

Summary. Spread and damaging action of spring wheat leaf and caulescent infections are examined in grain fallow rotations in West Siberia's forest-steppe under different weather conditions and levels of minimized tillage. Experimental data were obtained in a stationary field test in the years 1987–2013. The following variants of fall tillage were applied: tillage, deep subsoil tillage with SibIME posts (Siberian Institute of Mechanization and Electrification), minimal flat cutting tillage, zero tillage (no fall tillage). Wheat diseases were studied in three chemicalization backgrounds: control (no chemical means applied), intensive (fertilizers and pesticides applied) and fungicide-free variant in the intensive background. The paper presents multiyear data of research in the dynamics of spring wheat main diseases progress. In the last years, the crop has been recorded to have more frequent epiphytotic of powdery mildew, brown leaf rust and septoriosiis. The paper shows the correlation of disease progress index to the degree of vegetation period moisturizing. There is no evidence for the direct influence of soil protective farming reclamation on the progress of aerogenic infections in spring wheat. The increased level of septoriosiis spreading under minimized soil tillage is testified to. Fungicides application to control infections in wheat seedlings is estimated in economic terms.

УДК 631.51.631.599

КАПИЛЛЯРНАЯ МИГРАЦИЯ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ

¹А. Н. Власенко, доктор сельскохозяйственных наук,
академик Россельхозакадемии

¹В. Н. Слесарев, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

¹В. Е. Синешкоков, доктор сельскохозяйственных наук

²П. В. Колинко, кандидат физико-математических наук

³Н. Н. Назаров, кандидат технических наук

¹Сибирский НИИ земледелия и химизации
Россельхозакадемии

²ОАО «Сибирский Агропромышленный Дом»

³Сибирский НИИ механизации и электрификации
сельского хозяйства Россельхозакадемии

E-mail: sivi_01@mail.ru

Ключевые слова: минимизация зяблевой обработки, плоскорезно-полосная обработка, капиллярная влага, влагопроводность, энергозатраты, продуктивность, пшеница

Реферат. Цель настоящей работы – поиск, разработка и обоснование более производительных технологий основной обработки сибирских черноземов в зернопаровых севооборотах в лесостепи Западной Сибири при различных погодных условиях и уровнях минимизации обработки почвы. Экспериментальные данные получены в стационарном полевом опыте в 2006–2012 гг. Изучали 8 вариантов зяблевой обработки почвы под вторую пшеницу после пара на малоинтенсивном и интенсивном фонах химизации. Установлено, что глубокие обработки сибирских черноземов по сравнению с мелкими к посеву больше накапливают влаги, но они энергоемки и хуже ее сберегают. В работе показаны альтернативные приемы воздействия на почву – плоскорезно-полосные обработки, сочетающие глубокие и мелкие (нулевые) полосы. Изучение градиентного движения капиллярной влаги, вызываемого разноглубинной и полосной обработкой и различным уплотнением почвы, дало возможность повысить влагопроводность почвы, добиться лучшего сбережения влаги, существенно снизить энергозатраты и удержать продуктивность на уровне или выше традиционных приемов воздействия на почву при малоинтенсивной и интенсивной технологиях возделывания зерновых культур.

Агрофизическая, экологическая, энергетическая, экономическая роль зяблевой обработки в современных технологиях возделывания полевых культур достаточно глубоко изучена [1–7].

Однако аграрные запросы сегодня требуют дальнейшего повышения производительности технологий возделывания растениеводческой продукции, и одним из ключевых вопросов является зяблевая обработка почвы. Она энергоемка,

слабо накапливает и сберегает влагозапасы, минимизация ухудшает влагопроводные свойства, накопление азота, увеличивает засоренность, снижает урожайность и т.д.

Мотивация исследований основана на следующих положениях. Полосность плоскорезной двухслойной обработки почвы создает различную физическую среду, меняется уплотненность, влагопроводность, теплопроводность, испаряемость и т.д., возникает градиент, ведущий к капиллярной миграции влаги. Например, из рыхлой влагонасыщенной полосы весной талая вода, благодаря капиллярному механизму, насыщает менее увлажненную, но более капилляроемкую полосу. К посеву увлажненность полос выравнивается. Полосность снижает энергозатраты, лучше сохраняет влагу в засушливых условиях.

Таков посыл к поиску эффективных приемов полосной основной обработки черноземов Сибири.

Поэтому главной целью исследований являлись поиск, разработка и обоснование более производительных технологий основной обработки сибирских черноземов.

Предполагалось определить сравнительный влагонакопительный потенциал традиционных и экспериментальный приемов обработки почвы в условиях зернопарового севооборота, а также разработать технику для полосно-плоскорезного рыхления и дать ей экономическую и энергетическую оценку.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения поставленных задач надо было установить оптимальные параметры полосной обработки и разработать технические средства. Поисково-информационные исследования не давали положительного ответа.

В первом приближении полосная обработка или щелевание почвы изучались в ОПХ «Омское» [6], в ОПХ «Черепановское» Новосибирской области [7].

С целью уточнения их параметров в 2006–2012 гг. проведены исследования в стационарном многофакторном опыте Сибирского НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства (ОПХ «Элитное», Новосибирская область). Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, мощность гумусового слоя 0,39 м, в его составе преобладает крупная пыль (41–48%), содержание

гумуса в слое 0,2 м 6%, $pH_{водн.}$ 7,2. Испытывались традиционные (1–4) и экспериментальные (5–8) приемы обработки:

1. Вспашка на 0,28–0,3 м.
2. Глубокая плоскорезная на 0,28–0,3 м.
3. Мелкая плоскорезная на 0,1–0,12 м.
4. Нулевая.
5. Плоскорезная разноглубинная, полоса глубиной 0,28–0,3 м и шириной 0,4 м чередуется с необработанной полосой той же ширины.
6. Плоскорезно-нулевая – полоса шириной 0,4 м может обрабатываться на 0,1–0,12 м, а полоса той же ширины не обрабатывается (через лапу).
7. Плоскорезная сплошная на 0,1–0,12 м, с полосным углублением шириной 0,4 м глубиной 0,28–0,3 м с межполосным расстоянием 0,6 м, которое обрабатывается ПРГ-3,0Н (плоскорез разноглубинный навесной).
8. То же, что и 7-й вариант, но межполосное расстояние 0,9 м обрабатывается РПП-4Н (рыхлитель плоскорезно-полосный навесной).

Капиллярную миграцию влаги изучали в лабораторных и полевых опытах. Влагозапасы в полевых и лабораторных исследованиях учитывались методом горячей сушки по А. Ф. Вадюниной, З. А. Корчагиной [8]. Фронт капиллярной миграции фиксировали периодическими её замерами в слое почвы 0,2 м в 20-кратной повторности. Режим капельной водоподдачи близок к суточному водовыделению из снега – 12–14 мм.

Эффективность приемов обработки определяли на второй пшенице после чистого пара на интенсивном (N_{70} + пестициды) и малоинтенсивном (гербициды) фонах.

В полевых опытах использовали разработанные в ОАО «САД» (Сибирский Агропромышленный Дом) и ГНУ СибНИИЗиХ орудия: ПРГ-3Н или ПРГ-5,4Н и РПП-4Н (рис. 1, 2), а также плуг ПН-3–5 и культиватор «Лидер-4».

Орудие РПП-4Н многофункциональное – выполняет три приема обработки после частичной перестановки рабочих органов. Способ и орудие запатентованы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования показали, что только глубокая основная обработка накапливает влаги к посеву больше, чем другие приемы (рис. 3).

В Новосибирском Приобье недобор продуктивной влаги в сравнении с глубокой обработкой

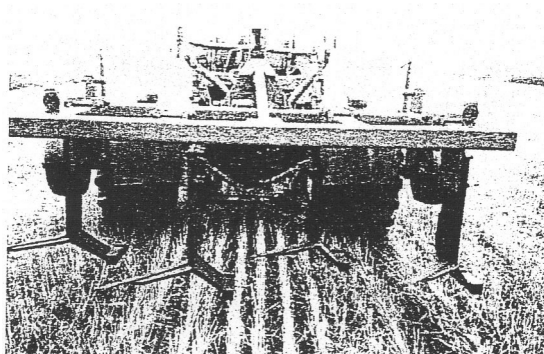


Рис. 1. ПРГ-3Н

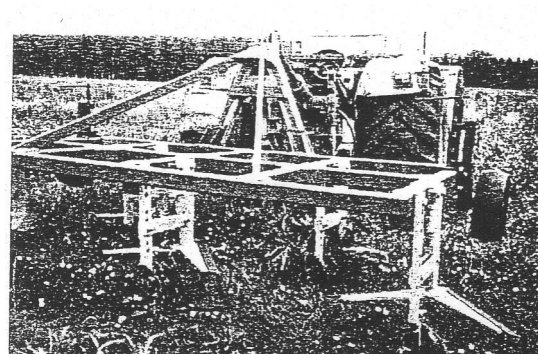


Рис. 2. РПП-4Н

	Новосибирское Приобье (Сев.лесостепь)								Омское Прииртышье (Юж.лесостепь)							
150 мм																
120																
90																
60																
30	28	89	26	89	23	89	78	75	78	126	67	70	63	91	39	86
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
	1		2		3		4		1		2		3		4	

Рис. 3. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом при различных приёмах основной обработки чернозёмов (обобщённые данные научных учреждений Западной Сибири):

1 – вспашка на 0,28–0,30 м; 2 – безотвальная обработка на 0,28–0,30 м; 3 – плоскорезная на 0,1–0,12 м; 4 – нулевая; а – предшественник чистый пар, б – зерновые; 28, 89 и т. д. – число годоопытов

в чистом пару на мелкой и нулевой обработках составил соответственно 20 и 31 мм, по зерновым – 7 и 14, а в Омском Прииртышье – 11 и 27; и 9 и 21 мм соответственно.

Недостаток влаги и уровни минимизации обработки почвы отражаются на продуктивности зерновых агроценозов.

Агроэкономический эффект обработок доказывается также 16-летними данными урожайности зерна при засухе и хорошем увлажнении. Так, в засушливых условиях ($K_y < 1$) на фоне экстенсивных технологий глубокие ($> 0,28$ м) обработки против мелких ($< 0,12$ м) повышают урожайность зерна первой культуры после чистого пара на 5,7; второй – на 22,4 и третьей – на 16,4%, в условиях оптимального увлажнения ($K_y > 1$) – соответственно на 2,8; 18,9 и 16,4%.

Интенсификация заметно ослабляет преимущества глубокого рыхления. В условиях засухи повышение урожайности составило 0,9; 10,8 и 17,5%.

Эти факты еще раз убеждают в том, что минимальные приемы обработки нуждаются в повышении влагопроводных свойств почвы, а глу-

бокие – в снижении энергозатрат при повышении или поддержании продуктивности на уровне традиционных приемов обработки.

При изучении полосной обработки ставилась задача: установить, как мигрирует капиллярная влага между рыхлой и уплотненной полосой, каковы оптимальные параметры полосы по ширине и глубине.

Лабораторными и полевыми опытами установлено, что при среднесуточном водовыделении из снега 12–14 мм и средневесеннем дебите 110–120 мм капиллярная влага в сухой почве (8–10% при плотности 0,95 и 1,1 г/см³) мигрирует в слое 0,2 м благодаря градиенту влажности и плотности в течение 2–3 сут на величину 0,3 м и более. Это означало, что достаточная ширина глубоко взрыхленной и увлажненной полосы для полного смыкания с менее увлажненной 0,5–0,7 м. Иначе говоря, «нулевая» полоса или мелкообработанная шириной 0,4 м без энергозатрат увлажняется не хуже глубокообработанной. Например, в очень засушливую весну при бороновании зяби (первый срок) глубокообработанная полоса в верхнем по-

луметре содержала 96 мм продуктивной влаги, а в метровом слое – 172 мм, мелкообработанная 89 и 163 мм соответственно. После посева (второй срок) глубокообработанная полоса содержала 69 и 127, а мелкообработанная – 71 и 126 мм соответственно, т.е. обводненность полос выравнилась. В первом случае потери в верхнем полуметре составили 27 мм, в метровом слое – 45, а в мелкообработанной полосе 18 и 37 мм соответственно (НСР₀₅ – 7 мм), т.е. полосность усиливает влагопроводность и ослабляет потери влаги. Водопроницаемость на глубокой полосе составила 51,1 мм/ч, на мелкой – 23,4, без обработки (нулевая) – 12,6.

Плохая влагозарядка весной связана с высокой плотностью пахотного слоя, глыбистостью, льдистостью, скоростью снелотаяния и т.д. Так, например, после посева по вспашке объемная масса пахотного слоя под первой культурой составила 1,07 г/см³, под второй – 1,07; по глубокой плоскорезной – 1,09 и 1,08, мелкой плоскорезной – 1,13 и 1,11 и нулевой – 1,13 и 1,12; на плоскорезно-полосной двуслойной эти показатели

составили: на глубокообработанной полосе – 0,96, мелкообработанной – 1,24 и на нулевой полосе – 1,16 г/см³. Уплотненность после обработки повышает глыбистость, а она – некапиллярную скважность и влагопроводные свойства, особенно при высокой льдистости пахотного слоя. Так, например, в чистом пару глыбистость на глубокой рыхлой полосе составляет 9%, а на мелкообработанной – 3,2, на стерневом фоне под вторую культуру – 12 и 4,5, а на вспашке в слое 0–0,3 м – 13,1%.

Общие влагозапасы в слое 1 м к посеву (средние за 2006–2010 гг.) были на уровне традиционных (контрольных) вариантов обработки. В 1-м варианте (по схеме), например, они составили 141,2 мм, 2-м – 152,6, 3-м – 146,7, 4-м – 146,2, 5-м – 152,1, в т.ч. на глубокой полосе – 152,8, на мелкой – 149,5. Наименьшие потери влаги отмечались на мелких и нулевых обработках, что объясняется меньшими исходными влагозапасами.

Сочетание глубоких, мелких и необработанных полос повышает адаптивность полосных приемов обработки к экстремальным условиям поля.

Влияние приемов плоскорезных обработок, выполненных РПП-4Н, на физические свойства пахотного слоя

Вариант	ОМ, г/см ³	Глыбистость, %	Гребнистость, м	Твердость, кг/см ²	Сохранность стерни, %	Водопроницаемость, мм/ч
1. Вспашка на 0,28–0,3 м	0,97	9,5	0,07	13,9	0	31
2. Глубокая плоско-резная на 0,28–0,3 м	1,07	10,8	0,07	13,3	71,9	36,1
3. Мелкая плоскорезная на 0,1–0,12 м	1,11	4,3	0,08	16,6	81,6	7,6
4. Нулевая	1,17	–	–	18,6	100	4,8
6. Плоскорезно-нулевая	1,1	–	0,07	17,2	93	
мелкообработанная полоса (0,1–0,12 м)	1,06	6,1	0,07	16,4		
нулевая полоса	1,14			18,1		
7. Плоскорезно-полосная	1,05	10,1	0,06	16,0	82,2	
глубокая полоса (0,28–0,3 м)	0,99	10,2	0,08	15,1		42,3
мелкая полоса (0,1–0,12 м)	1,12	5,4	0,04	17		12,1

Примечание. 5-й и 8-й варианты опыта не включены в данную таблицу

Таким образом, полевые и лабораторные исследования подтверждают целесообразность сочетания уплотненной и рыхлой полосы. Плоскорезная полосная разноглубинная обработка может оказаться более эффективной в склоновом земледелии, предупреждая водную эрозию.

Глубина заделки семян, высеянных дисковыми сошниками поперек глубокой полосной обработки, была на уровне контроля (4–5 см).

Удачно разработаны и применены специальные орудия. Они показали требуемое качество обработки. Физико-механические параметры вполне соответствовали уровню традиционных основных обработок (таблица).

По ключевым агрофизическим показателям орудия ПРГ-3Н и РПП-4 обеспечивали высокое качество обработки. Производительность их возросла на 35–37% в сравнении с традиционными орудиями.

Наиболее эффективными оказались варианты 6-й и 7-й: 6-й заменяет традиционную мелкую плоскорезную, а 7-й – глубокую плоскорезную обработку.

Урожайность пшеницы средняя за 7 лет при интенсивной технологии (N_{70} +пестициды) (по схеме опыта вариант 7) повысилась по сравнению с контролем на 0,08 т/га, при малоинтенсивной превышение составило 0,25 т/га. При этом сэкономлено 4,7 кг/га топлива, до 56% снижен объем почвенных деформаций. Урожайность при плоскорезно-нулевой обработке на интенсивном фоне по сравнению с контролем повысилась на

0,06 т/га, а на малоинтенсивном – на 0,03 т/га ($НСР_{05}=0,11$). Объем деформации снизился до 18%, что позволяет экономить 2,5 кг/га топлива (рис. 4).

Расчёты экономической эффективности показали, что плоскорезно-полосная обработка на глубину 0,1–0,12 м с полосным углублением до 0,3 м существенно снижает прямые затраты, при интенсивной технологии доход составил 1152, а при малоинтенсивной – 3784 руб/га; при полосно-плоскорезно-нулевой на глубину 0,1–0,12 м с необработанной полосой – соответственно 1082 и 292 руб/га¹.

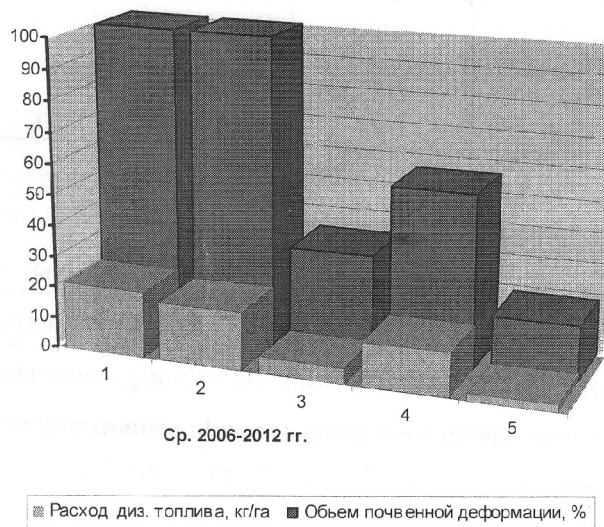
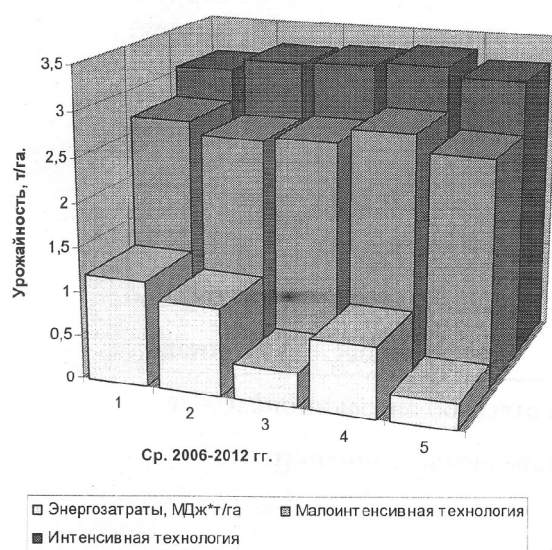


Рис. 4. Влияние приемов обработки почвы на урожайность пшеницы:

1 – вспашка на 0,28–0,3 м; 2 – плоскорезная на 0,28–0,3 м; 3 – плоскорезная на 0,1–0,12 м; 4 – плоскорезная полосная на 0,28–0,3 и 0,1–0,12 м; 5 – плоскорезно-нулевая на 0,1–0,12 м и 0 м

ВЫВОДЫ

1. Глубокие обработки больше накапливают влаги, но энергоемки, мелкие и нулевые нуждаются в повышении влагопроводных свойств.
2. Оптимальные параметры полосного рыхления под пшеницу – вторую культуру после чистого пара способствуют наибольшему накоплению почвенной влаги, особенно в засушливые годы, в сравнении с контролем.
3. Изучение градиентного движения капиллярной влаги, вызываемого плоскорезной полосной разноглубинной обработкой, дало возможность повысить влагопроводность, снизить энергозатраты и удержать продуктивность на уровне или выше традиционных приемов воздействия на почву.
4. Плоскорезная полосная разноглубинная обработка в сравнении с традиционной глубокой обеспечила снижение объема почвенных деформаций до 56%, энергозатрат – на 248 КДж, расход дизтоплива – на 4,7 кг/га. Плоскорезно-нулевая не уступала по урожайности зерновых культур мелкой плоскорезной (сплошной) обработке, и снижение вышеназванных показателей составило соответственно 18%, 174,3 КДж и 2,5 кг/га.
5. На фоне интенсивной технологии плоскорезная полосная разноглубинная обработка обеспечила доход 1152 руб/га, при малоинтенсивной – 3784, плоскорезно-нулевая соответственно 1082 и 292 руб/га. Рентабельность в первом случае составляет 131,8 и 242,5, а при плоскорезно-нулевой – 157 и 263,6%.

¹ Расчет произведен по ценам января 2013 г.: зерно – 9320 руб/т, дизельное топливо – 32 руб/кг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. – Омск, 2006, – 396 с.
2. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Перспективы минимизации основной обработки сибирских черноземов при возделывании зерновых культур // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 7. – С. 5–14.
3. Буянкин Н.Н., Слесарев В.Н. Агрофизика и кинетика в минимизации основной обработки черноземов. – Калининград, 2004. – 160 с.
4. Слесарев В.Н. Агрофизические основы совершенствования основной обработки черноземов Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 1984. – 386 с.
5. Влияние основной обработки почвы и удобрений на урожайность пшеницы на склоновых землях северной лесостепи / Л.Н. Иодко [и др.] // Интенсификация возделывания зерновых культур в Западной Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1990. – С. 42–45.
6. Щитов А.Г. Эффективность чистого и занятого пара в севооборотах при различных способах основной обработки почвы в зоне южной лесостепи Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 1989. – 287с.
7. Буянкин Н.Н., Слесарев В.Н. Деградация и экологизация сибирских черноземов. – Калининград, 2006. – 190 с.
8. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почвы. – М., 1986. – С. 152–153.

CAPILLARY MIGRATION WITH MINIMIZED FALL TILLAGE

A. N. Vlasenko, V. N. Slesarev, V. E. Sineshchekov, P. V. Kolinko, N. N. Nazarov

Key words: minimized fall tillage, flat cutting band tillage, capillary moisture, moisture conductivity, energy costs, productivity, wheat

Summary. The aim of the present work is to search for, design and justify more productive technologies of Siberian black soil basic tillage in grain fallow rotations under different weather conditions and levels of minimized tillage in West Siberia's forest-steppe. Experimental data were obtained in a stationary field test in the years 2006–2012. Eight variants of fall tillage for the after-fallow second wheat crop were studied in the low intensive and intensive backgrounds of chemicalization. It was established that the deep tillage of Siberia's black soils allows to accumulate more moisture for sowing than the shallow one does, but the latter is energy-intensive and worse moisture-retaining. The paper shows alternative techniques to impact the soil: flat cutting band tillage that combines deep and shallow (zero) bands. The study in the gradient movement of capillary moisture brought about by different depth and band tillage and different soil compactness, made it possible to improve soil moisture conductivity, achieve better moisture retention, largely reduce energy costs, and maintain productivity at due or higher level of common techniques to influence the soil with low intensive and intensive technologies of grain crops cultivation.