

УДК 631.5.001.1

## МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В.И. КИРЮШИН

(Кафедра почвоведения)

**В соответствии с принципами адаптивно-ландшафтного земледелия разработаны методы формирования пакетов технологий возделывания сельскохозяйственных культур применительно к различным агроэкологическим группам земель, определенным уровням интенсификации производства и формам организации труда с учетом экологических ограничений техногенеза.**

Развитие земледелия в России связано с углублением его дифференциации применительно к совокупности природных и социально-экономических факторов. В сущности это означает переход от зональных систем земледелия к адаптивно-ландшафтным, которые разрабатываются для различных экологических групп земель (плакорных, эрозионных, переувлажненных, засоленных и т.д.) с учетом структурно-функциональной иерархии ландшафтов [1].

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия реализуются на практике через организацию территории с соответствующим размещением угодий, мелиоративных систем, полез-

щитных лесонасаждений и полей севооборотов, а также через наборы технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Сущность новой государственной технологической политики, вытекающей из адаптивно-ландшафтного земледелия, должна заключаться в том, чтобы содействовать (в системе государственного стимулирования) товаропроизводителю в принятии самостоятельного хозяйственного решения на основе предоставляемых ему пакетов технологий и набора технических средств с ориентацией на приоритет использования новейших достижений научно-технического прогресса.

Несмотря на сверхцентрализованную организацию сельскохозяйственной науки в стране, единого методического подхода к разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур, их сертификации, системы освоения таких технологий в производстве и агроэкологического контроля за их реализацией не сложилось.

Сравнительно немногие технологии возделывания полевых культур имеют прямое экспериментальное обоснование и построены с учетом системных связей. Большая их часть сложилась путем различного комбинирования, наложения новых приемов на традиционную агротехнику. Последнее обстоятельство нередко становилось причиной экономических издержек и экологических противоречий, когда современные средства интенсификации, особенно химизации, применялись на фоне традиционных способов обработки почвы, посева и ухода за посевами. Именно с этими обстоятельствами связан печальный исход кампании по освоению интенсивных технологий в 1986—1990 гг. — несостоявшаяся попытка вывести земледелие страны на новый технологический уровень командно-административными методами. Задача оказалась слишком сложной, поскольку традиционный механизм хозяйствования опирался не на технологии, а на всевозможные мероприятия и рекомендации, как правило, безальтернативные. Естественно, большинство этих рекомендаций проходило мимо исполнителя, даже если они имели высокую практическую значимость, ибо любое достижение научно-технического прогресса успешно реализуется на практике тог-

да, когда оно «встроено» в конкретную технологию.

С точки зрения научного обеспечения проблемы положение усугублялось тем, что важнейшее системообразующее начало в земледелии — растение и его потребности подменялись другими категориями, такими, как водопрочная структура почвы, гумус, в лучшем случае почвенное плодородие. Как бы ни были важны эти условия, регулирование их безотносительно к требованиям конкретных растений слишком дорого стоит. Смена позиций в отношении системообразующих начал, происшедшая в 30-е годы, повлекла за собой уход от лучших традиций русской классической агрономии, ее корифеев, утверждавших вслед за К.А. Тимирязевым приоритет растения в земледелии, и способствовала углублению его технологической отсталости.

С учетом этих уроков и современных достижений научно-технического прогресса государственная технологическая политика в новых условиях должна основываться на следующих принципах:

— экологизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур, дифференциации их в соответствии с конкретными условиями агроландшафтов в системах адаптивно-ландшафтного земледелия;

— адаптации технологий применительно к различным уровням интенсификации агропромышленного производства, производственно-ресурсному потенциалу товаропроизводителя;

— адаптации технологий применительно к многоукладности хозяйствования, различным формам ор-

ганизации труда (индивидуальным, семейным, коллективным);

— альтернативности, возможности выбора вариантов из пакетов технологий.

Исходной позицией при формировании технологии возделывания сельскохозяйственной культуры является агроэкологический паспорт сорта, в котором должны быть отражены требования к условиям возделывания, а также сведения о его влиянии на почвы и ландшафты в связи с особенностями биологии и агротехники.

Методология формирования технологии заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции (табл. 1). Количество их зависит от сложности экологической обстановки и уровня планируемой урожайности.

Различные сочетания факторов и интенсивность их проявления определяют набор технологических операций, которые выполняются разными средствами (наборами рабочих органов машин и т.п.) как в пространственном, так и временном аспекте в связи с изменением погодных условий. Из-за разнообразия условий набор вариантов технологий может быть весьма велик, что требует их систематизации. Для этой цели следует определять базовые технологии и технологические модули.

Базовая технология — совокупность взаимосвязанных технологических операций по возделыванию сельскохозяйственной культуры (с заданными количественными, качественными характеристиками и технико-экономическими показателя-

ми), выполняемых в наиболее благоприятных условиях. Базовая технология состоит из звеньев (севооборота, системы обработки почвы и посева, системы удобрения, защиты растений, уборки урожая, послепоборочной обработки зерна, хранения и т.п.), в которые входят блоки. В частности, система обработки почвы и посева имеет блоки: основная обработка, предпосевная обработка, уход за посевами, посев. Блоки могут состоять из одной или нескольких технологических операций. В зависимости от агроэкологических факторов одни и те же блоки могут иметь различные варианты исполнения, которые называются технологическими модулями. Например, в базовой технологии возделывания яровой пшеницы в сложных эрозионных ландшафтах лесостепной зоны Западной Сибири основная обработка почвы рыхлителем СибИМЭ на относительно чистых от сорняков полях может быть заменена чизелеванием (чизельный модуль), при сравнительно малых уклонах — обработкой плоскорезом-глубокорыхлителем (плоскорезный модуль), на слишком пересохших почвах — параплау, при высокой засоренности определенными сорняками или при применении навоза — вспашкой плугом. При возделывании этой же культуры в условиях проявления дефляции в зависимости от уплотнения почвы и засоренности полей мелкую плоскорезную обработку почвы можно заменять глубокой плоскорезной или нулевой (табл. 2).

Несколько технологических модулей может входить в блок посева — узкорядный, широко-рядный, точный высев, в звене защиты

## Основные факторы, учитываемые при формировании технологий возделывания сельскохозяйственных культур

Уровни интенсивности технологий, группы товаропроизводителей	Экологические ограничения производства по нормативам	Природные лимитирующие факторы			Фитосанитарные
		агроклиматические	литолого-геоморфологические и гидрологические	почвенные	
Нормальные технологии	Потери почвы от водной и ветровой эрозии	Фотосинтетически активная радиация	Расчлененность территории	Содержание гумуса	Засоренность сорняками
Интенсивные	Высокоинтенсивные	Влагодобеспеченность	Абсолютная высота над уровнем моря	состав Минералогический состав	различных категорий
Для товаропроизводителей:	Нагрузка удобрениями	Теплообеспеченность	Крутизна и экспозиция склонов	Поглотительная способность	Зараженность патогенными микроорганизмами
коллективных	Нагрузка пестицидами и биологически активными веществами	Ветровой режим	Податливость водной эрозии с учетом литологии	Водно-физические свойства	Наличие в почве вредителей
индивидуальных	Нагрузка тяжелыми металлами	Экстремальные погодные условия	почвообразующих пород	Скелетность	Загрязненность тяжелыми металлами и другими токсикантами
			Литогенез (выходы на поверхность древних пород с неблагоприятными свойствами)	Каменистость	Загрязненность радионуклидами
			Переувлажнение	Эродированность	
				Наличие оподзоленного или осолоделого горизонта	
				Оглеение	
				Солонцеватость	
				Засоленность	
				Кислотность	
				Щелочность	
				Количество растительных остатков в почве и на поверхности	

Технологические операции по преодолению факторов, ограничивающих возделывание яровых зерновых колосовых культур в лесостепной и степной зонах, средствами механической обработки почвы

агроклиматические условия, КУ 0,6-0,8	Лимитирующие факторы		фитосанитарные	Основная обработка почвы	Предпосевная обработка
	геоморфологические	почвенные			
Умеренная засушливость, КУ 0,6-0,8	Ограничений нет	Ограничений нет		Без обработки	Рыхление на глубину посева
То же	То же	Засоренность		Вспашка с оборотом пласта	Рыхление на 10-12 см с подрезанием сорняков
» »	Уплотнение	Ограничений нет		Чизелевание	Рыхление на глубину посева
» »	»	То же		Глубокое чизелевание	Рыхление на глубину посева
» »	Эрозионный ландшафт	»		Глубокое рыхление с активным крошением	То же
» »	То же	Сильное уплотнение		Глубокое рыхление (параплау)	
» »	»	Ограничений нет	Засоренность корнеотпрысковыми сорняками	Глубокое рыхление с подрезанием сорняков (стойки СИБИМЭ)	Рыхление на 10-12 см с подрезанием сорняков и одновременным внесением удобрений
» »	Ограничений нет	Солонцеватость	Ограничений нет	Глубокое рыхление стойками СИБИМЭ	Рыхление на глубину посева
Засушливость, КУ 0,3-0,5, активный ветровой режим	»	Ограничений нет	То же	Без обработки	Рыхление на глубину посева
»	»	Уплотнение	»	Мелкая плоскорезная обработка	То же
»	»	Сильное уплотнение	»	Глубокая плоскорезная обработка	»
»	»	Очень сильное уплотнение	»	Глубокое рыхление параплау	»
»	»	Солонцеватость	»	Глубокое рыхление стойками СИБИМЭ	»

Примечание. Уплотнение во всех рассмотренных случаях связано с тяжелосуглинистым, глинистым гранулометрическим составом и пересыханием почвы.

растений — химический, биологический, комбинированный модули, в звене уборки зерновых — прямое комбайнирование, раздельная уборка с измельчением и разбрасыванием соломы или ее уборкой и т.д.

Наряду с адаптацией технологий возделывания сельскохозяйственных культур к природным условиям не менее важное значение имеет дифференциация их в соответствии с различными уровнями интенсификации производства. К сожалению, этой стороне проблемы уделялось значительно меньше внимания. Для ее разработки необходима достаточно солидная экспериментальная основа из-за сложности системных связей между производственно-ресурсным потенциалом, параметрами технологий и урожайностью. В качестве примера решения этой задачи могут быть рассмотрены некоторые итоги наших полевых экспериментов в лесостепной зоне Западной Сибири [2, 3].

Разработка технологий возделывания сельскохозяйственных культур осуществлялась в системе многофакторных опытов по блокам взаимодействия: севообороты — удобрения — пестициды; сроки сева — нормы высева — удобрения — пестициды и т.д. Далее с учетом результатов этих исследований закладывались интегральные многофакторные опыты по изучению взаимодействия отобранных севооборотов и систем обработки почвы при различных уровнях интенсификации, в том числе таких, при которых обеспечиваются максимальные урожайность (для выявления потенциала продуктивности агроценозов), прибыль и окупаемость вложений. Подробное описание объектов и результаты ис-

следований даны в уже опубликованных наших работах [2, 3].

Как видно из табл. 3, замена этого пара овсом на удобренном фоне существенно повышает выход зерна с 1 га севооборотной площади. В случае замены его кукурузой на том же фоне удобрений выход зерна несколько сокращается, но выход кормовых единиц сильно возрастает. Приведенные материалы согласуются с ранее полученными данными [4] для лесостепного Зауралья на выщелоченных черноземах, эти данные свидетельствуют о преимуществе зернопаровых севооборотов перед беспаровыми на удобренных фонах и о большом преимуществе зерновых и кормовых севооборотов перед зернопаровыми при компенсации дефицита азота в почвах минеральными удобрениями.

Таким образом, при оптимальной обеспеченности удобрениями и гербицидами в лесостепной зоне чистый пар может быть заменен овсом или ячменем, если необходимо добиться максимального производства зерна в хозяйствах узкой специализации (преимущественно откормочных), а также однолетними травами или кукурузой на силос — в хозяйствах молочного направления. Разумеется, решение этой задачи требует дополнительной мобилизации трудовых ресурсов и техники из-за усиления пиковых нагрузок.

Изучение систем основной обработки почвы при различном уровне интенсификации показало (табл. 4), что без применения удобрений и гербицидов наибольшая урожайность зерновых культур обеспечивается при вспашке благодаря более интенсивной минерализации органического вещества и высвобождению

Т а б л и ц а 3

**Эффективность севооборотов (выход зерна и кормопротеиновых единиц, т на 1 га севооборотной площади) в лесостепной зоне Западной Сибири (Новосибирская область)**

Удобрения	Выщелоченный чернозем, северная лесостепь Приобья, в среднем за 1986—1988 гг.		Лугово-черноземная почва, южная лесостепь, в среднем за 1983—1988 гг.	
	зерно	КПЕ	зерно	КПЕ
<i>Зернопаровой: пар — пшеница — пшеница — ячмень</i>				
0	1,86	1,91	1,81	2,17
40N40P	2,27	2,27	2,09	2,52
80N80P	2,22	2,27	2,08	2,50
<i>Зернотравяной: викоовес на зеленую массу — пшеница — пшеница — ячмень</i>				
0			1,57	2,31
40N40P			1,95	2,83
<i>Зернопропашной: кукуруза — пшеница — пшеница, ячмень</i>				
0			1,63	1,93
40N40P			1,93	3,26
<i>Зернопропашной: кукуруза — пшеница</i>				
0	1,28	2,73	1,28	3,67
40N40P	1,57	3,36	1,51	4,14
<i>Зерновой: овес — пшеница — пшеница — ячмень</i>				
0	2,04	1,91	2,03	2,34
40N40P	2,63	2,45	2,41	2,78
80N40P	2,86	2,64	2,61	3,02

Примечание. Во всех севооборотах высевалась яровая пшеница.

элементов питания, а также наибольшей эффективности в борьбе с сорняками. Минимизация обработки без применения удобрений и гербицидов приводит к снижению урожайности зерновых культур даже в зернопаровом севообороте, не говоря уже о беспаровых. Снижение урожайности усиливается с удалением от пара. На фоне удобрений и гербицидов 2,4-ДА урожайность зерновых по вариантам обработки, включая нулевую, значительно выравнивается, а при полном комплексе мероприятий по защите растений от сорняков, болезней и вредителей становится практически одинаковой.

Следовательно, переход к почвозащитным системам обработки почвы и ее минимизации при соответствующих природных предпосылках — закономерное следствие интенсификации земледелия, так как возрастание затрат химической энергии в виде удобрений и пестицидов, на которые в значительной мере перекладываются функции регулирования питания и защиты растений, предполагает сокращение затрат механической энергии.

Факторы интенсификации, особенно средства химизации, существенно влияют на сроки сева и нормы высева семян. Без их применения сев зерновых культур проводит-

Урожайность зерновых культур (т/га) в 5-польном зернопаровом севообороте на выщелоченном черноземе Приобья в зависимости от системы основной обработки почвы при использовании гербицида 2,4-ДА (числитель) и комплекса\* препаратов по защите растений (знаменатель) в среднем за 1986—1989 гг.

Удобрения**	Культуры севооборота				
	1 — пшеница по пару	2 — пшеница	3 — овес	4 — пшеница	в среднем
<i>Вспашка в пару и под зерновые</i>					
Без удобрений	4,20	2,21	2,28	1,44	2,53
	4,55	2,68	2,51	1,92	2,92
NP	4,41	2,80	2,88	3,24	3,33
	4,74	3,60	3,11	4,02	3,87
<i>Глубокие плоскорезные обработки в пару и под зерновые</i>					
Без удобрений	3,99	2,06	1,98	1,22	2,31
	4,41	2,58	2,28	1,58	2,71
NP	4,30	2,56	2,43	2,75	3,01
	4,56	3,54	2,98	3,80	3,72
<i>Мелкие плоскорезные обработки в пару и под зерновые</i>					
Без удобрений	3,93	1,91	1,88	1,09	2,20
	4,38	2,31	2,20	1,45	2,59
NP	4,28	2,49	2,35	2,66	2,95
	4,43	3,28	2,84	3,70	3,56
<i>Гербициды в пару (нулевая)</i>					
Без удобрений	3,89	1,91	1,90	0,94	2,16
	4,39	2,28	2,24	1,24	2,54
NP	4,21	2,48	2,44	2,63	2,94
	4,40	3,33	2,95	3,71	3,60

\* Препараты: иллоксан, ретардант хлорхолинхлорид, тилт, 2,4-ДА.

\*\* 120P в пару на севооборот, 40N — под 2-ю, 80N — под 3-ю и 4-ю культуры.

ся в более поздние сроки с тем, чтобы спровоцировать появление всходов сорняков и уничтожить их предпосевной обработкой. При использовании удобрений, фунгицидов, ретардантов вегетация растений удлиняется и появляется опасность получения морозобойного зерна, в связи с чем сев проводится раньше.

Следует, наконец, особо подчеркнуть высокий системный эффект взаимодействия удобрений и пестицидов, меняющий представления об

эффективности удобрения, которые сложились по нормативам приривавок урожая в однофакторных опытах. В производственных опытах в северной лесостепи Новосибирской области средняя урожайность яровой пшеницы, возделываемой по высокоинтенсивной технологии, была на 0,8—0,9 т/га больше, чем при использовании того же количества удобрений, но без пестицидов и ретардантов (табл. 5).



**Урожайность яровой пшеницы (т/га) на выщелоченных черноземах  
в производственных опытах (Новосибирская область)**

Хозяйство	Технология без блока защиты от болезней, вредителей и полегания				Интенсивная технология, полный цикл			
	1985 г.	1986 г.	1987 г.	в среднем	1985 г.	1986 г.	1987 г.	в среднем
ОПХ								
«Элитное»	3,55	4,02	5,54	4,36	4,62	4,52	6,27	5,14
Колхоз								
«Большевик»	—	3,68	3,60	3,64	—	4,47	4,26	4,50

Таким образом, применение удобрений, мелиорантов, средств защиты растений от болезней, вредителей, полегания создает предпосылки для углубления специализации севооборотов, сокращения доли чистого пара, минимизации обработки почвы вплоть до полного отказа от нее, уменьшения норм высева семян, маневрирования сроками сева и другими агроприемами.

Очевидно, применительно к разной обеспеченности производственными ресурсами, особенно удобрениями и другими средствами химизации, должны разрабатываться различные варианты технологий.

Исходя из криволинейной зависимости урожайности от обеспеченности этими средствами целесообразно ориентировать разработку технологий на несколько уровней интенсификации. Количество их зависит от биоклиматического потенциала. Как видно из рисунка, в южной лесостепи Западной Сибири технологии возделывания зерновых культур могут быть ориентированы на 2 уровня, в северной лесостепи — на 3 уровня.

В целях унификации оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур по интенсив-

ности предлагается рассматривать четыре их категории.

1. *Экстенсивные технологии*, ориентированные на использование естественного плодородия почв без применения удобрений и других химических средств или с очень ограниченным их использованием.

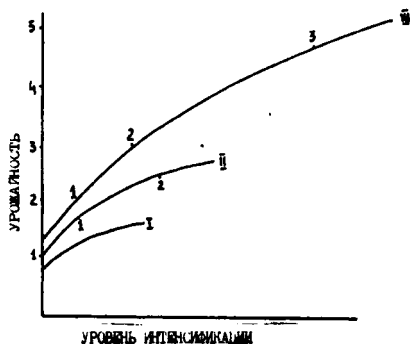
2. *Нормальные технологии*, обеспечивающие устранение острого дефицита минеральных элементов питания, находящихся в критическом минимуме, ориентированные на создание и поддержание среднего уровня окультуренности почв, предотвращение деградации почв и ландшафтов (эрозии, дефляции, загрязнения), отвечающие минимальным требованиям построения адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

3. *Интенсивные технологии*, обеспечивающие оптимальный (по условиям максимальной окупаемости производственных ресурсов) уровень минерального питания растений и защиты от сорняков, болезней, вредителей, полегания посевов. Продуктивность культуры при этом уровне вложения ресурсов отвечает концу прямолинейного участка кривой (рисунок). При этом обеспечивается заданное качество продукции.

4. *Высокоинтенсивные техноло-*

гии, рассчитанные на достижение максимальной прибыли с учетом экологических ограничений техногенеза. При этом достигается близкая к потенциально возможной при современном уровне научно-технического прогресса урожайность культуры (до выхода на плато, см. рисунок).

Технологии 3-го и 4-го уровней принципиально отличаются от традиционных по набору технических, агрохимических, биологических средств. Высокие технологии предполагают не только обеспечение оптимального уровня минерального питания растений и соответствующую защиту от сорняков, болезней и вредителей, но и качественно отличные способы предпосевной обработки почвы с помощью специальных машин, посев на одинаковую глубину сеялками точного высева, адекватную систему ухода за посевами с использованием прецизионных опрыскивателей, уборку



Урожайность яровой пшеницы (т/га) при различных уровнях интенсивности ее возделывания (1, 2, 3) на черноземе южном степной зоны (I), на черноземе обыкновенном южной лесостепи (II), на черноземе выщелоченном северной лесостепи (III) Западной Сибири.

урожая высокопроизводительными техническими средствами. Вся эта система должна осуществляться при особом внимании к мероприятиям и агроприемам, обеспечивающим экологическое благополучие ландшафта.

При разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур в условиях складывающейся многоукладной экономики возникает необходимость их дифференциации применительно к различным формам организации труда, особенно малочисленным коллективам. Особенности их технологического обеспечения — узкая специализация севооборотов, подбор культур с растянутыми сроками сева и уборки урожая для уменьшения напряженности полевых работ, повышение доли пара, совмещение технологических операций по предпосевной обработке почвы, внесению удобрений, пестицидов, севу и т.д.

Таким образом, разработка технологий возделывания сельскохозяйственных культур должна осуществляться в соответствии с их агроэкологическими требованиями и средообразующим влиянием применительно к конкретным агроландшафтам в пределах данной агроэкологической группы земель, определенному уровню интенсификации (производственно-ресурсному потенциалу товаропроизводителя), различным формам организации труда в расчете на запланированную урожайность и качество продукции в системе экологических ограничений техногенеза.

Для формирования государственной технологической политики следует создавать региональные и федеральные регистры технологий про-

изводства сельскохозяйственной продукции, включающие типизированные базовые технологии и технологические модули, определенным образом зарегистрированные на том или ином уровне на основе их производственной проверки и сертификации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Кирюшин В.И.* Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. Пущино, 1993. — 2. *Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Иодко Л.Н.* Влияние различных способов обработки на

плодородие выщелоченных черноземов Приобья. — Почвоведение, 1991, № 3, с. 97—106. — 3. *Кирюшин В.И., Южаков А.И., Романова Н.Л., Власенко А.Н.* Моделирование зональных систем земледелия на основе полевых экспериментов. — Вестн. с.-х. науки, 1990, № 8, с. 99—105. — 4. *Овсянников В.И., Овсянникова С.М., Харин Г.Н., Никифорова К.И., Попов Г.П.* Взаимодействие между продуктивностью севооборотов и азотными удобрениями. — Сиб. вестн. с.-х. науки, 1982, № 2, с. 3—8.

*Статья поступила 6 декабря 1995 г.*

#### SUMMARY

On line with principles of adaptivelandscap farming, the methods of forming packages of technologies for crop cultivation with reference to different agroecological land groups, certain levels of production intensification and forms of labour organization considering ecological limitations on technogenesis have been developed.