

Воспроизводство плодородия почвы при использовании ресурсосберегающих технологий возделывания

Кирдин В.Ф. – доктор с.х. наук, Московского НИИСХ «Немчиновка»

Абстракт

В статье описываются ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе направленного формирования структуры корнеобитаемого слоя почвы, обеспечивающего получение стабильных урожаев в Центральном регионе РФ даже в крайне засушливые годы.

Ключевые слова: моделирование пахотного слоя почвы, комбинированно-ярусная система обработки почвы, плодородие почвы.

Methodical features of biotechnology reproduction of soil fertility to realize the potential productivity crop.

Vladimir Kiridin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor Moscow Scientific Research Institute of Agriculture “Nemchinovka”

Abstract

This article describes the resource-saving technology of crop cultivation based on the transformation of the soil structure and the plant root system, secures up to 25% of harvest, even at extremely dry seasons.

Keywords: topsoil modelling, combined-layered tillage, soil fertility

Введение

В современных условиях экономическая эффективность высокочрезвычайно интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур стала значительно уступать интегрированным ресурсосберегающим технологиям. Такое положение связано с резким повышением цен на энергоносители, минеральные удобрения и химические средства защиты растений и потому даже в странах Западной Европы, несмотря на высокий уровень урожайности при интенсивном возделывании, дополнительные затраты на удобрения, пестициды, сушку зерна, заработную плату окупаются только в годы с эпифитным развитием патогенов. Новая интегрированная технология оказалась экономически наиболее выгодна и экологически более безопасна. Дифференцированный подход к применению удобрений (в зависимости

от результатов почвенной и растительной диагностики, биологических особенностей сорта), гербицидов (при превышении экономических порогов вредоносности), фунгицидов (в зависимости от степени устойчивости сорта и порогов вредоносности) и ретардантов обеспечивает не только достаточно высокий уровень, но и лучшую окупаемость всех дополнительных затрат.

Необходимость перехода на ресурсосберегающие технологии в земледелии связана не только с удорожанием энергоносителей, но и значительной потерей плодородных свойств почвы из-за широкого применения химических препаратов, что повышает интерес фермеров к биологизированным системам земледелия для получения экологически безопасной продукции.

Методы и объекты исследования

Одним из направлений ресурсосбережения является разработанная в Московском НИИСХ «Немчиновка» безгербицидная, экологически чистая технология возделывания зерновых культур, которая предусматривает технологические мероприятия по уничтожению сорняков в системе основной, предпосевной обработки почвы и в период ухода за посевами при четкой организации труда и высокой технологической дисциплине, позволяющих проводить все агротехнические приемы в оптимальные сроки с высоким качеством, при которой первое дисковое лущение стерни проводят вслед за уборкой предшественника, чтобы сохранить остаточную влагу и спровоцировать отрастание сорняков. В условиях однолетнего типа засоренности применяют улучшенную зяблевую обработку почвы, состоящую из 2-3 лущений стерни и вспашки на глубину 20-22 см. При засорении поля многолетними корнеотпрысковыми сорняками лучший эффект обеспечивает применение послыйной обработки почвы, состоящей из дискового лущения стерни на глубину 6-8 см и плоскорезной обработки на глубину 10-14 см, а после очередного появления сорняков - глубокая вспашка на 27-30 см. Весной проводят покровное боронование, ранневесеннюю культивацию на 8-10 см и предпосевную культивацию на 6-8 см.

При безгербицидной технологии борьба с сорняками начинается с боронования за 2—3 дня до появления всходов легкими или средними боронами в один след по-

перек или под углом 30—40° к направлению посева. Боронование уничтожает проростки сорных растений (до 60 %) и разрушает почвенную корку. Боронование по всходам начинается в фазе 2—3-го листа и заканчивается до фазы 4—5-го листа. Боронуют в сухую погоду, не допуская присыпания культурных растений. Желательно бороновать по всходам во второй половине дня, когда у зерновых культур ослабеваает тургор, и они меньше страдают от механических повреждений. При этом скорость движения агрегата не должна превышать 4—5 км/ч.

Применение такого рода технологий на данном этапе связано с действием неблагоприятных экономических факторов, в основном из-за резкого повышения цен на средства производства. Однако достижения науки и мировой опыт показывают, что значительный рост производства зерна, как основы всего сельского хозяйства, возможен только при более полном и эффективном использовании генетического потенциала современных сортов, почвенно-климатических ресурсов и соответствующем уровне материальных и других затрат.

Решение сложных задач возможно путем внедрения в сельскохозяйственное производство новых высокоурожайных, обладающих устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам, сортов и гибридов зерновых культур с заданными показателями качества зерна с применением адаптивных технологий их возделывания.

Многолетние исследования Московского НИИСХ «Немчиновка» по разработке ресурсосберегающих систем обработки почвы показывают, что на окультуренных массивах в распространенных для зоны плодосменных севооборотах наиболее отзывчивы на отвальную обработку почвы яровая ячмень, яровая пшеница, горох, гречиха. Поверхностная безотвальная обработка почвы предпочтительна под озимую рожь, овес, однолетние травы. Энергетическая и экологическая оценка систем обработки почвы в севооборотах свидетельствует о том, что, несмотря на достаточно высокую продуктивность посевов при глубоких обработках почвы, коэффициент энергетической эффективности вариантов с применением только поверхностной обработки (без вспашки) все-таки несколько выше из-за снижения затрат на обработку, и эта обработка способствует большему накоплению гумуса в почве. Поэтому предпо-

чение в севооборотах должно отдаваться разноглубинным комбинированным обработкам, обеспечивающим высокую продуктивность, характеризующимся высокой энергетической эффективностью, обеспечивающим воспроизводство органического вещества почвы на достаточно высоком уровне.

Исследования выявили высокую эффективность, разработанной в институте системы комбинированно-ярусной обработки почвы с послойной заделкой органических удобрений, основанной на одноразовой за ротацию севооборота глубокой вспашке с заделкой органических удобрений и мелиорантов оборотными плугами и более мелких обработок в последующие годы с припахиванием к нижнему слою измельченной соломы и сидератов. Это позволяет формировать более мощный корнеобитаемый слой и существенно повышает продуктивность культур севооборотов, обеспечивая ускоренное воспроизводство плодородия почв.

Теоретической основой отмеченной разработки, оформленной патентом (5) и научным открытием (4), является установленная закономерность дифференциации пахотного слоя по плодородию и выявленное в опытах преимущество его, обратного естественному, гетерогенное строение с наличием плодородной прослойки в нижнем слое пашни. При этом в зависимости от размещения более плодородной прослойки в пределах пахотного слоя в период вегетации корневая система растений за счет хемотропизма более интенсивно развивается в слое, располагающем питательными веществами и, ввиду использования мелиорантов в качестве водных сорбентов (цеолиты, известь), более стабильным режимом увлажнения.

Результаты и обсуждение.

При поверхностном размещении корней в засушливые периоды вегетации растения подвергаются периодическому воздействию дефицита влаги. В условиях даже кратковременного бездождя верхний слой (0-10) см пересыхает до мертвого запаса влаги за две декады. В результате наиболее благоприятные условия по увлажнению и наличию питательных веществ в течение вегетации наблюдаются на участках с вариантами, где питательные вещества находятся в нижнем слое, отличающимся более устойчивым увлажнением. Такое положение подтверждено результатами полевых и

мелкоделяночных опытов, когда в засушливые годы содержание продуктивной влаги в слое почвы 20-30 см оказывалось на 15-20 мм выше, чем при поверхностном размещении питательных веществ. Особенно дефицит влажности при верхнем размещении корневой системы наблюдался в середине вегетации растений, когда исчерпан весенний влагозапас, поэтому наибольшие влагообеспеченность и урожайность яровой пшеницы были на варианте опыта с размещением удобрений в нижней части пахотного слоя (табл. 1).

Следовательно, в опытах с использованием лизиметров, при весенне-летней засухе растения зерновых культур в процессе своего развития, в поиске источника питания, расположенного в нижней части пахотного слоя, во-первых, создают более развитую корневую систему, во-вторых, уменьшают отрицательное влияние засухи, так как основная масса корней находится в более влагообеспеченной части пахотного слоя [5].

Таблица 1.

Сбор зерна яровой пшеницы (г/м²) в зависимости от строения пахотного слоя почвы (микрополевой опыт)

Горизонты пахотного слоя, (см)	Действие на 1-й культуре (среднее за 3 года)	Последствие			В сумме за 4 года		
		2-я культура	3-я культура	4-я культура	сбор зерна	прибавка	
						г/м ²	%
0-8	62	92	118	63	336	-	—
8-16	66	127	118	71	370	34	10,1
16-24	80	128	133	73	412	76	22,3
24-30	87	133	136	78	432	96	28,6

Дальнейшие исследования, выполненные на дерново-подзолистых почвах, доказали закономерности дифференциации пахотного слоя, хемотропизма корней и преимущества создания удобренной прослойки в нижней части пахотного слоя, что дает возможность даже в острозасушливые годы получать гарантированные урожаи зерновых культур.

Опытами установлено, что в нижней части пахотного слоя при размещении в нем свежего органического вещества и мелиорантов, из-за снижения концентрации кислорода в результате активного его потребления микроорганизмами и ограниченности воздухообмена с атмосферой, происходит снижение окислительно-восстановительного потенциала почвы до оптимальной величины. Микробиологическая активность почвы при сохранении высокого уровня процессов общей биологической активности (выделение CO_2 , уреазная активность, нитрификационная способность) изменяется в сторону усиления трансформации органического вещества почвы путем эндотермических реакций образования гумусовых соединений при снижении экзотермических процессов разложения до конечных продуктов.

Результаты экспериментальных работ показали, что при ежегодной вспашке за счет оборачивания и перемешивания почвы показатели плодородия верхней и нижней части пахотного слоя выравниваются. При прекращении оборачивания плодородие верхнего слоя увеличивается, а нижнего – падает. Поэтому, применяя различную по глубине и способу обработку почвы и заделку удобрений, можно формировать разное строение пахотного слоя по плодородию: гомогенное (выровненное по плодородию), гетерогенное (с преимуществом верхнего слоя), а при периодическом оборачивании пахотного слоя после ряда лет поверхностной или плоскорезной обработки – обратно-гетерогенное (с преимуществом нижнего слоя).

Исследования позволили сформулировать положение о необходимости формирования гетерогенного строения пахотного слоя почвы с преимущественным расположением плодородной прослойки в нижней части пахотного и в подпахотном слое. На черноземах указанное положение может быть реализовано за счет использования естественного процесса дифференциации плодородия почвы, когда накопленные в верхнем слое почвы после ряда лет воздействия атмосферных явлений подвижные формы питательных веществ заделываются вниз путем периодического полного оборота пласта. При этом применимы два принципа: природа улучшает плодородие в верхнем слое, а земледелец периодически преобразует структуру почвы, создавая благоприятное для растений обратно-гетерогенное строение.

Для малогумусных почв, у которых природные ресурсы плодородия нуждаются в постоянном пополнении, обратно-гетерогенное строение пахотного слоя почвы создают путем периодической заделки в нижнюю часть прослойки, обогащенной органическим веществом в виде перемешанного с верхним слоем почвы компоста, сидерата или пласта многолетних трав.

Опыты подтверждают, что заплата различных видов органических удобрений вниз и их последующая трансформация, при недостатке кислорода, обеспечивают более эффективное использование продуктов минерализации без их потерь, повышая отдачу от удобрений более чем в два раза (табл. 2).

Таблица 2.

Урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность севооборотов в модельном полевом опыте (ц корм. ед./га) на дерново-подзолистой почве

№ варианта	Варианты опыта	Озимая пшеница	Ячмень	Овес	Многолетние травы		Озимая пшеница	Сбор к. ед. за 6 лет	Прибавка, %
					1-го г. п.	2-го г. п.			
1	Фон (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно)	46,1	36,5	43,1	124,1	74,3	45,0	329,3	-
2	Фон + рыхление подпах. на 30-45 см	46,8	38,6	44,6	115,0	77,0	42,9	333,0	1,1
3	Фон + известь 1 т в слое 30-45 см	49,0	40,1	47,9	131,6	81,6	45,5	352,5	7,0
4	Фон+навоз 100 т/га в слое 0-30 см	52,2	42,2	49,2	131,5	79,8	44,0	356,8	8,4
5	Фон+навоз 100 т/га в слое 25-30 см	57,1	44,6	52,0	144,8	89,9	47,9	390,6	18,6
6	Фон+навоз 100 т/га в слое 30-36 см	55,0	43,8	51,8	156,3	92,6	50,8	395,1	20,0
7	Фон+навоз 100 т/га в слое 30-45 см	50,9	42,8	52,1	145,7	88,4	45,6	375,4	14,0

На этой основе были разработаны и освоены агротехнические приемы формирования обратно-гетерогенного строения пахотного слоя путем периодической заделки органических удобрений, предварительно перемешанных с верхним слоем почвы, в нижнюю часть пахотного слоя с использованием современных оборотных и двухъярусных плугов.

Рекомендованная система обработки почвы, включающая чередование периодической вспашки с оборотом пласта и поверхностной или безотвальной обработкой, поддерживает в нижней части пашни непрерывный процесс трансформации органического вещества с увеличением отдачи от органических удобрений в 2-3 раза при одновременном приросте гумуса в 2,5—3,0 раза по сравнению с ежегодной вспашкой.

Разработанные в Московском НИИСХ агротехнологии состоят из базисной и надстроечной частей. В базисной части технологий в начале ротации севооборота проводится одноразовая ярусная вспашка с глубокой заделкой органических удобрений (компоста) в количестве, необходимом для создания бездефицитного баланса гумуса в почве. В засушливые годы для мобилизации влаги из подпахотных горизонтов в основное удобрение добавляют 3—4 т/га извести, цеолиты и другие органические вещества, обладающие свойствами водных сорбентов. Глубина вспашки для заделки удобрений определяется глубиной пахотного слоя с припашкой 2—3 см подпахотного горизонта. На черноземах и серых лесных почвах глубину вспашки доводят до 30—35 см, на дерново-подзолистых – 25—27 см.

Под все последующие культуры севооборота применяют отвальную мелкую или безотвальную обработку на глубину до нижней органической прослойки (25 см). Минеральные удобрения вносят под предпосевную обработку почвы и в рядки при посеве, а все другие элементы агротехники применяют исходя из общепризнанных агротехнических особенностей культуры.

Базисная часть технологий включает в себя создание и сохранение в течение всей ротации севооборота обогащенной органическим веществом прослойки в нижней части пахотного слоя, где разложение органики происходит, преимущественно, в

анаэробных условиях, что оказывает значительное окультуривающее действие на пахотный слой и подпочву, так как при этом сдерживается излишняя минерализация органического вещества и потеря минеральных форм от промывания. Усиливается накопление гумуса и, особенно, влагообеспеченность растений, повышаются агрофизические и агрохимические показатели плодородия почвы, обеспечивается углубление корнеобитаемого слоя, сокращается засоренность полей, повышается урожайность всех культур севооборота.

В надстроечной части технологии периодически, 2-3 раза за ротацию севооборота, проводится неглубокое припахивание к нижней унавоженной прослойке свежих органических удобрений, источником которых могут быть пласт многолетних трав, измельченная солома или сидерат.

По обобщенным данным, за две ротации средняя продуктивность севооборота по указанной агротехнологии повысилась на 20%, а реализация потенциала продуктивности растений – на 23% (табл.3).

Таблица 3.

**Изменение свойств почвы и продуктивности растений за две ротации
восьмипольного севооборота**

Технология	Гумус	рН	Нг	S _{очн.}	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Средняя продуктивность севооборота, ц к.е.	Реализация потенциала продуктивности растений, %
			мг-экв. на 100 г почвы		мг на 100 г почвы				
Обычная	2,2	5,8	2,2	14,2	13,7	31,4	16,3	251,8	62
Новая	2,5	6,1	1,6	18,6	16,4	36,0	26,0	308,0	85

Припахивание свежих органических удобрений осуществляют на глубину на 6—8 см меньшую, чем при основной заделке компоста, обеспечивая контакт двух органических прослоек и дополнительную активизацию микробиологических процессов в зоне концентрации удобрений, что увеличивает продолжительность после-

действия удобрений и усиливает выявленные преимущества обратно-гетерогенного строения пахотного слоя.

Преимущество новой системы обработки почвы, получившей название комбинированно-ярусной, при любых погодных условиях подтверждено результатами производственных испытаний, проведенных в различные годы исследований (табл. 4).

Таблица 4.

Результаты производственных испытаний глубокой послойной заделки органических удобрений (1985-2004 гг.)

Место внедрения	Культуры	Урожайность культур, ц/га		Прибавка урожая, %
		обычная заделка	глубокая заделка	
Московская область				
Экспериментальное хозяйство «Немчиновка»	Оз. рожь	38,0	43,3	14,6
ОПХ «Голстопальцево»	Оз. пшеница	46,0	49,8	8,2
	Оз. рожь	45,4	52,1	14,8
Глебовское птицеводческое производственное объединение	Оз. пшеница	41,5	46,3	11,6
Калужская область				
ОПХ «Калужское»	Оз. пшеница	28,2	32,0	13,5
Тульская область				
Тульская областная сельхозопытная станция	Оз. пшеница	42,8	45,0	5,1
Пермская область				
Пермская областная сельхозопытная станция	Оз. рожь	36,0	38,2	6,1
	Оз. пшеница	26,1	27,3	4,6
Республика Татарстан				
ООО «Дустлык НГДУ «Нурлатнефть»	Оз. пшеница	35,0	46,7	25
	Оз. тритикале	33,8	42,3	20

В изложенном материале показаны отдельные элементы технологии возделывания сельскохозяйственных культур, непосредственно влияющие на влагообеспеченность растений: комбинированно-ярусная система обработки почвы и применение удобрений в севообороте, способствующих воспроизводству плодородия почв,

экономии энергетических затрат и помогающих эффективно противостоять засушливым факторам вегетационного периода развития растений. Вместе с тем, в институте разработаны типизированные базовые технологии возделывания культур, охватывающие весь цикл выращивания растений.

Заключение

На основании проведенных исследований для каждой культуры разработаны три уровня технологий, отличающихся по фактору интенсивности.

- **Высокие технологии** – система получения наиболее высокого сбора высококачественного зерна с компенсацией выноса питательных веществ урожаем, окупающая финансовые, энергетические и трудовые затраты, с использованием новейшей базы высокоинтенсивных сортов, комплексной защиты растений от вредителей, болезней, сорняков, применения удобрений, обеспечивающая реализацию потенциала сорта более чем на 85% и затрат труда менее 3,0 чел-час. на 1 т зерна с урожайностью озимой пшеницы выше 7,0 т/га. Указанные высокие технологии используются в оптимальных природно-климатических условиях, как сумма процессов (технологий), при которой возможности сорта по продуктивности и качеству используются на 85-90% и выше. При их использовании закладываются высокие уровни системы удобрений через диагностику на различных фазах развития растений, системы защиты растений от болезней и вредителей, их прогнозирование, организация наблюдений, применение новых препаратов, новейших достижений в технике и оборудовании и т.д. Потенциал таких технологий в условиях российских ландшафтов находится на уровне лучших достижений европейских фермерских хозяйств.
- **Интенсивные технологии** – система получения высококачественного зерна с компенсацией выноса питательных веществ урожаем, защитой растений от наиболее опасных болезней, вредителей, сорняков, обеспе-

чивающие реализацию потенциала сорта выше 65%, затрат труда менее 4,5 чел-час на 1 т зерна и гарантирующие урожай зерна 5,0-5,5 т/г.

- Базовые (принятые, существующие) технологии – система получения урожая с максимальным использованием плодородия почвы и ресурсов агроландшафта, биологического потенциала сорта растений более чем на 50% и затратами труда 6,5 чел-час на 1 т зерна, гарантирующие сбор зерна 3,0-3,5 т/га. Они имеют, соответственно, более низкие технико-экономические показатели, продуктивность и приближены к реальным возможностям предприятий на текущем этапе. В настоящее время планируется разработка компьютерной программы, реализующей отмеченные технологии. Такая программа поможет любому сельхозпроизводителю выбирать и применять в своем хозяйстве технологию с максимальной эффективностью.

Список использованных источников

1. Лебедянец А.М. Высыхание почвы как природный фактор образования ее плодородия. Избр. труды. М. Сельхозиздат, 1960. 568 с.
2. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. М., Наука, 1965. 320 с.
3. Саранин К.И., Титов Г.А. О токсичности почвы при возделывании озимых. *Зерновое хозяйство*, 1984. № 7, с 12-14
4. Диплом на научное открытие: «Явление активизации гумусообразования при разложении высокоуглеродистых органических соединений в почве» (свидетельство МААНО № 187 от 22.01.2001 г.), автор Кирдин В.Ф.
5. Патенты РФ №919620 от 28.07.1993; №2138069 от 20.03.2000; №239659 от 10.07.2010 (авторы С. С. Сдобников, В. Ф.Кирдин).
6. Кирдин В.Ф. Технологическое обеспечение возделывания зерновых культур в Нечерноземной зоне. М., 2004. 71 с.
7. Сдобников С.С. Зенин Л.А, Воронкова В.И. Способ повышения эффективности корнеобитаемого слоя дерново-подзолистых почв. Доклады ВАСХНИЛ, 1981. №9. с. 38-40.

8. Сдобников С.С, Кирдин В.Ф. Комбинированная обработка почвы с послойным внесением органических удобрений. Вестник с.-х. науки, 1990. №11. с.84-89
9. Каланчина А.С. Разработка беспестицидной технологии возделывания овса на детское и диетическое питание в условиях центрального района Нечерноземной зоны. Автореферат канд. диссертации, Московская обл., 1994, 21 с.

Spisok ispoljzovannihkh istochnikov

1. Lebedyancev A.M. Vihsikhanie pochvih kak prirodniyj faktor obrazovaniya ee plodorodiy. Izbr. trudih. M. Selkhozizdat, 1960. 568 s.
2. Tyurin I.V. Organicheskoe veshchestvo pochvih i ego rolj v plodorodii. M., Nauka, 1965. 320 s.
3. Saranin K.I., Titov G.A. O toksichnosti pochvih pri vozdelihvanii ozi-mihkh. Zernovoe khozyaystvo, 1984. № 7, s 12-14
4. Diplom na nauchnoe otkrihtie: «Yavlenie aktivizacii gumusoobrazovaniya pri razlozhenii vihsokouglerodistihkh organicheskikh soedineniy v pochve» (svide-tel'jstvo MAANO № 187 ot 22.01.2001 g.), avtor Kiridin V.F.
5. Patentih RF №919620 ot 28.07.1993; №2138069 ot 20.03.2000; №239659 ot 10.07.2010 (avtorih S. S. Sdobnikov, V. F.Kiridin).
6. Kiridin V.F. Tekhnologicheskoe obespechenie vozdelihvaniya zernovihkh kul'tur v Nechernozemnoj zone. M., 2004. 71 s.
7. Sdobnikov S.S. Zenin L.A, Voronkova V.I. Sposob povihsheniya ehffektivnosti korneobitaemogo sloya dernovo-podzolistihkh pochv. Dokladih VASKh-NIL, 1981. №9. s. 38-40.
8. Sdobnikov S.S, Kiridin V.F. Kombinirovannaya obrabotka pochvih s posloyjnim vneseniem organicheskikh udobreniyj. Vestnik s.-kh. nauki, 1990. №11. s.84-89
9. Kalanchina A.S. Razrabotka bespesticidnoj tekhnologii vozdelihvaniya ovsa na detskoe i dieticheskoe pitanie v usloviyakh centraljnogo rayjona Nechernozemnoj zonih. Avtoreferat kand. dissertacii, Moskovskaya obl., 1994, 21 s.