

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПО ИНТЕНСИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В СИБИРИ

И. Н. Шарков

*Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук,  
г. Новосибирск, Россия  
[humus3@yandex.ru](mailto:humus3@yandex.ru)*

**АННОТАЦИЯ.** интенсивные технологии ориентированы на получение максимальной урожайности культур. При оптимальной экономической системе в аграрном секторе такая урожайность должна обеспечивать хозяйствам и максимальную прибыль. Применение интенсивных технологий осложняется непредсказуемостью погодных условий. Для уменьшения ущерба предлагается балансовый метод определения доз удобрений, основанный на установлении минимального содержания в почве доступных растениям форм N, P и K, при которых внесение удобрений в режиме компенсации отчуждения элементов с поля будет обеспечивать получение максимальной урожайности культур в вегетационные периоды с относительно благоприятными погодными условиями.

**Ключевые слова:** плодородие почвы, интенсивная технология, погодные условия периода вегетации.

В Сибири выращиваются преимущественно яровые зерновые культуры – пшеница, ячмень, овес и др., доля которых в общей посевной площади в Сибирском федеральном округе (СФО) составляет немногим более 60%. В структуре зерновых и зернобобовых культур доля озимых зерновых, потенциально более урожайных, составляет в СФО 3–4%, тогда как в целом в России 35–40%. Хотя и медленно, растениеводство Сибири движется в направлении освоения мало- и интенсивных технологий, что особенно заметно в последние 5–7 лет. Так, в СФО при среднем за год применении удобрений в период 2017–2019 гг. 16 кг д.в./га среднегодовая урожайность зерновых и зернобобовых культур составила 16,9 ц/га, в 2020–2022 гг. эти показатели существенно возросли – 32 кг д.в./га и 18,9 ц/га [1]. Основные массивы зерновых в Сибири размещены в лесостепной зоне с относительно благоприятными почвенно-климатическими условиями. Результаты научных учреждений и опыт передовых хозяйств показывают, что за счет интенсификации технологий среднегодовая урожайность зерновых в этой зоне может быть повышена до 3,5–4,0 т/га.

Интенсификация технологий оправдана, если увеличивает хозяйству прибыль. Для этого в стране должна быть сформирована

благоприятная для земледельцев финансово-экономическая система. Центральным ее звеном является соотношение цен между реализуемой хозяйствами продукцией и приобретаемыми для ее производства техногенными ресурсами, прежде всего, удобрениями и средствами защиты растений. Незрелость такой системы – одна из главных причин медленного освоения хозяйствами Сибири интенсивных технологий выращивания зерновых культур [2].

Ведущим средством интенсификации агротехнологий на старопахотных почвах являются минеральные, прежде всего, азотные удобрения. Известная зависимость урожайности культур от доз удобрений показана на рис. 1. Рациональное использование удобрений основано на стремлении хозяйств увеличивать прибыльность агротехнологий. Здесь возможны три ситуации: 1) у хозяйства отсутствуют минеральные удобрения, 2) удобрения имеются в ограниченном количестве и 3) удобрений достаточно для освоения интенсивных технологий выращивания культур. В первой ситуации хозяйство вынуждено получать урожаи за счет мобилизации почвенных ресурсов, используя экстенсивные технологии. Чтобы получить наибольшую прибыль от удобрений при их ограниченном количестве, хозяйство должно

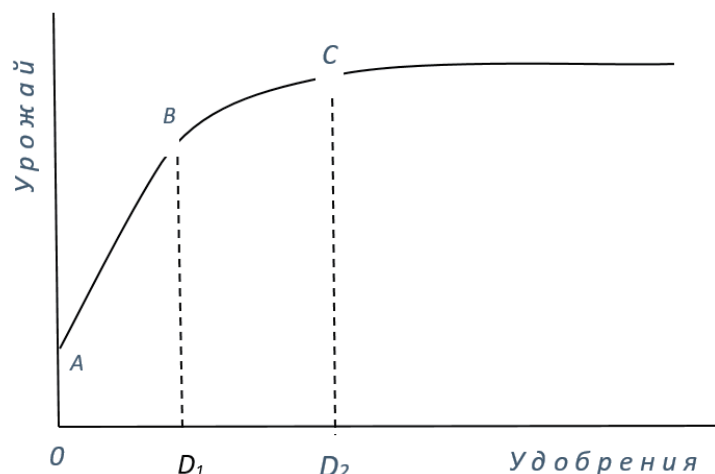


Рисунок 1. График зависимости урожайности культуры от дозы удобрения (пояснения в тексте) необходимо улучшить это свойство и 3) выбору наиболее эффективных средств этого улучшения. Попытки повышения плодородия почвы без связи с текущей продуктивностью культур и экономикой производства – это получение, в лучшем случае, низкой окупаемости затрачиваемых ресурсов, в худшем – убытков с неблагоприятными экологическими последствиями.

ориентироваться на малые и средние дозы, при которых обеспечивается максимальная окупаемость действующих веществ прибавкой урожая – интервал  $0-D_1$  (см. рис. 1). Этот интервал характеризует так называемые малоинтенсивные агротехнологии. При достаточном количестве удобрений в хозяйстве для дальнейшего увеличения прибыли следует ориентироваться на получение максимальной урожайности культур – интервал доз  $D_1-D_2$  (см. рис. 1). Дело в том, что, хотя точка В графика характеризует начало существенного падения окупаемости удобрения прибавкой урожая, доход в начале кривой ВС графика может быть больше, чем в точке В (прирост урожайности еще с лихвой компенсирует падение окупаемости). Однако понятно, что ориентироваться на дозы, превышающие  $D_1$ , необходимо с осторожностью, поскольку при отсутствии прогноза погоды в отдельные (засушливые) годы неизбежно попадание в область неэффективного использования удобрений – на плато графика.

Таким образом, интенсивные технологии предполагают получение наибольшей прибыли с гектара посева благодаря полному удовлетворению потребностей культур в элементах питания за счет удобрений и обоснованного применения средств защиты растений. При благоприятном для земледельцев соотношении цен между зерном и средствами интенсифика-

ции среднегодовая урожайность культур при использовании интенсивных технологий должна постепенно приблизиться к максимальной среднегодовой урожайности, обусловленной климатическими ресурсами территории.

Как при этом должно обеспечиваться воспроизводство почвенного плодородия? Прежде всего, отметим, что воспроизводство плодородия (управление плодородием) почвы должно рассматриваться в качестве составной части системы управления продуктивностью культур в севообороте. Суть этой системы заключается в определении на каждом поле цепочки лимитирующих урожайность факторов и последовательном их улучшении с помощью наиболее эффективных агроприемов. Чаще всего эти факторы относятся к одному из 3-х блоков: почве, агрофитоценозу, погодным условиям вегетационного периода. Соответственно этому управление производственным процессом растений сводится к регулированию либо плодородия почвы, либо фитосанитарной ситуации в посевах. Погодные условия практически не поддаются регулированию, но ими в значительной степени определяются действие на растения других лимитирующих факторов. Сущность управления плодородием почвы сводится к решению 3-х задач: 1) отысканию свойства почвы, лимитирующего урожайность культур, 2) определению предела, до которого

Чаще всего управление плодородием на зональных почвах сводится к оптимизации питания культур макроэлементами – азотом, фосфором и калием, а на кислых – и регулированию кислотно-щелочного равновесия среды с помощью извести. Хорошо известными подходами к установлению потребностей культур в элементах минерального питания на сибирских почвах являются: для азота – определение нитратов в слое 0–40 см [3], фосфора и калия – оценка содержания подвижных их соединений в пахотном слое (ГОСТ 26204–91). На основании этих подходов предложено немало способов расчета доз удобрений. Однако необходимо отметить, что попытки точного расчета доз для получения той или иной урожайности культур зачастую обесцениваются неблагоприятными погодными условиями вегетационного периода, которые пока невозможно предсказывать. Вследствие этого запланированный и фактический урожай могут различаться в несколько раз. Результаты полевых опытов в лесостепи Западной Сибири показали [4, 5], что определяющее влияние на величину урожая зерновых культур оказывают погодные условия июня и июля. Исследования лаборатории плодородия почв СибНИИЗиХ СФНЦА РАН показали, что в зависимости от погодных условий вегетационного периода (гидротермического коэффициента (ГТК) Селянинова за июнь – июль) урожайность яровой пшеницы в одних и тех же вариантах полевого опыта на черноземе выщелоченном изменялась почти в 3 раза (рис. 2).

Поэтому при выращивании культур по интенсивным технологиям правильнее, на наш

взгляд, ориентироваться на балансовый метод определения доз удобрений. Необходимым условием его использования является определение в качестве ориентиров уровней содержания в почве подвижных форм N, P и K, которые должны воспроизводиться (поддерживаться) неограниченно долго с помощью удобрений. Это должны быть такие минимальные уровни, при которых внесение удобрений под культуры в режиме компенсации отчуждения этих элементов с поля будет обеспечивать получение максимальной урожайности культур в вегетационные периоды, благоприятные по погодным условиям для данной территории. Например, для центральной лесостепи Западной Сибири благоприятными для зерновых культур можно считать вегетационные периоды, у которых ГТК Селянинова за июнь – июль находится в пределах 1,0–1,5. Максимальные урожаи культур, которые при этом могут быть получены при использовании интенсивных технологий, можно определить по результатам уже проведенных полевых опытов. Если по каким-либо причинам полученная урожайность культуры и, соответственно, отчуждение с поля элементов питания окажутся существенно ниже запланированных величин, на следующий год на этом поле дозы удобрений должны быть уменьшены на соответствующую величину. Для фосфора и калия необходимые минимальные уровни содержания их подвижных форм в почве могут определяться на основании соответствующих методов – Кирсанова, Чирикова и др. Для азота это может осуществляться на основании определения азотмине-

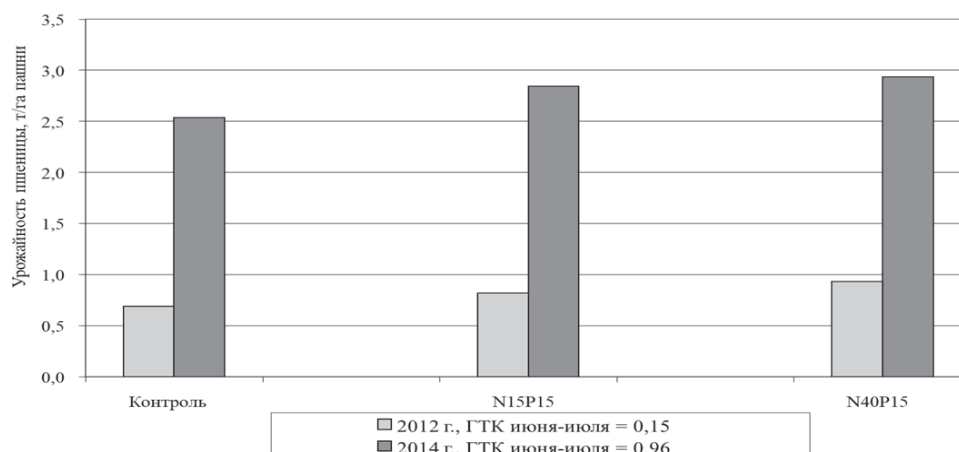


Рисунок 2. Урожайность зерна в севообороте чистый пар – пшеница – пшеница в годы с разными погодными условиями июня – июля

рализующей способности почвы по содержанию в ней легкоминерализуемого органического вещества.

Таким образом, данная схема балансового метода определения доз удобрений позволяет создавать и поддерживать на каждом поле такой минимально необходимый уровень минерального питания растений, который будет достаточным для получения максимальной урожайности культур в благоприятные по погодным условиям годы. В засушливые годы урожайность будет ниже и, как следствие, произойдет некоторый перерасход удобрений. Это является неизбежной платой за стремление получать максимальные урожаи без знания точного прогноза погоды на период вегетации культур. Однако балансовый метод позволяет учесть этот перерасход путем корректировки

доз удобрений на данном поле на следующий год, в результате чего воспроизводство минимально необходимых уровней содержания подвижных форм N, P и K будет обеспечиваться на каждом поле и в целом в севообороте.

Можно полагать, что освоение интенсивных технологий возделывания культур исключит необходимость заниматься специальным регулированием других свойств почвы, в частности, агрофизических и биологических. Поддержание их на должном уровне будет обеспечиваться благодаря большим количествам растительных остатков, рациональным приемам почвообработки, а в особых случаях – использованием почвозащитных мероприятий, исключающих потери почвы от эрозии и дефляции.

## THE BASIC PRINCIPLES OF SOIL FERTILITY MANAGEMENT IN THE CULTIVATION OF GRAIN CROPS USING INTENSIVE TECHNOLOGIES IN SIBERIA

*I. N. Sharkov*

*Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Novosibirsk, Russia  
[humus3@yandex.ru](mailto:humus3@yandex.ru)*

**ABSTRACT.** Intensive technologies are oriented to obtaining maximum crop yields. In an optimal economic system in the agricultural sector, such yields should provide farms with maximum profit. Application of intensive technologies is complicated by unpredictable weather conditions. To reduce the damage, we propose a balance method of determining fertilizer doses, based on the establishment of the minimum content of N, P and K forms available to plants in the soil, at which the application of fertilizers in the mode of compensation for the alienation of elements from the field will provide maximum crop yields in growing seasons with relatively favorable weather conditions.

**Keywords:** *soil fertility, intensive technology, weather conditions of the growing season*

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Социально-экономические показатели по субъектам Российской Федерации // URL: <http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/47652> (дата обращения: 15.02.2023).
- 2 Шарков И. Н. Интенсификация агротехнологий – главный приоритет сибирского земледелия // Наука и технологии Сибири. 2021. № 3. С. 13–19.
- 3 Гамзиков Г. П. Практические рекомендации по почвенной диагностике азотного питания полевых культур и применению азотных удобрений в сибирском земледелии. М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 48 с.
- 4 Холмов В. Г., Юшкевич Л. В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелие лесостепи Западной Сибири. Омск: Изд-во ФГОУ МПО ОмГАУ, 2006. 396 с.
- 5 Шарков И. Н., Колбин С. А. Влияние погодных условий вегетационного периода на урожайность яровой пшеницы и эффективность азотного удобрения в лесостепи Приобья // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2020. № 1. С. 33–41.