising. The first rotation showed that methods of minimal treatment, less differed with depth, effected significantly on water permeability of soil. A plough treatment on 12–14 cm decreased moisture absorption by soil up to 23 %, and a disk treatment on 8–10 cm reduced it up to 44 % in comparison with deep plowing; therefore deposits of moisture in spring were a little bit lower at surface treatments than at plowing. The regular moldboard and subsurface plowings in rotation with oil crops provide more productive accumulation of precipitations in autumn and winter in agrophytocoenoses and can be considered as a key method of zonal agricultural practices on leached chernozem of the Western Ciscaucasia.

Непосредственное влияние на рост и развитие растений оказывают многие показатели плодородия почвы, важнейшим из которых является влагообеспеченность. Степень увлажнения почвы определяет пищевой, воздушный, тепловой режимы и все биологические процессы, происходящие в почве. Водный режим определяется как совокупность всех источников поступления влаги, ее передвижения и расходования из почвы. Одной из ключевых задач земледелия является поиск путей оптимизации водного режима почвы, использование тех агротехнических приемов, которые снижают продуктивные потери влаги, способствуют ее накоплению и сохранению за счет осадков осенне-зимнего и весеннего периодов. Большая роль в регулировании водного режима отводится предшественникам и системам основной обработки почвы.

Основная обработка почвы оказывает непосредственное влияние на изменение ее структуры, плотности и характер поверхности, воздействует на инфильтрацию и испарение влаги [27].

Вопросы зависимости водного режима от систем обработки почвы широко изучены и освещены в научной литературе, однако различные взгляды авторов на эффективность приемов основной обработки почвы обусловлены различиями агроклиматических условий. По мнению большинства авторов, причины неодинакового влагосберегающего эффекта обработок зависят в большей степени от физического состояния почвы, ее сложности и влажности.

По мнению Перфильева и Вьюшеной [20], эффективность накопления и сохранения осадков во многом определяет обработка почвы, а состояние увлажнения почвы влияет на ее крошение, выравнивание поля при обработке. Авторы на темно-серой лесной почве в условиях Северного Зауралья установили, что влагонакопительная эффективность обработки определялась условиями увлажнения почвы перед обработкой и выпадением осенне-зимних осадков. Так, при низких запасах продуктивной влаги (50–60 мм, или 33–40 % от НВ) в метровом слое почвы перед ее обработкой и при хорошем осенне-зимнем увлажнении лучшие условия для аккумуляции и сохранения осадков обеспечиваются обработкой почвы без оборота пласта с использованием стоков СибИМЭ. Запасы влаги в метровом слое при этом, по сравнению с вариантом вспашки, увеличивались на 15,4–20,3 мм. При высоких же запасах продуктивной влаги (140–190 мм, 93 % от НВ и более) и хорошем осенне-зимнем увлажнении (150 % к среднеголетнему) лучшие условия для накопления и сохранения влаги обеспечивает отвальная система основной обработки почвы. Запасы влаги здесь были выше на 7,7–23,4 мм по сравнению с обработкой без оборота пласта. А в условиях с удовлетворительными запасами продуктивной влаги в метровом

слое (80–120 мм, 54–81 % от НВ) и удовлетворительного осенне-зимнего увлажнения глубокая и мелкая безотвальная обработка почвы обеспечивали культурные растения влагой на уровне с вариантом вспашки.

В стационарном опыте КубГАУ (г. Краснодар) на черноземе выщелоченном изучение влияния различных систем основной обработки почвы (безотвальной, отвальной с периодическим глубоким рыхлением и рекомендуемой – сочетание отвальной и безотвальной обработок) показало, что они не оказывали существенного влияния на накопление влаги в почве за осенне-зимне-весенний период влагонакопления. Вторая важная закономерность, которую здесь удалось выявить, – системы основной обработки почвы не оказывали существенного влияния на величину влажности и запасов продуктивной влаги к концу периода влагонакопления. В среднем за 6 лет при безотвальной обработке влажность в 2-метровом слое почвы составила 23,0 %, а продуктивной влаги было 213 мм, при рекомендуемой – 23,5 % и 219 мм, а при отвальной с периодически глубоким рыхлением – 23,7 % и 224 мм [1].

В многолетнем стационарном опыте в зернопропашном севообороте на черноземе обыкновенном тяжелосуглинистом Куцевского района Краснодарского края наблюдения показали, что водный режим почвы не зависел от приемов основной обработки почвы. Доступной влаги в слое 0–200 см содержалось: по отвальной вспашке – 216,0 мм, по осенней нулевой – 210,6 мм и по минимальной основной обработке – 213,5 мм, а в метровом слое почвы накапливалось доступной влаги 133,8; 130,3 и 131,1 мм соответственно. Перед уборкой по энергосберегающим обработкам почвы в слое 0–100 см содержалось доступной влаги на 1,4–1,5 мм, или на 14–15 м³/га больше, чем в варианте с отвальной вспашкой [24].

Аналогичные результаты были получены Новиковым [19] в многолетнем ста-

ционарном опыте при изучении систем основной обработки почвы: отвальной на глубину 20–22 см, отвальной на 30–32 см, поверхностной (на 10–12 см) и плоскорезной (на 20–22 см) на темно-серой лесной среднесуглинистой почве Центрального Черноземья. Автор отмечает, что накопление запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом культур и к уборке слабо зависело от способов обработки почвы. К моменту посева культур, при всех способах обработки почвы, содержание продуктивной влаги составляло от 217 до 240 мм, а к уборке оно снижалось до 145–175 мм. Наблюдавшиеся различия в пределах 25–30 мм влаги обуславливаются разными сроками определения влажности почвы в зависимости от срока посева и уборки культур.

Гребенникова и Чуманова [11], проведя исследования в Кемеровской области на черноземе выщелоченном среднемощном тяжелосуглинистом, где в полевом севообороте изучались три варианта систем основной обработки почвы, установили, что запасы продуктивной влаги в метровом слое при минимальной (предпосевное лущение) и нулевой (прямой посев) системах обработки были выше на 15 мм, чем при зональной (плоскорезная обработка на глубину 20–22 см) за счет увеличения плотности почвы со слоя 40–100 см.

Дорожко и Бородин [13], изучив характер влияния приемов основной обработки почвы (классической, поверхностной и прямого посева) на динамику продуктивной влаги и на урожайность полевых культур в зернопропашном севообороте на черноземе южном тяжелосуглинистом во второй агроклиматической зоне Ставропольского края, отметили, что влагообеспеченность посевов озимой пшеницы и подсолнечника за вегетацию в этой засушливой зоне является одним из главных факторов в формировании величины урожая. Авторы заключают, что приемы основной обработки почвы должны обеспечивать сохранение пожнивных остатков на поверхности почвы, что оказывает положительное

влияние на ее влагообеспеченность и урожайность культур, а также будут способствовать защите почвы от эрозии и дефляции.

Давыдова и Сухарев [12] на черноземе выщелоченном среднесуглинистом Центрального Черноземья установили, что наиболее высокие запасы влаги в метровом и полуметровом слоях почвы отмечены в варианте, где применялась вспашка (на 20–22 см) в сочетании с глубоким рыхлением (на 50–52 см), а наименьшие влагозапасы наблюдались в варианте с поверхностной обработкой (на 8–10 см) почвы. Аналогичные данные были получены Москвичевым и др. [18] на южных черноземах степной зоны Волгоградской области. Здесь наибольшее количество запасов влаги в почве отмечено по всем изучаемым вариантам обработки почвы на фоне разуплотнения плугом-глубокорыхлителем (на 60 см) на 5–6 %.

Коноплин и Рзаева [14] отмечают, что в южной лесостепи Тюменской области на черноземе выщелоченном чередование способов и глубины основной обработки почвы под разные культуры севооборота положительно сказывались на накоплении и сохранении влаги.

Перфильев и Вьюшина [20] установили, что длительное использование ежегодных и преимущественно мелких обработок в системе основной обработки тяжелосуглинистой темно-серой лесной почвы Северного Зауралья ведет к ухудшению условий ее водопроницаемости, усвоения осенне-зимних осадков, снижению запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы.

Цветков [22], проведя исследования в условиях Приобья Алтая на черноземе выщелоченном среднемощном среднесуглинистом в пятипольном зернопаровом севообороте с использованием орудий основной обработки почвы КПГ-250, КПШ-5 и ЛДГ-10, установил, что влагонакопление под возделываемые культуры в большей мере зависело от погодных условий года и в меньшей – от предшественника и приема основной об

работки почвы, причем предшественник играл несколько большую влагонакопительную роль, чем приемы основной обработки почвы.

Шакиров и Гилаев [23] правомерно отмечают, что улучшение агрофизических свойств пахотного слоя серой лесной почвы Республики Татарстан способствовало большему накоплению и сохранению почвенной влаги.

Несмотря на многочисленные научные работы, посвященные изучению водного режима почвы, всесторонняя оценка влияния систем обработки почвы на этот показатель возможна лишь в длительных исследованиях. В связи с этим целью нашей работы являлось изучение влияния различных систем основной обработки почвы в специализированном зернопропашном севообороте с масличными культурами на водный режим чернозема выщелоченного в условиях Западного Предкавказья.

Материалы и методы. В работе приводятся результаты исследований, проведенных в длительном стационарном полевом опыте ВНИИМК на черноземе выщелоченном слабогумусном сверхмощном тяжелосуглинистом в период с 1971 по 2012 гг.

Перед закладкой опыта содержание гумуса в пахотном слое колебалось от 3,8 до 4,6 %, гидролизуемого азота – 3,6–3,9 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Чирикову) – 15–41, обменного калия (по Масловой) – 23–38 мг/100 г почвы, рН (водной) 7,0–7,2 [21; 25].

В предшествующий закладке опытов период на участках в течение четырех лет почву под озимые культуры обрабатывали на 8–10 см, под пропашные – на 20–22 см. Схема опыта с 1971 по 2004 гг. включала пять вариантов основной обработки почвы: 1) отвальную вспашку на глубину 30–32 см под пропашные культуры и 20–22 см под озимую пшеницу (интенсивная обработка); 2) отвальная вспашка на 20–22 см под пропашные

культуры и лущение дисковыми боронами на глубину 8–10 см под озимую пшеницу (разноглубинная обработка); 3) обработка почвы корпусным лущильником на глубину 12–14 см под пропашные культуры и дисковая обработка на 8–10 см под озимую пшеницу (минимальная обработка); 4) то же, но без внесения гербицидов (минимальная обработка без гербицидов); 5) дисковое лущение на 8–10 см под все культуры (поверхностная обработка).

Культуры в севообороте чередовались в следующей последовательности: подсолнечник – озимая пшеница – клещевина – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница – соя – озимая пшеница – многолетние травы 2 года – озимая пшеница (опыт был заложен и проведен в первой ротации П.Н. Ярославской). Во второй и последующих ротациях из севооборота исключили поля сахарной свеклы и многолетних трав. Кукуруза на силос была добавлена во второй ротации, а в третьей и четвертой – исключена. В четвертой ротации в севооборот были включены рапс озимый и яровой. Изучение проводили при 4-кратной повторности культур во времени в первой ротации и 3-кратной – в последующих ротациях, и 4-кратной повторности в пространстве при систематическом размещении делянок. Площадь делянок 672 м². Минеральные удобрения вносили под масличные культуры и кукурузу из расчета N₄₀P₆₀, под сахарную свеклу – N₉₀P₉₀K₉₀, под озимую пшеницу – N₁₀₀P₆₀K₄₀ [2; 3; 6; 15–17; 25].

С 2005 г. нами была проведена корректировка схемы опыта. В 2005–2007 гг. модернизированная схема включала следующие способы основной обработки почвы под сою в севообороте: 1) отвальная вспашка на 20–22 см; 2) глубокое безотвальное рыхление на 25–27 см; 3) лущение дискатором на 10–12 см (мелкая безотвальная обработка); 4) лемешная обработка на 12–14 см (мелкая отвальная обработка); 5) дисковое лущение на 6–8 см (поверхност

ная обработка). Основная обработка почвы под рапс озимый в 2007–2009 гг. состояла из 2-кратного лущения стерни на глубину 6–8 см вслед за уборкой предшественника и далее вспашки с последующим дискованием или дискования согласно схеме опыта. Основная обработка почвы под рапс яровой в 2009–2011 гг. состояла из 2-кратного лущения стерни на глубину 6–8 см вслед за уборкой предшественника и далее вспашки или дискования согласно схеме опыта. Под озимую пшеницу применяли дисковую обработку (на глубину 6–8 см) во всех вариантах опыта.

Закладку и проведение опытов, отбор почвенных образцов, анализы и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам.

Результаты и обсуждение. По многолетним данным метеостанции «Круглик», годовая сумма осадков 643 мм, около половины из них приходится на холодный период года. Среднегодовая температура воздуха +10,8 °С, а длина безморозного периода 190 дней. Основные элементы погоды за период исследований представлены в таблицах 1 и 2.

Ежегодное количество осадков в годы проведения исследований значительно колебалось относительно средней многолетней нормы. Так, в первую и вторую ротации севооборота осадков в период влагонакопления (X–III месяцы) выпадало на уровне среднегодовой нормы – 338,4 и 342,7 мм соответственно, а в третью и четвертую ротации их было на 49,9 и 78,5 мм больше. То есть в последние годы сохраняется тенденция увеличения количества осадков в период октябрь – март. Напротив, осадки вегетационного периода (апрель – сентябрь) в первые три ротации значительно превосходили средне-многолетнюю норму – на 23,3–68,3 мм, а в четвертой ротации они практически сравнялись со средней многолетней нормой.

В целом за четыре ротации (1971–2012 гг.) произошло увеличение среднегодового

количества осадков на 11,3 %, при этом за период октябрь – март их стало выпадать на 45 мм больше, а период апрель – сентябрь – на 30,3 мм. Распределение по периодам в основном сохранилось, однако доля осадков вегетационного периода сократилась с 49,5 до 48,7 %. Причем основное сокращение поступления влаги в этот период отмечено только в четвертой ротации (44,5 %), а в предшествующие, напротив, – только увеличение (49,9–50,5 %). Связано это, прежде всего, с устоявшейся ежегодной тенденцией сокращения осадков во второй половине лета.

Температурный режим в годы проведения исследований также имел значительные различия. Среднесуточная температура в период октябрь – март по мере прохождения ротаций увеличилась от +0,5 до +2,1 °С, и в среднем за четыре ротации в этот период года увеличение произошло на +1,2 °С. В течение первой и второй ротаций севооборота увеличение среднесуточной температуры в вегетационный период было на одном уровне – +0,4 °С, в третьей ротации разница составила +0,7 °С, а в четвертой – уже +1,8 °С. В среднем за четыре ротации увеличение температуры в этот период составило на +0,9 °С.

Таким образом, на протяжении четырех ротаций севооборота происходило ежегодное изменение погодных условий в сторону увеличения среднесуточной температуры воздуха и годового количества осадков.

В последние годы значительно возросла как интенсивность нарастания, так и изменчивость температур, особенно в теплый период, за счет увеличения дней с экстремально высокими температурами. Потепление климата сопровождается увеличением годового количества осадков, которое составило за период 1971–2012 гг. в среднем +40,5 мм, при этом отмечается сокращение осадков теплого периода на 33,7 мм. В связи с этим происходящие изменения температурного режима на фоне увеличения осадков весьма благоприятны для возделывания озимой пшеницы. Более длительный и теплый период осенней ве-

Таблица 1

Сумма осадков (мм) в годы проведения исследований по данным метеостанции «Круглик», г. Краснодар

Ротация севооборота (годы)	Год	Периоды года, месяцы								Сумма за год
		X-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	
Среднегодовья		325	48	57	67	60	48	38	318	643
I (1971-1981 гг.)	1971	412,3	10,5	56,2	68,9	48,0	104,2	15,3	303,1	618,0
	1972	247,1	57,0	77,1	32,5	150,5	72,5	106,9	496,5	755,7
	1973	234,8	42,7	53,2	89,4	20,4	19,5	25,0	250,2	607,0
	1974	360,4	55,8	73,3	66,3	71,8	57,4	55,6	380,2	690,3
	1975	449,6	148,4	20,6	87,3	18,1	40,1	25,2	339,7	716,4
	1976	333,2	25,2	63,7	74,0	42,9	10,0	43,0	258,8	642,2
	1977	379,6	60,2	28,4	71,6	140,2	71,5	81,9	453,8	722,0
	1978	294,3	69,0	51,9	68,0	2,6	63,0	58,9	313,4	643,3
	1979	283,6	50,2	50,3	4,9	118,6	23,4	34,6	282,0	601,0
	1980	281,7	89,4	105,3	44,3	52,1	4,5	85,0	380,6	738,1
1981	445,8	82,5	52,2	60,4	47,2	5,0	48,6	295,9	694,1	
В среднем за I ротацию		338,4	62,8	57,5	60,7	64,8	42,8	52,7	341,3	675,3
II (1979-1991 гг.)	1982	346,7	39,3	30,4	59,0	59,8	19,8	41,6	249,9	464,2
	1983	309,3	37,3	44,4	25,3	120,0	77,3	8,0	312,3	716,0
	1984	258,7	73,7	44,2	24,5	33,4	120,6	5,5	301,9	576,1
	1985	405,4	39,7	48,6	81,6	19,8	4,4	52,4	246,5	606,2
	1986	343,9	46,5	157,5	68,0	6,3	1,0	38,5	317,8	711,9
	1987	404,2	81,1	45,0	131,2	70,2	25,8	41,6	394,9	798,5
	1988	356,1	34,0	110,5	307,4	52,5	46,7	28,5	579,6	1027,1
	1989	389,7	14,8	109,2	81,4	85,4	39,0	46,5	376,3	645,2
	1990	278,3	44,7	106,2	48,8	14,2	44,4	64,7	323,0	607,7
	1991	352,3	43,7	113,2	79,8	40,8	71,6	74,9	424,0	734,6
В среднем за II ротацию		342,7	52,1	78,2	78,2	55,4	37,2	43,9	345,0	686,2
III (1990-2001 гг.)	1992	286,5	81,4	77,8	103,6	150,7	10,5	74,6	498,6	877,9
	1993	342,6	56,2	63,7	66,8	56,0	23,7	41,7	308,1	539,9
	1994	312,5	66,5	51,3	39,0	13,2	38,0	29,3	237,3	577,0
	1995	334,3	67,3	85,4	138,2	60,4	47,2	50,5	449,0	935,0
	1996	427,5	84,3	94,8	73,1	0,1	108,9	85,9	447,1	842,0
	1997	393,2	82,5	64,0	48,3	170,5	116,6	43,2	525,1	978,7
	1998	564,6	51,7	81,9	126,0	21,7	2,8	52,9	337,0	854,4
	1999	465,1	19,7	72,1	118,2	48,1	133,2	18,6	409,9	831,2
	2000	475,8	37,1	61,2	137,7	15,5	69,1	20,3	340,9	638,1
	2001	265,9	60,9	143,7	5,9	9,5	37,5	77,8	335,3	864,0
В среднем за III ротацию		374,9	58,0	84,6	82,1	50,1	58,6	52,9	386,3	773,4
IV (2000-2012 гг.)	2002	521,6	32,6	27,6	158,0	107,3	93,6	58,7	477,8	842,6
	2003	296,8	47,8	0,1	13,9	71,7	30,9	101,2	265,6	641,3
	2004	473,0	33,7	27,7	177,6	72,0	68,4	6,3	385,7	819,6
	2005	435,6	50,8	67,6	58,4	67,7	27,5	48,9	320,9	781,2
	2006	415,0	40,7	54,0	72,5	125,3	8,6	27,9	329,0	701,6
	2007	392,6	28,3	19,2	36,2	4,1	32,8	48,9	169,5	610,9
	2008	356,1	55,1	68,5	51,8	46,7	1,0	76,6	299,7	546,5
	2009	349,2	19,4	92,6	56,9	80,4	11,5	42,1	302,9	723,8
	2010	482,9	85,2	25,3	93,4	18,8	22,4	17,6	262,7	765,8
	2011	457,5	137,7	107,2	53,5	3,1	80,6	22,0	404,1	796,7
	2012	323,3	40,6	74,3	14,8	83,4	3,5	27,3	243,9	573,6
В среднем за IV ротацию		403,5	51,5	59,2	71,6	54,3	37,5	44,3	318,3	715,8
В среднем за I-IV ротации		370,0	55,4	66,7	76,6	58,1	45,0	46,5	348,3	715,7

Таблица 2

Среднесуточная температура воздуха (°С) в годы проведения исследований по данным метеостанции «Круглик», г. Краснодар

Ротация севооборота (годы)	Год	Периоды года, месяцы								Средняя за год
		X-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	
Среднемноголетняя		3,2	10,9	16,8	20,4	23,2	22,7	17,3	18,6	10,8
I (1971-1981 гг.)	1971	1,1	11,1	17,6	20,4	24,6	23,4	20,4	19,6	12,1
	1972	4,7	14,9	17,6	23,6	24,4	24,5	17,4	20,4	11,0
	1973	3,8	12,6	16,9	19,4	22,7	20,7	15,0	17,9	11,1
	1974	3,9	9,3	16,3	20,7	22,0	21,9	17,7	18,0	11,3
	1975	3,7	15,3	18,6	23,9	24,4	22,7	19,0	20,7	12,0
	1976	3,7	13,5	15,5	19,4	21,4	21,9	17,0	18,1	10,1
	1977	3,8	13,1	17,3	20,7	22,3	22,3	16,4	18,7	11,1
	1978	3,9	11,0	15,7	19,5	23,3	20,4	18,1	18,0	11,0
	1979	3,0	11,1	20,3	22,5	22,1	24,4	18,7	19,9	12,3
	1980	5,3	10,7	16,1	20,5	24,3	21,9	16,2	18,3	11,3
1981	3,8	9,5	15,0	23,0	24,9	23,2	19,2	19,1	13,0	
В среднем за I ротацию		3,7	12,0	17,0	21,2	23,3	22,5	17,7	19,0	11,5
II (1979-1991 гг.)	1982	6,4	14,1	18,9	20,1	23,8	21,2	18,5	18,7	10,7
	1983	4,6	10,7	18,4	20,5	22,8	19,5	19,4	19,4	11,8
	1984	1,4	11,9	19,5	19,9	20,9	25,3	16,1	18,6	11,5
	1985	4,0	14,6	15,4	21,2	23,7	25,1	18,3	18,9	10,3
	1986	2,9	8,7	16,7	20,1	23,2	20,7	16,3	19,7	11,7
	1987	3,2	12,2	15,9	20,7	25,0	22,8	17,7	17,6	10,1
	1988	5,1	14,9	16,2	21,0	22,5	24,2	18,1	19,1	11,3
	1989	5,0	12,4	16,0	20,2	24,6	21,8	17,7	19,5	12,6
	1990	3,6	12,2	15,7	22,0	24,9	22,7	16,9	18,8	12,3
	1991	4,9	14,1	18,9	20,1	23,8	21,2	18,5	19,1	11,4
В среднем за II ротацию		4,1	12,1	17,2	20,9	23,6	22,6	17,8	19,0	11,6
III (1990-2001 гг.)	1992	4,0	9,7	15,1	20,2	21,2	22,8	16,5	17,6	10,8
	1993	3,7	10,4	16,2	19,5	22,0	22,9	16,6	17,9	10,0
	1994	4,1	14,6	16,6	19,6	23,9	23,1	22,9	20,1	11,9
	1995	3,3	12,0	17,5	23,1	23,5	22,9	18,6	19,6	12,7
	1996	3,8	11,0	19,7	20,5	26,0	22,6	16,7	19,4	11,8
	1997	4,8	10,7	19,0	21,4	22,5	22,3	14,8	18,5	11,2
	1998	6,1	14,6	18,4	23,4	25,2	24,6	18,8	20,8	12,7
	1999	5,0	13,4	14,8	22,6	25,8	24,0	18,4	19,8	13,1
	2000	6,0	15,5	16,0	20,5	25,4	24,7	17,9	20,0	12,3
	2001	5,5	13,0	15,5	20,4	27,5	25,9	19,3	20,3	12,9
В среднем за III ротацию		4,6	12,6	17,0	21,1	24,3	23,3	18,0	19,3	11,9
IV (2000-2012 гг.)	2002	3,8	10,8	17,5	20,9	26,2	21,9	20,2	19,6	12,4
	2003	5,5	9,7	20,5	20,7	23,3	24,0	17,4	19,3	11,8
	2004	5,1	11,9	16,6	20,0	22,6	23,5	19,1	19,0	12,7
	2005	3,9	12,9	19,4	20,9	24,7	25,7	20,6	20,7	13,1
	2006	6,2	12,7	17,0	23,1	22,8	27,7	19,7	20,5	12,2
	2007	5,2	10,7	20,5	23,4	26,6	27,3	21,4	21,7	13,9
	2008	5,7	14,6	16,3	21,5	24,5	26,5	18,8	20,4	12,7
	2009	5,4	10,7	16,1	23,9	25,6	22,2	18,3	19,5	13,1
	2010	5,4	12,2	19,2	24,6	26,8	27,7	21,7	22,0	14,4
	2011	4,8	10,0	17,1	22,6	27,1	23,7	19,4	20,0	11,8
2012	6,3	16,5	21,4	24,7	25,8	25,2	21,3	22,5	13,3	
В среднем за IV ротацию		5,3	12,4	17,9	22,1	25,3	25,1	19,6	20,4	12,8
В среднем за I-IV ротации		4,4	12,3	17,4	21,4	24,1	23,4	18,4	19,5	11,9

гетации, благоприятные условия перезимовки, раннее возобновление весенней вегетации, оптимальные температуры периодов колошения, цветения и налива зерна способствуют формированию более высокого урожая озимых зерновых культур. Для масличных культур подобные погодные изменения также приобретают важную роль, особенно в связи с перераспределением годового количества осадков в сторону влагонакопительного периода, что повышает запасы влаги в почве на момент посева культур (табл. 3).

Таблица 3

Динамика изменения среднегодовой температуры воздуха (°C) и количества осадков (мм) в годы проведения опыта, по данным метеостанции «Круглик», г. Краснодар

Период времени	Ротация севооборота (годы)				Изменение П-IV (1971–2012 гг.)
	I 1971–1981 гг.)	II 1979–1991 гг.)	III 1990–2001 гг.)	IV 2000–2012 гг.)	
Температура воздуха (°C)					
Среднегодовая	11,5	11,6	11,9	12,8	+1,3
Холодное время года (ноябрь – март)	2,4	2,7	3,0	3,6	+1,2
Теплое время года (апрель – октябрь)	17,9	17,9	18,3	19,4	+1,6
Количество осадков (мм)					
Среднегодовое	675,3	686,2	773,4	715,8	+40,5
Холодное время года (ноябрь – март)	270,9	291,4	317,3	345,2	+74,2
Теплое время года (апрель – октябрь)	404,4	394,9	456,0	370,7	-33,7

Пополнение запасов влаги происходит за счет осадков осенне-зимне-весеннего периода (октябрь – март). Поэтому важной задачей влаго- и энергосберегающих систем обработки почвы является создание оптимальных условий для максимального накопления запасов влаги в холодное время года и предотвращение ее непродуктивного расхода в теплый период.

В течение первых трех лет исследований после закладки опыта Васильев и Семихненко [4] выявили, что способы лущения при небольших различиях в глу-

бине оказывали заметное влияние на водопроницаемость почвы. Так, лемешное лущение на 12–14 см под подсолнечник снижало скорость впитывания воды почвой на 23 %, а дисковое на 8–10 см – на 44 % по сравнению с глубокой вспашкой. От степени водопроницаемости зависели и весенние запасы влаги (табл. 4).

Таблица 4

Влияние глубины и способа основной обработки на содержание продуктивной влаги (мм) в почве под подсолнечником

Д.С.Васильев и П.Г. Семихненко (1974)

Сроки отбора проб	Система основной обработки почвы		
	интенсивная	минимальная	поверхностная
Перед допосевной обработкой почвы в слоях:			
0–100 см	177,1	171,0	168,8
100–200 см	142,6	139,4	134,2
Фаза налива семян, 0–100 см	72,9	71,5	69,7

Режим влажности почвы в период вегетации культурных растений был близким по вариантам обработки и относительно благоприятным. Однако нельзя не отметить тенденции к уменьшению содержания влаги в почве, обрабатываемой дисковыми лущильниками, по сравнению с вариантами с отвальной обработкой.

Ярославская и Ригер [26] отмечают, что в первой ротации севооборота водный режим почвы на посевах масличных культур и озимой пшеницы в среднем за годы исследований был примерно одинаковым по всем изучаемым системам основной обработки (табл. 5).

Характерно, что в годы с обычной зимой, когда количество осадков и температурный режим были близкими к средним многолетним, глубокая вспашка зяби не имела преимуществ по накоплению влаги в почве перед более мелкими (20–22 и 12–14 см) лемешными обработками. В вариантах с поверхностной (8–10 см) обработкой в такие годы отмечалась тенденция к уменьшению весенних запасов влаги в почве, особенно во втором метре в сравнении с лемешным лущением и

вспашками. В 1975 г., которому предшествовала необычно теплая осень и зима (средняя температура воздуха в октябре – январе на 2–5 °С выше нормы), часто повторялись восточные ветры, а в феврале – марте имели место пыльные бури, глубоко вспаханная пашня теряла больше влаги путем испарения в сравнении с мелко обработанной и более плотной. В результате весенний запас влаги в почве при интенсивной системе основной обработки оказался на 178–207 т/га меньше, чем при разноглубинной, минимальной и поверхностной [26].

Таблица 5

Влияние различных систем основной обработки почвы на её водный режим (мм продуктивной влаги)

П.Н. Ярославская, А.Н. Ригер (1977),
Д.С. Васильев и др. (1976)

Чередование культур в севообороте	Годы исследования	Время и глубина отбора проб	Система основной обработки почвы			
			интенсивная	разноглубинная	минимальная	поверхностная
Подсолнечник	1971–1974	Перед допосевной обработкой почвы, 0–200 см	319,7	308,1	310,4	303,0
		Фаза налива семян, 0–100 см	72,9	73,2	71,5	69,7
Озимая пшеница	1972–1975	Фаза выхода в трубку, 0–100 см	146,9	138,9	138,0	133,8
		Перед уборкой, 0–100 см	116,1	117,5	117,2	119,6
Клещевина	1973–1976	Перед допосевной обработкой почвы, 0–200 см	272,7	278,9	271,2	269,5
		Фаза цветения центральной кисти, 0–100 см	133,8	131,3	121,5	125,7
		Фаза налива семян, 0–100 см	62,7	60,7	62,3	61,3
Озимая пшеница	1974–1976	Фаза выхода в трубку, 0–100 см	136,9	131,9	135,0	121,2
		Перед уборкой, 0–100 см	82,0	81,7	87,1	87,1

Несколько меньшее среднее содержание влаги в почве при минимальной и поверхностной системах основной обработки в фазе образования центральной кисти у клещевины получено за счет одно-

го, 1973 г. В июне этого года осадков выпало 89,4 мм против 67 мм по норме и гербицид вносили не сплошным, а ленточным способом. После окончания механических междурядных обработок в вариантах с минимальной и поверхностной обработками появилось много сорняков, что не могло не сказаться на влажности почвы [8].

Ярославская и др. [26] считают, что при применении в системе летне-осенней обработки только дисковых орудий влага осадков холодного периода несколько хуже усваивается почвой.

Исследованиями, проведенными Семихненко и Ярославской [21] установлено, что на посевах озимой пшеницы после подсолнечника содержание продуктивной влаги при выходе пшеницы в трубку составляло в метровом слое при интенсивной обработке 156 мм, при разноглубинной – 147, при минимальной – 151, при поверхностной – 139 мм. По густоте стояния растений и их развитию озимая пшеница в вариантах с минимальной и поверхностной обработками превосходила выращенную в первых двух вариантах. По-видимому, этим и объясняется некоторая разница по влажности почвы в их пользу. Таким образом, приведенные материалы показывают, что минимализация системы основной обработки почвы в севообороте с масличными культурами не ухудшала водного режима почвы в сравнении с интенсивной и разноглубинными обработками.

Сахарная свекла являлась третьей пропашной культурой в изучаемом севообороте, наиболее требовательной к влаге. Проведенными Васильевым и др. [10] исследованиями установлено, что весенний запас продуктивной влаги в почве по всем изучаемым системам основной обработки был высоким, но это не сгладило различий между крайними вариантами. В вариантах, где под все культуры севооборота проводилось дисковое лушение, продуктивной влаги содержалось на 275–338 т/га меньше, чем на других (табл. 6). Это, по-видимому, связано, как отмечалось выше, с различной водопроницаемостью почвы.

Таблица 6

Содержание продуктивной влаги (мм) в почве при различных системах основной её обработки на посевах сахарной свеклы и озимой пшеницы

Д.С. Васильев и др. (1978)

Чередование культур в севообороте	Годы исследований	Время и глубина отбора проб	Система основной обработки почвы				
			интенсивная	разноглубинная	минимальная	минимальная без гербицидов	поверхностная
Сахарная свекла	1975–1977	Перед допосевной обработкой почвы, 0–200 см	266,8	263,6	260,5	260,5	233,0
		При смыкании рядов свеклы 0–100 см	98,5	105,3	100,1	99,1	102,1
		Перед уборкой, 0–100 см	70,4	69,7	70,0	64,0	73,0
		100–200 см	39,4	37,6	37,0	36,3	41,3
Озимая пшеница после сахарной свеклы	1976–1978	В фазе кущения (весной), 0–100 см	97,9	82,1	93,6	91,3	92,7
		После уборки, 0–100 см	69,0	69,3	80,5	74,8	79,3

С повышением температуры воздуха и почвы, увеличением потребления влаги культурными растениями преимущество вариантов с интенсивной обработкой почвы по влажности утрачивалось. При смыкании рядов и перед уборкой свеклы влажность почвы на всех вариантах была одинаковой и даже отмечалась тенденция к ее увеличению в вариантах с поверхностной обработкой почвы. Последнее можно объяснить менее мощным развитием свеклы на этих вариантах.

На посевах озимой пшеницы после сахарной свеклы весной большее содержание влаги было отмечено в вариантах с интенсивной обработкой, а летом, наоборот, в вариантах с минимальной и поверхностной системами. Это также объясняется неодинаковым потреблением влаги растениями. При интенсивной системе обработки озимая пшеница после перезимовки была слабее развита, имела более редкий стеблестой и расходовала влаги меньше [10].

Васильев и др. [7] показали, что наблюдения за влажностью почвы, проводимые на всех трех культурах звена севооборота озимая пшеница – соя – озимая пшеница в первой ротации севооборота, как правило, не выявили существенных различий между изучаемыми системами основной обработки почвы по этому показателю (табл. 7).

Таблица 7

Содержание продуктивной влаги (мм) в почве при различных системах основной её обработки на посевах сои и озимой пшеницы

Д.С. Васильев и др. (1981)

Чередование культур в севообороте	Годы исследований	Время и глубина отбора проб	Система основной обработки почвы				
			интенсивная	Разноглубинная	минимальная	минимальная без гербицидов	поверхностная
Озимая пшеница, предшествующая сое	1976–1978	Фаза выхода в трубку, 0–100 см	88,3	82,0	94,3	88,7	88,8
		Перед уборкой, 0–100 см	86,5	87,1	90,9	87,2	89,4
Соя	1977–1980	Перед допосевной обработкой почвы, 0–100 см	136,3	140,8	136,9	-	123,2
		100–200 см	97,6	101,8	92,2	-	86,4
		Перед уборкой, 0–100 см	74,8	68,9	70,0	80,9	69,6
Озимая пшеница после сои	1978–1980	Фаза выхода в трубку, 0–100 см	75,9	77,9	71,6	74,1	78,2
		Перед уборкой, 0–100 см	59,0	62,9	50,9	54,7	45,0

Однако на озимой пшенице, предшествующей сое, несколько большее содержание продуктивной влаги отмечалось в вариантах с минимальной обработкой, несмотря на лучшее развитие растений. На посевах сои весенний запас влаги в почве слабо различался по интенсивной, разноглубинной и минимальной обработкам. В вариантах с поверхностной обработкой под все культуры севооборота

продуктивной влаги в слое 50–200 см весной содержалось на 31–55 т/га меньше, чем при интенсивной и разноглубинной. Аналогичная закономерность наблюдалась на посевах клещевины и сахарной свеклы, высевавшихся на 2–4 года раньше. По-видимому, это связано с уменьшением водопроницаемости почвы. Перед уборкой сои различия между вариантами по содержанию влаги были обусловлены, главным образом, неодинаковой мощностью развития культурных растений [7].

Марин и др. [16] отмечают, что в первой ротации севооборота содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом сои в вариантах с интенсивной, разноглубинной и минимальной системами обработок было практически одинаковым (136,3–140,8 мм). Аналогичные результаты получены и во второй ротации севооборота. Содержание продуктивной влаги в слое 0–100 см при различных способах основной обработки почвы составляло в фазе цветения сои 105,1–116,6 мм, а после ее уборки – 51,2–61,7 мм, т.е. было почти одинаковым. Следовательно, глубокая (на 30–32 см) вспашка зяби не имела существенного преимущества по накоплению влаги перед более мелкими лемешными обработками и даже перед систематической поверхностной обработкой почвы дисковыми орудиями.

Васильев и др. [9] отмечают, что после уборки озимой пшеницы, высеваемой после сои, запасы продуктивной влаги в слое 0–100 см также были практически одинаковыми (105,1–117,9 мм) по всем изучаемым вариантам. Следует отметить, что при интенсивной обработке почвы, предусматривающей проведение под озимую пшеницу вспашки на 20–22 см и при систематической поверхностной обработке почвы в севообороте дисковыми орудиями запасы продуктивной влаги составили в слое 0–100 см соответственно 112,3 и 116,1 мм. Весной после посева кукурузы запасы продуктивной влаги в метровом слое в вариантах с интенсивной, разноглубинной и минимальной обработками были одинаковыми (166,9–

172,8 мм), а на поверхностной обработке – несколько ниже (154,3 мм).

Мариным и Токаревой [15] установлено, что содержание влаги в двухметровом слое почвы перед посевом подсолнечника при всех системах основной обработки почвы во второй ротации было одинаково высоким (272–297 мм).

Исследованиями Васильева и др. [5] во второй ротации установлено, что отмеченная ранее высокая водопроницаемость черноземов выщелоченных и достаточное количество зимних осадков позволили накопить к посеву клещевины (1984–1986 гг.) одинаковое количество влаги в 2-метровом слое при различной глубине основной обработки почвы (256,4–266,3 мм).

Таким образом, исследования, проведенные на протяжении трех ротаций севооборота, позволили установить, что в основном достаточное количество осадков холодного периода позволяет накопить к посеву масличных культур одинаковое количество влаги при всех системах основной обработки почвы. А те незначительные различия в запасах влаги между изучаемыми вариантами связаны с изменением водопроницаемости почвы при той или иной обработке. Нами в четвертой ротации была изменена схема опыта и были продолжены исследования и наблюдения за водным режимом почвы.

Наблюдения за влажностью почвы, проводимые нами на всех трех культурах звена севооборота озимая пшеница – соя – озимая пшеница в четвертой ротации севооборота, не выявили существенных различий между изучаемыми системами основной обработки почвы по этому показателю (табл. 8). Вместе с тем наблюдалась некоторая тенденция уменьшения запасов влаги в почве в вариантах с минимальными и поверхностной обработками почвы.

Анализ содержания влаги в почве перед допосевной обработкой почвы под рапс озимый, следующей культурой севооборота в четвертой ротации, показал, что в вариантах с интенсивной и разноглубинной обработками наблюдалось существенное увеличение запасов влаги в почве по сравнению с вариантами с минимальными и поверхностной обработ-

ками почвы (табл. 9). Здесь же нами установлено, что рапс озимый является культурой, способствующей влагонакоплению почвы ввиду широкого покрытия ее листовой массой и препятствующей физическому испарению влаги в оттепели и солнечные дни. В связи с данным явлением мы наблюдали значительное количество влаги в почве в фазе налива семян у рапса озимого, хотя при этом рост и развитие культуры продолжались с конца февраля – начала марта и вегетативная масса значительно покрывала площадь посева, еще в большей степени препятствуя испарению влаги. В результате перед уборкой количество влаги в почве было практически на том же уровне, как и перед посевом культуры.

Таблица 8

Содержание продуктивной влаги (мм) в почве при различных системах основной её обработки на посевах сои и озимой пшеницы

ВНИИМК, 2004–2008 гг.

Чередование культур в севообороте	Годы исследований	Время и глубина отбора проб	Система основной обработки почвы				
			интенсивная	разноглубинная	минимальная мелкая безотвальная	поверхностная мелкая отвальная	
Озимая пшеница, предшествующая сое	2004–2006	Фаза выхода в трубку, 0–100 см	104,6	99,4	102,4	101,1	99,7
		Перед уборкой, 0–100 см	79,7	81,2	82,2	80,0	79,3
Соя	2005–2007	Перед допосевной обработкой почвы, 0–100 см	142,7	135,6	136,8	128,6	127,4
		100–200 см	99,8	95,5	92,0	93,4	81,8
		Перед уборкой, 0–100 см	69,6	66,3	61,3	64,0	69,1
Озимая пшеница после сои	2006–2008	Фаза выхода в трубку, 0–100 см	81,4	83,4	82,1	79,6	83,7
		Перед уборкой, 0–100 см	65,3	68,8	66,4	58,9	55,1

При возделывании рапса в последние годы существует определенный риск неполучения всходов в связи с аномально высокими среднесуточными температурами, увеличивающими потери влаги

почвы в предшествующий севу период. Поэтому возрастает роль обработок почвы, способствующих максимальному сохранению влаги в верхнем слое почвы.

Таблица 9

Содержание продуктивной влаги (мм) в почве при различных системах основной её обработки на посевах рапса озимого

ВНИИМК, 2007–2009 гг.

Культура севооборота	Годы исследований	Время и глубина отбора проб	Система основной обработки почвы				
			интенсивная	разноглубинная	минимальная мелкая безотвальная	поверхностная мелкая отвальная	
Рапс озимый	2007–2009	Перед допосевной обработкой почвы, 0–200 см	126,2	125,9	107,3	109,5	106,6
		Фаза налива семян, 0–200 см	233,1	248,2	226,9	226,2	224,8
		Перед уборкой, 0–100 см	114,3	115,2	115,0	116,4	112,9

В связи с этим нами были проведены подекадные наблюдения за влажностью почвы в пахотном (0–30 см) и подпахотном (30–40 см) слоях после уборки предшественника в вариантах с различными системами основной обработки почвы (табл. 10–12).

В 2006 г. влажность почвы во второй–третьей декадах июля – первой декаде августа в верхнем слое почвы была наибольшей во всех вариантах опыта вследствие выпавших в первую–вторую декады июля обильных осадков. В вариантах с мелкой безотвальной и поверхностной обработками влажность почвы в пахотном слое была выше, чем в других вариантах опыта, и составляла более 21 % (табл. 10). Из-за отсутствия осадков вплоть до третьей декады сентября, когда был осуществлен посев рапса озимого, влажность почвы уменьшалась. В наибольшей степени потеря влаги была в вариантах с отвальными обработками почвы – отвальная вспашка на 20–22 см и мелкая отвальная обработка на 12–14 см.

Таблица 10

Влажность почвы (%) в зависимости от систем основной обработки

ВНИИМК, 2006 г.

Вариант*	Слой почвы, см	Месяц, декада									
		Июль		Август			Сентябрь			Октябрь	
		II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
1	0-10	21,0	22,1	21,9	18,4	13,8	12,7	8,7	6,9	16,6	18,2
	10-20	19,9	20,8	19,1	18,3	14,4	13,0	9,7	8,8	19,6	16,6
	20-30	19,8	21,0	19,1	18,6	13,9	15,3	6,4	8,6	20,1	20,3
	30-40	18,9	19,6	18,8	18,8	17,1	16,3	7,9	6,8	18,2	19,9
2	0-10	20,5	21,6	21,3	18,3	16,2	15,0	14,4	13,2	21,5	18,3
	10-20	19,7	20,6	21,2	17,9	14,3	14,0	11,9	11,9	21,2	14,9
	20-30	17,9	19,1	19,1	16,6	14,3	14,1	12,1	9,2	19,2	17,3
	30-40	19,1	19,8	18,9	18,0	17,7	16,5	16,0	6,3	14,3	21,2
3	0-10	19,4	20,5	20,4	14,1	17,8	15,0	14,8	12,8	23,7	16,3
	10-20	21,9	22,8	19,0	16,5	14,7	15,5	14,1	13,9	16,3	18,7
	20-30	23,3	24,5	24,6	22,3	19,1	15,7	15,0	14,8	20,6	22,7
	30-40	24,0	24,7	24,2	23,2	20,3	16,0	14,4	13,7	22,1	23,5
4	0-10	23,1	24,2	23,4	21,8	17,1	13,9	13,4	10,6	16,7	18,9
	10-20	18,3	19,2	20,6	18,7	17,0	14,2	11,7	12,6	20,2	18,2
	20-30	19,9	21,1	18,7	18,2	11,0	15,4	8,6	9,2	23,2	16,8
	30-40	19,8	20,5	21,0	19,0	13,6	13,3	7,7	5,4	13,7	20,1
5	0-10	21,8	22,9	20,5	17,2	17,1	12,5	12,4	8,8	14,2	15,6
	10-20	21,9	22,8	21,9	17,5	16,2	13,9	13,0	9,7	18,6	16,3
	20-30	24,6	25,8	22,2	23,2	19,3	16,6	12,8	11,5	23,7	19,2
	30-40	25,1	25,8	25,0	24,0	21,7	16,5	17,0	16,2	23,8	24,7

* вариант основной обработки почвы: 1 – Интенсивная (отвальная вспашка, 20–22 см); 2 – Разноглубинная (глубокая безотвальная, 25–27 см); 3 – Минимальная (мелкая безотвальная, 12–14 см); 4 – Минимальная (мелкая отвальная, 12–14 см); 5 – Поверхностная (дисковое лушение, 8–10 см)

Таблица 11

Влажность почвы (%) в зависимости от систем основной обработки

ВНИИМК, 2007 г.

Вариант*	Слой почвы, см	Месяц, декада									
		Июль		Август			Сентябрь			Октябрь	
		II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
1	0-10	8,2	6,9	6,7	19,8	18,0	13,2	17,2	15,9	13,1	14,8
	10-20	9,2	13,5	8,5	18,7	16,3	13,9	12,2	19,0	13,5	12,5
	20-30	5,9	14,9	8,8	18,6	19,9	13,2	14,8	20,6	14,3	13,8
	30-40	7,4	14,1	6,2	17,7	17,7	16,6	15,2	17,8	15,7	14,5
2	0-10	13,9	12,6	12,6	19,3	18,1	15,6	13,6	20,8	20,0	16,5
	10-20	11,4	12,2	11,5	18,5	14,6	13,8	15,3	20,6	14,7	12,2
	20-30	11,6	13,4	8,7	16,7	16,9	13,6	16,9	19,7	15,6	13,5
	30-40	15,5	15,5	5,7	17,9	19,0	17,2	17,3	13,9	16,4	13,4
3	0-10	16,7	11,6	12,2	18,2	16,1	17,2	20,5	23,0	17,5	18,0
	10-20	15,1	15,7	13,5	20,7	18,4	14,2	18,7	15,7	19,4	16,7
	20-30	15,9	13,4	14,3	22,1	22,3	18,4	21,3	21,1	14,5	11,3
	30-40	15,2	13,6	13,1	22,8	21,3	19,8	20,9	21,7	15,8	15,0
4	0-10	12,9	11,5	10,0	21,9	18,7	16,5	17,5	13,8	16,0	18,6
	10-20	11,2	11,9	12,2	17,1	17,9	16,5	17,0	12,4	19,6	17,8
	20-30	8,1	11,0	8,7	18,7	16,4	10,3	14,5	14,5	22,6	17,6
	30-40	7,2	10,9	4,8	18,6	17,9	13,1	17,1	16,2	13,1	11,7
5	0-10	11,9	11,9	8,2	20,6	15,4	16,5	19,8	14,4	13,5	15,3
	10-20	12,5	13,1	9,3	20,7	16,0	15,7	19,6	17,2	17,9	15,2
	20-30	12,3	15,9	11,0	23,4	18,8	18,6	18,3	12,2	23,0	18,6
	30-40	16,5	17,4	15,6	23,9	22,5	21,2	15,2	12,3	23,1	19,9

* вариант основной обработки почвы: 1 – Интенсивная (отвальная вспашка, 20–22 см); 2 – Разноглубинная (глубокая безотвальная, 25–27 см); 3 – Минимальная (мелкая безотвальная, 12–14 см); 4 – Минимальная (мелкая отвальная, 12–14 см); 5 – Поверхностная (дисковое лушение, 8–10 см)

Таблица 12

Влажность почвы (%) в зависимости от систем основной обработки

ВНИИМК, 2008 г.

Вариант*	Слой почвы, см	Месяц, декада									
		Июль		Август			Сентябрь			Октябрь	
		II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
1	0-10	20,4	18,1	12,4	13,5	12,4	5,7	20,5	15,3	12,2	15,0
	10-20	17,7	14,9	12,6	11,4	10,4	12,5	19,3	14,6	10,9	13,8
	20-30	17,8	18,2	15,0	10,7	10,6	8,8	19,1	16,2	14,0	15,1
	30-40	17,2	18,5	15,8	9,9	16,8	9,7	18,3	20,1	18,8	16,4
2	0-10	19,8	18,0	15,6	13,7	17,3	12,2	20,0	20,8	13,7	20,2
	10-20	19,8	17,5	14,6	15,3	12,7	15,0	19,1	15,3	12,9	10,5
	20-30	17,8	16,2	14,7	16,0	16,8	14,3	17,2	16,4	7,8	12,8
	30-40	17,3	17,7	17,1	16,2	15,6	13,3	18,5	16,8	15,2	15,2
3	0-10	18,9	13,8	14,7	14,7	17,0	13,3	18,9	18,4	18,8	18,1
	10-20	17,6	16,1	15,1	15,2	11,3	13,1	21,3	19,1	18,4	20,8
	20-30	23,3	21,9	15,4	20,2	10,6	15,3	22,6	22,5	19,6	18,4
	30-40	22,6	22,9	15,5	18,3	16,0	13,5	23,4	21,7	22,5	17,0
4	0-10	21,9	21,5	14,2	9,1	15,8	7,0	22,6	18,4	18,6	21,2
	10-20	19,2	15,3	14,7	13,7	12,5	11,3	17,7	18,2	16,4	20,8
	20-30	17,4	17,8	15,8	7,5	14,3	5,4	19,2	20,1	15,3	18,3
	30-40	19,4	18,7	13,9	7,7	16,5	5,9	19,2	14,5	12,8	15,8
5	0-10	19,0	16,9	12,2	15,0	14,8	13,0	21,3	18,0	17,5	20,2
	10-20	20,5	17,1	13,5	14,0	16,6	11,3	21,3	21,6	19,1	22,7
	20-30	20,9	22,8	16,3	15,1	19,6	15,8	23,9	24,4	23,6	24,8
	30-40	17,7	23,7	16,0	16,7	20,8	17,5	24,5	23,9	23,0	21,1

* вариант основной обработки почвы: 1 – Интенсивная (отвальная вспашка, 20–22 см); 2 – Разноглубинная (глубокая безотвальная, 25–27 см); 3 – Минимальная (мелкая безотвальная, 12–14 см); 4 – Минимальная (мелкая отвальная, 12–14 см); 5 – Поверхностная (дисковое лушение, 8–10 см)

Наилучшим образом в слое почвы 0–40 см влага сохранилась в вариантах с мелкой безотвальной обработкой почвы на глубину 12–14 см и с поверхностной обработкой на глубину 6–8 см. К посеву рапса озимого в третьей декаде сентября влажность почвы в слое 0–40 см составляла в этих вариантах 13,8 и 11,6 % соответственно.

В 2007 г. во второй–третьей декадах июля – первой декаде августа влажность почвы была наименьшей как в пахотном, так и подпахотном слоях почвы во всех вариантах опыта вследствие отсутствия осадков в предшествующий период (табл. 11).

Выпавшие осадки в первой–второй декадах августа способствовали накоплению влаги в почве и в дальнейшем, в зависимости от варианта обработки почвы, либо аккумулировалась в ней, либо расходовалась за счет испарения и т.д.

В вариантах с мелкой безотвальной и поверхностной обработками почвенная влага сохранялась вплоть до второй декады сентября, когда был осуществлен посев рапса озимого. Влажность почвы в этих вариантах в пахотном слое была выше, чем в других вариантах опыта, и составляла более 19 %. Отсутствие осадков до второй декады сентября способствовало иссушению почвы во всех вариантах и в наибольшей степени – с отвальными обработками почвы: отвальная вспашка и мелкая отвальная обработка, а также в варианте с глубокой безотвальной обработкой.

В 2008 г. влажность почвы во второй–третьей декадах июля была наибольшей как в пахотном, так и подпахотном слоях почвы во всех вариантах опыта вследствие выпавших в первой–второй декадах июля осадков (табл. 12). В вариантах с мелкой безотвальной и поверхностной обработками влажность почвы в пахотном слое в этот период была выше, чем в других вариантах опыта, и составляла более 19 %. Из-за отсутствия осадков вплоть до первой декады сентября влажность почвы уменьшалась, и наибольшей потеря влаги была в вариантах с отвальной вспашкой, мелкой отвальной и разно-

глубинной обработками. Поверхностная обработка почвы (на 6–8 см) способствовала лучшему сохранению влаги в слое 0–40 см.

При посеве рапса озимого во второй декаде сентября влажность почвы в слое 0–40 см, вследствие выпавших в первой декаде сентября осадков, составляла в изучаемых вариантах от 18,7 до 22,8 %.

Известно, что для получения полноценных всходов рапса озимого, начального роста и развития растений влажность почвы в посевном слое должна быть не ниже 15 %. В случае, если влажность почвы после посева будет резко снижаться, возможна гибель проростков и всходов, что приведет к получению неравномерных всходов и уменьшению густоты стояния растений к уборке.

В 2006 г. на момент посева рапса озимого влажность почвы в слое 0–10 см составляла в зависимости от варианта опыта 6,9–13,2 %, что ниже требуемого для получения всходов минимума. Всходы культуры были получены в первой–второй декадах октября только благодаря выпавшим осадкам в третьей декаде сентября. В варианте с отвальной вспашкой растения рапса озимого, даже на фоне недостатка влаги в начальный период, развивали мощную корневую систему, которая обеспечивала растения влагой из нижних горизонтов почвы и способствовала достижению ими к окончанию осенней вегетации оптимальной степени развития.

В 2007 г. к посеву рапса озимого влажность почвы в слое 0–10 см составляла в зависимости от варианта 17,2–20,5 %, за исключением варианта с безотвальным рыхлением, где она равнялась 13,2 %. В третьей декаде сентября – первой–второй декадах октября в вариантах с отвальной обработкой почвы наблюдалось снижение влажности почвы в верхнем слое до 11–14 %, а в варианте с поверхностной обработкой – до 13–15 %. Всходы культуры были получены в третьей декаде сентября. Низкая влажность почвы в верхних слоях способствовала медленному разви-

тию растений, а в некоторых случаях была отмечена их гибель.

В 2008 г. в предшествующий севу период произошло иссушение верхнего слоя почвы во всех вариантах опыта, особенно там, где применялась отвальная обработка, влажность почвы здесь снижалась до 5 %. Однако выпавшие в первой декаде сентября обильные осадки способствовали влагонакоплению в пахотном и подпахотном слоях почвы, а в слое 0–10 см влажность составляла в зависимости от варианта 18,9–22,6 %. Благодаря оптимальным условиям для прорастания семян рапса озимого дружные всходы культуры были получены через неделю – в третьей декаде сентября. За счет достаточных запасов почвенной влаги в начальный период растения формировали мощную корневую систему. В варианте с мелкой безотвальной обработкой почвы наилучшим образом складывались условия по водному режиму почвы для рапса озимого, что обеспечило высокую его продуктивность.

Таким образом, в случае длительного засушливого периода перед посевом культуры наименьшие потери почвенной влаги происходят при безотвальных мелких и поверхностных обработках почвы.

Нами установлено, что перед допосевной обработкой почвы под рапс яровой запасы продуктивной влаги в слое 0–100 см были на одном уровне (112,5–119,6 мм) по всем изучаемым вариантам, за исключением варианта с поверхностной системой основной обработки почвы, где их количество составило 104,3 мм (табл. 13). Перед уборкой рапса ярового количество продуктивной влаги сократилось почти вдвое, и наименьшее ее значение отмечалось в вариантах с глубокими обработками почвы, что связано с более мощным развитием растений и большим потреблением здесь влаги в период вегетации культуры. Весной на посевах озимой пшеницы, высеваемой после рапса ярового, запасы продуктивной влаги в метровом слое в изучаемых вариантах были одинаковыми (85,7–90,4 мм), и еще меньшими

были различия между вариантами перед уборкой (67,0–69,5 мм).

Таблица 13

Содержание продуктивной влаги (мм) в почве при различных системах основной ее обработки на посевах рапса ярового и озимой пшеницы

ВНИИМК, 2009–2012 гг.

Культура севооборота	Годы исследований	Время и глубина отбора проб	Система основной обработки почвы				
			интенсивная	разноглубинная	поверхностная		
					минимальная безотвальная	мелкая отвальная	
Рапс яровой	2009–2011	Перед допосевной обработкой почвы, 0–100 см	119,2	119,6	112,5	112,6	104,3
		Перед уборкой, 0–100 см	65,4	65,7	76,3	70,9	75,2
Озимая пшеница после рапса ярового	2010–2012	Фаза выхода в трубку, 0–100 см	90,4	85,3	88,3	87,0	85,7
		Перед уборкой, 0–100 см	67,4	68,7	69,5	67,7	67,0

Заключение. В результате 40-летнего применения различных систем основной обработки почвы в условиях неустойчивого увлажнения в зернопропашном севообороте с масличными культурами существенного изменения водного режима чернозема выщелоченного не произошло за исключением роста годового количества осадков и перераспределения их большего количества на осенне-зимний период на фоне сохраняющейся тенденции повышения среднесуточной температуры воздуха. В связи с этим возрастает роль обработок почвы имеющих положительное воздействие как на приходную, так и на расходную часть водного баланса.

В первой ротации было отмечено, что способы лущения при небольших различиях в глубине оказывали заметное влияние на водопроницаемость почвы: лемешное лущение на 12–14 см снижало впитывание влаги почвой на 23 %, а дисковое на 8–10 см – на 44 % по сравнению с глубокой вспашкой, поэтому весенние

запасы влаги при поверхностных обработках были несколько ниже, чем по вспашке. Данная закономерность прослеживалась на протяжении четырех ротаций севооборота.

Систематическая отвальная и безотвальная обработки почвы в севообороте с масличными культурами обеспечивают в более эффективное накопление атмосферных осадков за осенне-зимний период и могут рассматриваться как ключевой прием зональной агротехники на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья.

Список литературы

1. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края / Под общ. ред. И.Т. Трубилина. – Краснодар, 2002. – С. 44–45.
2. Бушнев А.С. Особенности обработки почвы под подсолнечник // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 13–15.
3. Бушнев А.С. Особенности обработки почвы под сою // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 21–23.
4. Васильев Д.С., Семихненко П.Г. Минимальная основная обработка почвы в звене севооборота с подсолнечником // Отчет о законченной НИР. – Краснодар, 1974. – 16 с.
5. Васильев Д.С., Марин В.И., Кондратьев В.И. Основная обработка почвы под клеверину // Отчет о законченной НИР. – Краснодар, 1986. – 17 с.
6. Васильев Д.С., Марин В.И., Токарева Л.И., Тишков Н.М. Разноглубинная обработка почвы в севообороте // Земледелие. – 1991. – № 4. – С. 58–60.
7. Васильев Д.С., Баранов В.Ф., Ярославская П.Н. Система основной обработки почвы в звене севооборота: озимая пшеница – соя – озимая пшеница // Отчет о законченной НИР. – Краснодар, 1981. – 21 с.
8. Васильев Д.С., Лукашев А.И., Ярославская П.Н., Ригер А.Н. Система основной обработки почвы в звене севооборота с клевериной // Отчет о законченной НИР. – Краснодар, 1976. – 20 с.
9. Васильев Д.С., Марин В.И., Токарева Л.И., Кондратьев В.И., Панфилова О.В., Головань Н.В. Способы и глубины основной обработки почвы в звене севооборота: соя – озимая пшеница – кукуруза на силос // Отчет о законченной НИР. – Краснодар, 1990. – 23 с.
10. Васильев Д.С., Лукашев А.И., Ярославская П.Н. Система основной обработки почвы под сахарную свеклу и озимую пшеницу в севооборотах с масличными культурами // Отчет о законченной НИР. – Краснодар, 1978. – 21 с.
11. Гребенникова В.В., Чуманова Н.Н. Оценка изменения агрофизических и гидрологических свойств чернозема выщелоченного при различных системах обработки почвы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 8 (106). – С. 35–39.
12. Давыдова А.А., Сухарев В.И. Водный и температурный режимы чернозема выщелоченного при различных способах основной обработки почвы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – Т. 5. – № 5. – С. 48–50.
13. Дорошко Г.Р., Бородин Д.Ю. Влияние приемов основной обработки почвы на динамику продуктивной влаги чернозема южного // Научный журнал КубГАУ, 2012. – № 78 (04). – С. 1–11.
14. Коноплин М.А., Рзаева В.В. Водный режим почвы и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в зернопаровом и зерновом с занятым паром севооборотах при различных системах обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2008. – № 4. – С. 11–19.
15. Марин В.И., Токарева Л.И. Основная обработка почвы под подсолнечник // Технические культуры, 1988. – № 5. – С. 7–8.
16. Марин В.И., Токарева Л.И., Панфилова О.В. Способы и глубина основной обработки почвы в звене севооборота с соей // Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 1991. – Вып. 3 (114). – С. 42–46.
17. Марин В.И., Кондратьев В.И., Панфилова О.В., Емельяничкова В.В. Минимализация основной обработки почвы в севообороте // Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2002. – Вып. 127. – С. 89–93.
18. Москвичев А.Ю., Казаков Г.В., Еремин С.В., Дубровин А.И. Влияние обработок почвы на водный режим и продуктивность зерновой кукурузы в условиях южных черноземов нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2011. – № 2 (22). – С. 1–6.
19. Новиков В.М. Формирование продуктивной влаги и водопотребление зернобобовыми и крупяными культурами под действием способов основной обработки почвы и удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 1 (9). – С. 84–91.
20. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Влияние основной обработки на водный режим темносерой лесной почвы в северном Зауралье // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2013. – № 3. – С. 33–40.
21. Семихненко П.Г., Ярославская П.Н. Влияние основной обработки на структуру и сложение пахотного слоя выщелоченного чернозема // Почвоведение. – 1977. – № 8. – С. 93–99.
22. Цветков М.Л. Водный режим почвы зернопарового севооборота при минимализации основной обработки в условиях Приобья Алтая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 5 (67) – С. 35–40.
23. Шакиров Р.С., Гиляев И.Г. Агрофизические свойства и водный режим серой лесной почвы при различных системах удобрения и основных способах обработки почвы на примере яровой пшеницы // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. – № 4 (30). – С. 160–164.
24. Шурупов В.Г., Полоус В.С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность

масличных культур // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2010. – № 1 (142–143). – С. 121–128.

25. Ярославская П.Н., Бородин В.Н. Минимальная обработка почвы и гербициды // Земледелие. – 1984. – № 11. – С. 22–24.

26. Ярославская П.Н., Ригер А.Н. Минимализация системы основной обработки почвы в севообороте с масличными культурами // Основная обработка почвы и удобрения под масличные культуры: сб. научных работ. – Краснодар, 1977. – С. 3–11.

27. Адаптивные технологии возделывания масличных культур в южном регионе России / Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Тишков Н.М. [и др.]. Краснодар, 2010. – 160 с.

References

1. Agroekologicheskiy monitoring v zemledelii Krasnodarskogo kraya / Pod obsch. red. I.T. Trubilina. – Krasnodar, 2002. – S. 44–45.

2. Bushnev A.S. Osobennosti obrabotki pochvy pod podsolnechnik // Zemledelie. – 2009. – № 8. – S. 13–15.

3. Bushnev A.S. Osobennosti obrabotki pochvy pod soyu // Zemledelie. – 2010. – № 3. – S. 21–23.

4. Vasiliev D.S., Semikhnenko P.G. Minimal'naya osnovnaya obrabotka pochvy v zvene se-vooborota s podsolnechnikom // Otchet o zakonchennoy NIR. – Krasnodar, 1974. – 16 s.

5. Vasiliev D.S., Marin V.I., Kondratiev V.I. Osnovnaya obrabotka pochvy pod kleschevinu // Otchet o zakonchennoy NIR. – Krasnodar, 1986. – 17 s.

6. Vasiliev D.S., Marin V.I., Tokareva L.I., Tishkov N.M. Raznoglubinnaya obrabotka pochvy v sevooborote // Zemledelie. – 1991. – № 4. – S. 58–60.

7. Vasiliev D.S., Baranov V.F., Yaroslavskaya P.N. Sistema osnovnoy obrabotki pochvy v zvene sevooborota: ozimaya pshenitsa – soya – ozimaya pshenitsa // Otchet o zakonchennoy NIR. – Krasnodar, 1981. – 21 s.

8. Vasiliev D.S., Lukashov A.I., Yaroslavskaya P.N., Riger A.N. Sistema osnovnoy obrabotki pochvy v zvene sevooborota s kleschevinoy // Otchet o zakonchennoy NIR. – Krasnodar, 1976. – 20 s.

9. Vasiliev D.S., Marin V.I., Tokareva L.I., Kondratiev V.I., Panfilova O.V., Golovan N.V. Sposoby i glubiny osnovnoy obrabotki pochvy v zvene sevooborota: soya – ozimaya pshenitsa – kukuruza na silos // Otchet o zakonchennoy NIR. – Krasnodar, 1990. – 23 s.

10. Vasiliev D.S., Lukashov A.I., Yaroslavskaya P.N. Sistema osnovnoy obrabotki pochvy pod sahnuyu svyoklu i ozimuyu pshenitsu v sevooborotah s maslichnyimi kulturami // Otchet o zakonchennoy NIR. – Krasnodar, 1978. – 21 s.

11. Grebennikova V.V., Chumanova N.N. Otsenka izmeneniya agrofizicheskikh i gidrologicheskikh svoystv chernozema vyschelochennogo pri razlichnykh sistemah obrabotki pochvy // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 8 (106). – S. 35–39.

12. Davydova A.A., Suharev V.I. Vodnyi i temperaturnyi rezhimy chernozema vyschelochennogo pri razlichnykh sposobah osnovnoy obrabotki pochvy // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskohozyaystvennoy akademii. – 2011. – T. 5. – № 5. – S. 48–50.

13. Dorozhko G.R., Borodin D.Yu. Vliyanie priemov osnovnoy obrabotki pochvy na dinamiku produktivnoy vlagi chernozema yuzhnogo // Nauchny zhurnal KubGAU, 2012. – № 78 (04). – S. 1–11.

14. Konoplin M.A., Rzaeva V.V. Vodnyi rezhim pochvy i vlagoobespechennost' selskohozyaystvennykh kul'tur v zernoparovom i zernovom s zanyatym parom sevooborotah pri razlichnykh sistemah obrabotki pochvy // Sibirskiy vestnik selskohozyaystvennoy nauki. – 2008. – № 4. – S. 11–19.

15. Marin V.I., Tokareva L.I. Osnovnaya obrabotka pochvy pod podsolnechnik // Tehnicheskie kul'tury. – 1988. – № 5. – S. 7–8.

16. Marin V.I., Tokareva L.I., Panfilova O.V. Sposoby i glubina osnovnoy obrabotki pochvy v zvene sevooborota s soey // Nauch.-teh. byul. VNIIMK, 1991. – Vyp. 3 (114). – S. 42–46.

17. Marin V.I. Minimalizatsiya osnovnoy obrabotki pochvy v sevooborote // Nauch.-teh. byul. VNIIMK. – 2002. – Vyp. 127. – S. 89–93.

18. Moskvichev A.Yu., Kazakov G.V., Eremin S.V., Dubrovin A.I. Vliyanie obrabotok pochvy na vodnyi rezhim i produktivnost' zernovoy kukuruzy v usloviyakh yuzhnykh chernozemov nizhnego Povolzh'ya // Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2011. – № 2 (22). – S. 1–6.

19. Novikov V.M. Formirovanie produktivnoy vlagi i vodopotreblenie zernobobovymi i krupyanyimi kul'turami pod deystviem sposobov osnovnoy obrabotki pochvy i udobreniy // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2014. – № 1 (9). – S. 84–91.

20. Perfiliev N.V., V'yushina O.A. Vliyanie osnovnoy obrabotki na vodnyi rezhim temno-seroy lesnoy pochvy v severnom Zaurale // Sibirskiy vestnik selskohozyaystvennoy nauki. – 2013. – № 3. – S. 33–40.

21. Semikhnenko P.G., Yaroslavskaya P.N. Vliyanie osnovnoy obrabotki na strukturu i slozhenie pahotnogo sloya vyschelochennogo chernozema // Pochvovedenie. – 1977. – № 8. – S. 93–99.

22. Tsvetkov M.L. Vodnyi rezhim pochvy zernoparovogo sevooborota pri minimalizatsii osnovnoy obrabotki v usloviyakh Priob'ya Altaya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 5 (67). – S. 35–40.

23. Shakirov R.S., Gilaev I.G. Agrofizicheskie svoystva i vodnyi rezhim seroy lesnoy pochvy pri razlichnykh sistemah udobreniya i osnovnykh sposobah obrabotki pochvy na primere yarovoy pshenitsy // Vestnik Kazanskogo GAU. – 2013. – № 4 (30). – S. 160–164.

24. Shurupov V.G., Polous V.S. Vliyanie sposobov osnovnoy obrabotki pochvy na urozhaynost maslichnykh kul'tur // Maslichnyie kul'tury. – 2010. – № 1 (142–143). – S. 121–128.

25. Yaroslavskaya P.N., Borodin V.N. Minimal'naya obrabotka pochvy i gerbitsidy // Zemledelie. – 1984. – № 11. – S. 22–24.

26. Yaroslavskaya P.N., Riger A.N. Minimalizatsiya sistemy osnovnoy obrabotki pochvy v sevooborote s maslichnyimi kul'turami // Osnovnaya obrabotka pochvy i udobreniya pod maslichnye kul'turyi (sbornik nauchnyh rabot). – Krasnodar, 1977. – S. 3–11.

27. Adaptivnye tekhnologii vzdelyvaniya maslichnyh kul'tur v uzhnom regione Rossii / Lukomets V.M., Bochkaryov N.I., Tishkov N.M. [i dr.]. – 2010. – 160 s.