

И.Г. Ковшик

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
АГРОТЕХНИКИ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Методические рекомендации



Благовещенск 2020

И.Г. Ковшик

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АГРОТЕХНИКИ ЗЕРНОВЫХ
КУЛЬТУР В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Методические рекомендации

Благовещенск
Издательство
Дальневосточного государственного аграрного университета
2020

УДК 631.5:633.1(571.61)

ББК 41.4я7

К56

К56 Ковшик, Иван Григорьевич

Совершенствование агротехники зерновых культур в Амурской области : методические рекомендации / канд. с.-х. наук И. Г. Ковшик. – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2020. – 27, [1] с.

ISBN 978-5-9642-0495-4

Приведены результаты многолетних исследований по применению удобрений на планируемую урожайность зерновых культур в Амурской области. Обоснована необходимость повышения экономической эффективности системы удобрений. На примере яровой пшеницы даны рекомендации по сбалансированному применению азотно-фосфорных удобрений на основе данных агрохимического обследования почв и расчёта доз удобрений балансовым методом. Приведены методы контроля за состоянием растений в течение вегетационного периода, защиты урожая от фитопатогенов, применения гербицидов и регуляторов роста. Предназначены для широкого круга специалистов сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности, занимающихся растениеводством.

УДК 631.5:633.1(571.61)

ББК 41.4я7

Печатается при финансовой поддержке
некоммерческой организации «Фонд содействия
кредитованию субъектов малого
и среднего предпринимательства Амурской области»

© Ковшик И.Г., 2020

ISBN 978-5-9642-0495-4

© Оформление. Изд-во Дальневост.
гос. аграр. ун-та, 2020

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии со стратегией развития агропромышленного комплекса Амурской области производство зерновых культур увеличивается с 360 тыс. тонн в 2018 году до 1066,1 тыс. тонн в 2024 году.

Продуктивность зерновых культур зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются наличие влаги в почве, обеспеченность растений элементами питания, выбор наиболее продуктивных сортов; защита посевов от сорняков, вредителей и болезней.

Потенциальная продуктивность зерновых достигается при создании комплекса оптимальных условий для роста и развития растений. Исключение, даже частичное, одного из факторов приводит к значительному недобору урожайности.

Для получения максимальной урожайности зерновых культур наиболее важным является первый период вегетации – всходы–кущение. В это время у растений имеется три листа и развивается четвёртый. Если в этот период влажность верхнего слоя почвы достаточная, содержание элементов питания оптимальное и невысокие температуры, кущение проходит нормально. При недостатке указанных факторов слабо развиваются вторичные корни, колосковых и цветочных бугорков закладывается мало, колос формируется малопродуктивный. Отсутствие вторичных корней снижает урожайность на 30–35 % от возможной величины. Поэтому технологии обработки почвы, посева, и уход за посевами должны быть направлены на сохранение влаги и уничтожение сорняков при качественном проведении всех агроприёмов.

В почвенно-климатических условиях Амурской области величина урожая и качество зерна на 60–65% зависит от правильного применения минеральных удобрений. Важно на протяжении всей вегетации культур управлять ростом и развитием растений. При этом особое внимание необходимо уделять регулированию процессов минерального питания.

1 Комплексная диагностика минерального питания зерновых культур

Непременным условием ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур является оптимальное обеспечение растений элементами питания на планируемую урожайность на основе почвенной и растительной диагностики.

По обобщённым данным полевых опытов на формирование 1 т зерна пшеницы требуется 34 кг азота, 12 кг фосфора и 25 кг калия; ячменя – 27 кг азота, 11 кг фосфора и 14 кг калия; овса – 24 кг азота, 15 кг фосфора и 18 кг калия. На формирование 1 т зерна кукурузы количество элементов питания требуется близкое к таковому у пшеницы: 30 кг азота, 12 кг фосфора и 27 кг калия.

В зависимости от содержания элементов питания в почве, погодных условий и сортовых особенностей культур оптимальные дозы удобрений несколько изменяются.

Большое значение имеет диагностика азотного питания. Доступные для растений соединения азота в почве очень подвижны, содержание их в течении сезона может сильно изменяться. Поэтому невозможно составить долгосрочные прогнозы обеспеченности растений азотом. Необходимо ежегодно и оперативно обследовать почвы и посевы.

С 1985 года в опытах и на полях ФГУП «Садовое» и некоторых КФХ на зерновых культурах проводились обследования почв и посевов и совершенствование методов диагностики обеспечения растений азотом.

2 Обследование почв и расчет доз удобрений на планируемую урожайность балансовым методом

Отбор смешанных образцов почвы в поле – ответственная и трудёмкая работа. Неправильно отобранные и проанализированные образцы искажают агрохимическую характеристику почв и обесценивают рекомендации по применению удобрений.

[1]

Для условий Амурской области разработана методика отбора смешанных почвенных образцов на содержание минерального азота ($N_{\text{мин}} = N - NO_3 + NH_4$), обеспечивающая, при соблюдении ряда условий, необходимую надёжность при существенном сокращении затрат на агрохимическое обследование почв. Это возможно при размещении зерновых культур после сои, которая усваивает большое количество азота и, в первую очередь, легкодоступного почвенного, по сравнению с атмосферным, на связывание которого затрачивает большое количество энергии. В итоге соя выравнивает содержание азота в почве в пределах поля, снижая его количество до определенного уровня (табл. 1).

Таблица 1
Содержание $N_{\text{мин}}$ в слое почвы 0–20 см в октябре, после различных культур

Год	Соя		Зерновые		Многолетние травы	
	n*	$N_{\text{мин}}$ кг/га	n	$N_{\text{мин}}$ кг/га	n	$N_{\text{мин}}$ кг/га
1986	45	21	4	27	8	27
1987	9	26	4	49	-	-
1988	60	34	23	43	3	40
1989	62	26	4	49	10	57
1990	61	25	4	17	-	-
1991	35	18	15	22	4	22

n* - число образцов

В полевых севооборотах в производственных условиях содержание минерального азота в почве после сои было меньше, чем после других культур, исключения составляют засушливые годы. Как правило, оно колеблется в пределах 20–25 кг/га.

В специальных опытах с дозами минерального азота, внесённого под сою до посева, было установлено, что содержание минерального азота почвы перед посевом сои, до внесения удобрений, колебалось в пределах 13,3–15,0 мг/кг. При внесении доз азота 30, 60 и 90 содержание $N_{\text{мин}}$ повышалось до 17,4; 19,6 и 23,1 мг/кг, соответственно. (рис. 1)

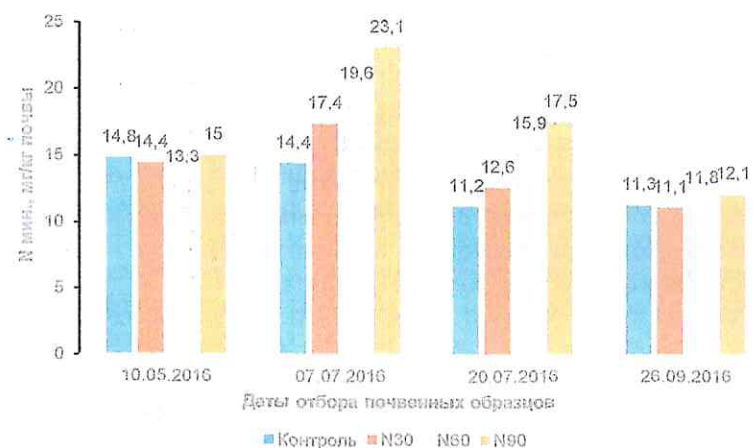


Рис.1. Динамика N_{\min} в почве под посевами сои

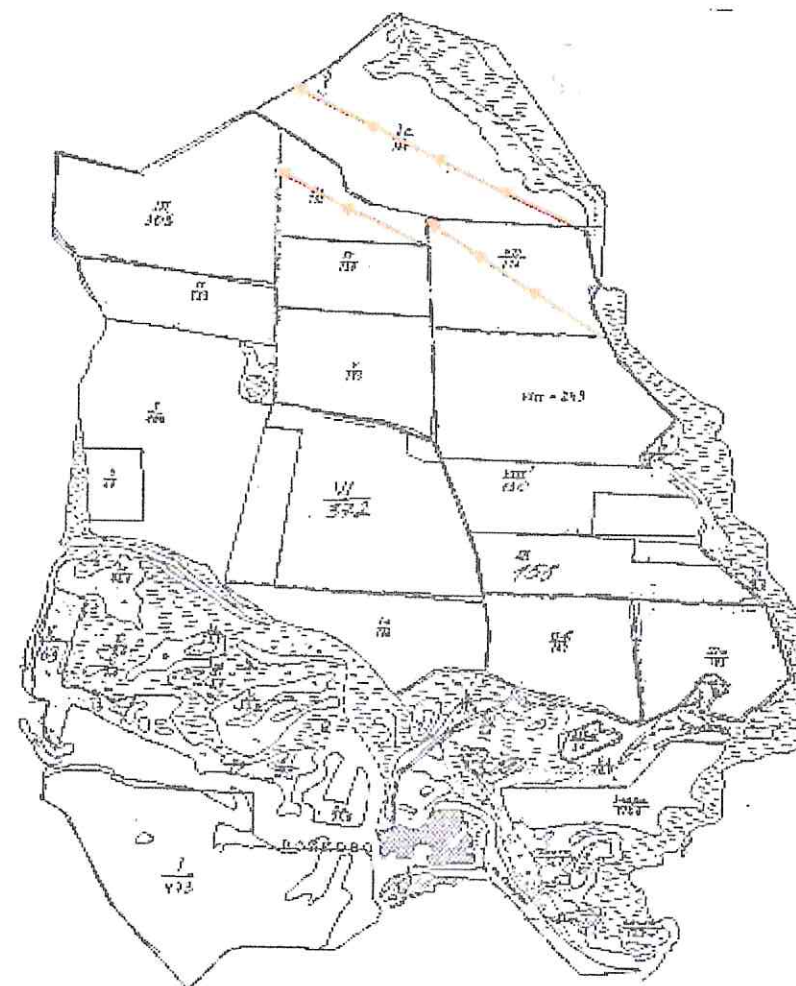
К концу июля содержание минерального азота в почве снизилось до 11,2–17,5 мг/кг, а к концу сентября оно выровнялось по вариантам и составило 11,3–12,1 мг/кг, что соответствовало содержанию N_{\min} 23–24 кг/га.

Такое влияние посевов сои на азотный режим почвы позволяет почвенную диагностику на N_{\min} вести по небольшому количеству (3–5 шт.) смешанных образцов с одного поля. Один смешанный образец составляется из 20 ± 3 индивидуальных проб.

Почвенную диагностику азотного питания ранних яровых культур в условиях Амурской области следует проводить осенью в октябре, когда среднесуточная температура воздуха устанавливается ниже 5°C , или весной, непосредственно перед посевом. Однако отбор почвенных образцов весной трудно осуществлять, так как посев зерновых культур проводится в апреле, когда почва оттаивает на 5–15 см, а почву для анализа следует отбирать на глубину пахотного слоя и вести пересчет азота на пахотный и подпахотный слои почвы.

При отборе почвенных образцов на планово-картографической основе хозяйства (на примере колхоза Войко-

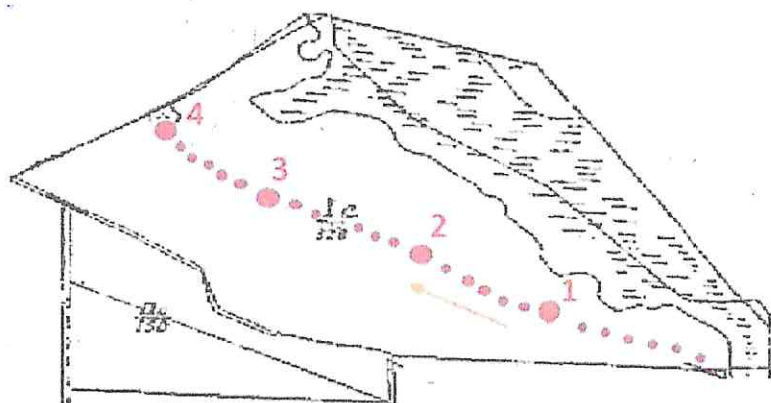
во Константиновского района Амурской области) отмечаются направление маршрута и количество смешанных образцов (рис. 2).



←←← Направление маршрутов отбора почвенных образцов

Рис.2. Планово-картографическая основа хозяйства

На фрагменте схемы обследуемого поля 1с показано направление маршрута отбора смешанных образцов, их местонахождение и количество индивидуальных проб (рис. 3).



- ← Направление маршрута отбора почвенных образцов
 ••• Индивидуальные пробы, 20±3 штук
 ● 1-4 Номера смешанных образцов

Рис.3. Фрагмент плано-картографической основы хозяйства

Наряду с азотом в образцах целесообразно определять другие основные агрохимические показатели: фосфор, калий, рН. Это позволит в последующие годы воспроизвести отбор смешанных почвенных образцов и проследить за изменениями агрохимических показателей за прошедший период.

Имея анализы почвы на содержание минерального азота по полям, можно рассчитывать дозу основного азотного удобрения на планируемую урожайность балансовым методом.

На основании данных полевых опытов нами разработана формула расчета дозы основного азотного удобрения в килограммах на гектар:

$$D_o = \frac{(B - D_p - П)}{C} \cdot 100 \quad (1)$$

где D_o – доза основного удобрения в физической массе, кг/га;

B – потребность растений в азоте на формирование планируемой урожайности, кг/га;

D_p – доза азота, внесенного с аммофосом, при посеве, кг/га;

$П$ – содержание доступного азота в пахотном и подпахотном слоях почвы, кг/га;

C – содержание питательного вещества в удобрении, %

Потребность растений в азоте на формирование основной продукции с учетом побочной рассчитывают по формуле:

$$B = Y \cdot K \quad (2)$$

где Y – планируемая урожайность, ц/га;

K – потребность культуры в азоте на формирование 1 ц урожая, кг/ц. Для пшеницы она равна 3,4; ячменя – 2,7 и овса – 2,4 кг/ц.

Содержание доступного для зерновых культур азота в пахотных и подпахотных слоях почвы на 1 га определяется по формуле:

$$П = (H_a + H_n) \cdot n \cdot v \cdot 10 \cdot 1,3 \quad (3)$$

где $П$ – содержание доступного азота, кг/га;

H_a – содержание аммонийного азота в пахотном слое, мг/кг;

H_n – содержание нитратного азота в пахотном слое, мг/кг;

n – объемная масса почвы, г/см³

v – глубина пахотного слоя, м.

1,3 – коэффициент пересчета доступного азота, на пахотный и подпахотный слой. Этот коэффициент для луговой черноземовидной почвы равен 1,3; для глееватых почв – 1,5; для других почв можно применять среднюю величину (1,4).

Посмотрим расчёт на примере поля № 2, севооборота № 1 ФГУП «Садовое» ВНИИ сои, (Амурская область, Тамбовский район).

Требуется определить дозу внесения аммиачной селитры под пшеницу сорта Арюна при следующих условиях:

U – планируемая урожайность – 30 ц/га

H_a – содержание аммонийного азота в пахотном слое – 3,6 мг/кг;

H_n – содержание нитратного азота в пахотном слое – 4,8 мг/кг;

$в$ – глубина пахотного слоя – 0,2 м;

n – объемная масса почвы – 1,1 г/см³

K – потребность культуры в азоте на формирование 1 ц урожая, – 3,4 кг/ц.

По формуле (2): $30 \cdot 3,4 = 102$ кг.

По формуле (3): $(3,6 + 4,8) \cdot 1,1 \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot 1,3 = 24$ кг/га.

По формуле (1): $(102 - 12 - 24) / 34,5 \cdot 100 = 191,3$ кг/га.

В результате многолетних наблюдений установлено, что при урожайности зерновых культур до 30 ц/га, оптимальной норме высева семян и сбалансированном питании N : P : K, расчётные дозы азотных удобрений, как правило, не оказывают существенного влияния на полегание растений и интенсивность развития болезней. При внесении более высоких доз азота (в расчёте на 35–40 ц/га) необходимо применять ретарданты и фунгициды, особенно в годы с избыточным увлажнением почвы, но это существенно повышает себестоимость зерна. Поэтому, при планировании такой урожайности следует возделывать районированные высокоурожайные короткостебельные сорта. Например, пшеницы сортов германской селекции Тризо или французской Ликомеро и Оробелло.

3 Опыт применения почвенной диагностики в Амурской области

Научно-производственная проверка методики расчёта основной дозы азотных удобрений на планируемую урожайность зерновых культур проводилась в различных хозяйствах и типах почв.

На полях АгроЦентра БАСФ производственные опыты проводили В.Ф. Зенин и А.А. Филимонов. Влияние видов и доз удобрений на урожайность ячменя Ача и пшеницы Арюна изучали на фоне комплекса средств защиты растений. Результаты опытов представлены в таблицах 2 и 3. [2]

Таблица 2
Влияние удобрений на урожайность ячменя

Варианты		Способ внесения удобрений		Урожайность, ц/га
		Основное	Припосевное	
1	Премикс 200 – 0,2 л/га Серто плюс – 0,2 кг/га Рекс С – 0,8 л/га Аммиачная селитра	100	80	31,6
2	Премикс 200 – 0,2 л/га Серто плюс – 0,2 кг/га Рекс С – 0,8 л/га Аммиачная селитра	200	80	37,7
3	Премикс 200 – 0,2 л/га Серто плюс – 0,2 кг/га Рекс С – 0,8 л/га Аммиачная селитра Аммофос	100	70	41,0

Таблица 3
Влияние минеральных удобрений на урожайность пшеницы

Варианты		Способ внесения удобрений		Урожайность, ц/га
		Основное	Припосевное	
1	Серто плюс – 0,2 кг/га			34,6
2	Премикс 200 – 0,2 л/га Серто плюс – 0,2 кг/га Рекс С – 0,8 л/га			36,9
3	Премикс 200 – 0,2 л/га Серто плюс – 0,2 кг/га Рекс С – 0,8 л/га Аммиачная селитра Аммофос	200	70	42,2

Для получения планируемой урожайности 40 ц/га под ячмень необходимо было внести 150 кг/га аммиачной селитры, под пшеницу 230 кг/га. При внесении одних азотных удобрений, в норме 180 кг/га, урожайность ячменя составила 13,6 ц/га. При увеличении дозы азотных удобрений до 280 кг/га урожайность увеличилась на 6 ц/га, и составила 37,7 ц/га. Близкую к запланированной урожайность зерна – 41 ц/га – получен при меньшей дозе основного азотного удобрения и припосевном внесении аммофоса.

Самая высокая урожайность пшеницы 42,2 ц/га получена при внесении близко к расчетной дозе азотных удобрений в сочетании с аммофосом.

Таким образом, при внесении одних азотных удобрений коэффициент их использования составляет 50–83 %. При сбалансированном применении N и P, азотные удобрения используются практически полностью, что исключает потери азота и загрязнение окружающей среды нитратами.

Ведущий научный сотрудник ВНИИ сои кандидат с-х наук М.С. Кузьмин, изучая эффективность факторов интенсификации при различных технологиях основной обработки почвы, получил урожайность пшеницы сорта Дальневосточная 10, близкую к планируемой при внесении удобрений для получения программируемой урожайности [3].

Методику исследований и краткие результаты приводим ниже. Полевые опыты были выполнены на экспериментальном участке ВНИИ сои в 1988–1990 годах.

Зяблевую обработку проводили в одних вариантах плугом, в других культиватором КПЭ-3.8 с приспособлением ППП-3.8. Предпосевная обработка включала лущение и боронование. Сроки посева – апрель. После посева проводили прикатывание. В контроле дозу азотных удобрений рассчитывали на планируемую урожайность 25 ц/га. При этом учитывалось содержание подвижного азота в слое почвы 0–40 см и выноса азота урожаем основной и побочной продукции из расчета 34 кг на 1 тонну зерна. В связи с различным содержанием подвижного азота в почве перед посевом дозы колебались от 36 до 63 кг/га. На повышенном фоне дозы рассчитывали на урожайность 35 ц/га. Они со-

ставляли по годам от 74 до 97 кг/га. Расчет доз азота на планируемые уровни урожайности проводили по методике И.Г. Ковшика, В.Ф. Прокопчук, Э.М. Петрова. [4] Азотные удобрения вносили зернотуковой сеялкой до посева.

При посеве в контрольном варианте вносили P_{18} , а на повышенном фоне – P_{35} . Меры борьбы с болезнями включали обработку семян Витатиурамом с пленкообразователем На КМЦ и обработку посевов Тилтом в дозе 0,5 л/га в период формирования флагового листа. В контрольном варианте семена перед посевом обрабатывали Гранозаном. Регулятор роста ТУР вносили в дозе 4 кг/га д.в. в фазу кущения. Аминную соль в дозе 1 кг д.в. на 1 га вносили в фазу кущения на всех делянках опыта. Подкормку мочевиной в дозе 30 кг проводили также в фазу кущения. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4
Влияние факторов интенсификации на урожайность пшеницы при различных технологиях зяблевой обработки почвы, ц/га

	Варианты	1988	1989	1990	В среднем за три года
1	2	3	4	5	6
Вспашка (A_1)	Контроль (на 25 ц/га)	26,6	24,3	26,4	25,8
	Повышенный уровень питания (на 35 ц/га) – фон	30,9	24,4	26,6	27,3
	Фон + ТУР	33,1	25,5	27,8	28,8
	Фон + м.б. с болезнями	32,0	28,8	33,5	31,4
	Фон + N_{30} (подкормка)	32,1	23,6	26,7	27,5
	Фон + ТУР + м.б. с болезнями	35,4	29,3	36,0	33,6
	Фон + ТУР + N_{30} (подкормка)	35,8	23,7	28,2	29,2
	Фон + м.б. с болезнями + N_{30} (подкормка)	34,6	25,0	33,7	31,1
	Фон + ТУР + м.б. с болезнями + N_{30} (подкормка)	36,8	25,1	37,8	33,2
	Среднее A_1	33,0	25,5	30,7	29,7

Продолжение табл.4

1	2	3	4	5	6
Минимальная (A ₂)	Контроль (на 25 ц/га)	29,2	28,4	27,2	28,3
	Повышенный уровень питания (на 35 ц/га) – фон	32,6	31,0	28,4	30,7
	Фон + ТУР	35,4	33,0	29,6	32,7
	Фон + м.б. с болезнями	34,5	29,2	34,7	32,8
	Фон + N ₃₀ (подкормка)	33,5	30,2	26,9	30,2
	Фон + ТУР + м.б. с болезнями	37,7	33,4	37,4	36,2
	Фон + ТУР + N ₃₀ (подкормка)	38,1	30,6	29,6	32,8
	Фон + м.б. с болезнями + N ₃₀ (подкормка)	34,7	28,4	34,8	32,6
	Фон + ТУР + м.б. с болезнями + N ₃₀ (подкормка)	40,9	32,6	39,4	37,6
	Среднее A ₂	35,2	30,8	32,0	32,7
	НСР ₀₅ для сравнения вариантов В	2,3	4,1	3,6	
	НСР ₀₅ для сравнения вариантов средних по обработкам	1,3	2,5	1,8	

Основную дозы азотных удобрений рассчитывали на урожайность 25 ц/га. По зяблевой вспашке в среднем за три года урожайность составила 25,8 ц/га, а при минимальной обработке – 28,3 ц/га.

Комплекс факторов, включающий применение повышенного фона питания, регулятор роста, фунгициды, обеспечивает ежегодно существенную прибавку урожая пшеницы. В среднем за три года на фоне вспашки прибавка составила 7,8 ц/га, а после минимальной обработки – 7,9 ц/га. Следовательно, фактическая прибавка урожая в указанных вариантах была одинаковой. Однако после минимальной обработки урожайность составила 36,2 ц/га, а после вспашки – 33,6 ц/га.

Значимость того или иного фактора была нестабильной по годам и зависела от гидрометеорологических условий года. Так,

увеличение доз удобрений в расчёте на планируемую урожайность (35 ц/га) ни в один год не обеспечило такой показатель без участия других факторов её получения. Лишь в 1988 году, на повышенном фоне, получены существенные прибавки вне зависимости от способа основной обработки почвы.

При внесении азота около 90 кг/га отмечалось полегание пшеницы. В этих условиях был эффективен препарат ТУР, однако после его внесения отмечались ожоги на развивавшихся листьях. На новых листьях ожогов не было. Влияние ТУРа проявлялось в снижении высоты растений на 15–17 см, утолщении стебля, вследствие чего в вариантах, где вносили препарат, полегание отсутствовало полностью.

Меры борьбы с болезнями наиболее эффективными оказались в 1990 году, который характеризовался повышенными температурами и количеством осадков, способствовавших развитию грибных заболеваний. При этом решающую роль в повышении урожайности пшеницы сыграла обработка посевов Тилтом. Несмотря на то что протравитель Витатиурам способствовал снижению заболевания растений корневой гнилью, ущерб от них был незначительный. В среднем за три года урожайность пшеницы возросла, благодаря применению мер борьбы с болезнями, на 3 ц/га, в том числе в варианте со вспашкой – на 4,1 ц/га, при минимальной обработке почвы – на 2,1 ц/га. При этом урожайность пшеницы на фоне вспашки составила 31,4 ц/га, а после минимальной обработки почвы – 32,8 ц/га.

Приведённые данные подтверждают вывод автора, что после применения минимальной обработки почвы заболеваемость растений не повысилась, по сравнению с обычной отвальной вспашкой.

Подкормка мочевиной в фазу кущения на повышенном азотном фоне была малоэффективной. Лишь в 1988 году применение подкормки дало существенную прибавку – 2,7 ц/га, при НСР₀₅ – 2,3 ц/га, независимо от способа основной обработки, но при условии внесения регулятора роста ТУР.

Характерно, что при совместном применении изучаемых факторов, эффективность их не снижалась, а даже несколько

повышалась. Так, при комплексном применении повышенных доз удобрений, ТУРа и фунгицидов урожайность повысилась на 7,8–7,9 ц/га. Суммы прибавок от каждого фактора при раздельном их применении составили от 6,5 до 7,1 ц/га, в зависимости от типа обработки почвы. Следовательно, они оказались меньшими, чем при комплексном использовании. Применение данных приёмов на фоне минимальной обработки обеспечило получение запрограммированной урожайности. В среднем за три года урожайность пшеницы составила 36,2 ц/га, что на 10,4 ц/га или на 40% больше контроля, в котором урожайность составила 25,8 ц/га. При использовании вышеуказанных факторов после отвальной вспашки максимальная урожайность составила 33,6 ц/га, что на 30% выше контроля.

В 2015 году в КФХ В.Т. Кушнерук Белогорского района на лугово-бурой почве на трёх полях под пшеницу сорта Арюна вносили минеральные удобрения для получения планируемой урожайности 25 ц/га. Почвенные образцы отбирались осенью предыдущего года. Результаты агрономических анализов представлены в таблице 5.

Таблица 5

Агрохимическая характеристика почвы опытных полей

№ поля	Площадь, га	рН _{сол.}	Содержание, мг/кг почвы				
			N – NO ₃	N – NH ₄	N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	90	5,1	4,3	5,1	9,4	32	172
2	40	5,2	7,9	13,7	21,6	27	200
3	138	5,2	6,8	5,1	11,9	44	154

Исходя из агрохимических свойств почвы, минеральные удобрения применяли в соотношении N : P : K, как 1,0 : 0,7 : 0. В зависимости от содержания минерального азота в почве доза аммиачной селитры колебалась от 40 до 140 кг/га. Было установлено, что расчётные дозы удобрений обеспечивали формирование урожая, близкое к запланированной (табл. 6).

Таблица 6

Влияние минеральных удобрений на урожайность пшеницы

№ поля	Площадь, га	Планируемая урожайность, ц/га	Доза аммиачной селитры, кг/га		Доза аммофоса при посеве, кг/га	Факт. урожайность, ц/га
			факт.в.	дейст.в.		
1	90	25	140	48	80	24,0
2	40	25	40	14	80	28,0
3	138	25	120	41	80	26,0

Таким образом, в среднем по трём полям получена урожайность 25,6 ц/га, что на 0,6 ц/га больше запланированной.

Многолетние опыты показали, что эффективность азотных удобрений зависит не только от содержания минерального азота в почве, но и от запаса в ней влаги перед посевом и выпадения осадков весенний и летний периоды. Существенно зависит эффективность азотных удобрений и от их сбалансированного применения по фосфору и калию.

Например, в 2011 году при благоприятных условиях вегетационного периода естественное плодородие луговой чернозёмовидной почвы обеспечивало формирование урожайности ячменя в контрольном варианте 20 ц/га. Внесение азотно-фосфорных удобрений позволило получить урожайность, близкую к планируемой (40 ц/га) – 37,5 ц/га. Прибавка к контролю составила 17,5 ц/га.

В засушливом 2012 году минеральные удобрения, внесённые на планируемую урожайность 40 ц/га, повысили ее на 4,7 ц/га, при урожайности на контроле 10 ц/га. Важным условием высокой эффективности удобрений было сбалансированное применение их по основным элементам питания.

Результаты опытов с пшеницей сорта Амурская 1495 показали, что раздельное внесение азотных и фосфорных удобрений обеспечило повышение урожайности лишь в отдельные годы (табл. 7).

Таблица 7

Влияние минерального питания на урожай пшеницы

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Средняя урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га
	2001	2002	2003	2004		
Контроль	21,0	37,5	12,1	24,2	23,7	-
P ₃₀	28,1	38,4	10,8	25,2	25,6	1,9
N ₆₀	26,3	37,0	11,5	28,1	25,7	2,0
N ₆₀ P ₃₀	34,9	39,5	12,8	32,9	30,0	6,3
N ₆₀ P ₆₀	33,4	40,5	13,1	35,5	30,5	6,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	34,3	45,8	13,9	34,7	32,2	8,5
N ₉₀ P ₃₀	34,0	39,6	13,1	34,7	30,4	6,7
N ₉₀ P ₆₀	37,8	42,4	13,0	35,8	32,2	8,5
НСР ₀₅	4,5	3,5	1,5	3,4	3,2	

Стабильное повышение урожайности по сравнению с контролем во все годы исследований получено при совместном внесении удобрений. В среднем за четыре года выявлена положительная реакция пшеницы сорта Амурская 1495 на совместное внесение азотно-фосфорных и полноминерального удобрений. Максимальная урожайность зерна – 32,2 ц/га – получена в вариантах с применением N₉₀P₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀. Однако самая высокая окупаемость, 7 кг зерна на 1 кг питательных веществ, получена в варианте N₆₀P₃₀ при соотношении азота и фосфора 1 : 0,5.

Общеизвестно, что фаза кушения является критической в обеспечении элементами питания зерновых культур. Азотно-фосфорное голодание в этот период оказывает тормозящее влияние на переход конуса роста главного стебля к дифференциации соцветия. Это ведёт к образованию в колосе меньшего количества колосков и, как следствие к недобору урожая [3]. Результаты исследований по регулированию минерального питания на ранней стадии роста и развития растений пшеницы представлены в таблице 8.

Таблица 8

Влияние минеральных удобрений на питание пшеницы в фазу кушения (в среднем за 4 года)

Вариант опыта	Содержание в почве, мг/кг			Содержание в растениях, %		
	N _{мин}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K
Контроль	21	26	180	2,89	0,46	3,65
P ₃₀	21	34	180	3,21	0,52	3,68
N ₆₀	60	28	181	3,26	0,47	3,80
N ₆₀ P ₃₀	48	36	181	3,88	0,63	3,97
N ₆₀ P ₆₀	69	69	183	4,72	0,72	4,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	69	59	188	4,47	0,69	3,97
N ₉₀ P ₃₀	62	44	181	4,21	0,63	3,97
N ₉₀ P ₆₀	66	51	180	4,66	0,75	3,94

Содержание в почве минерального азота и подвижного фосфора увеличилось относительно контроля при внесении N₆₀P₃₀ на 27 и 10 мг/кг почвы, N₆₀P₆₀ на 48 – 43 и N₉₀P₆₀ на 45 и 25 мг/кг почвы, соответственно. В опыте количество обменного калия в почве оставалось высоким, в пределах 180–188 мг/кг почвы.

Результаты проведённого анализа почвы не дают полной картины истинной доступности растениям питательных веществ. Более надёжно это можно определить по химическому составу растений. В растениях пшеницы повышение содержания общих форм азота и фосфора соответствует их содержанию в почве в вариантах с внесением азотно-фосфорных удобрений. Корреляционная взаимосвязь между содержанием в почве доступных для питания форм азота, фосфора и их общим количеством в растениях выражается коэффициентами 0,727–0,931 при F_{критич} = 0,707.

По данным В.В. Церлинг, оптимальный уровень содержания общего азота, фосфора и калия в надземной массе пшеницы в фазу кушения составляет соответственно 4–5; 0,4–0,5; 3,3–3,4% [5]. Этот уровень достигается в пятом – восьмом вариантах опыта, где вносили совместно азотно-фосфорные удобрения, и доза азотных удобрений составляла 60–90 кг д.в. на 1 га. В этих же вариантах получена максимальная урожайность. Содержание

общего фосфора в растениях во всех вариантах опыта составляла 0,46–0,75%. Максимальное его значение отмечено при внесении повышенных доз азотно-фосфорных удобрений. Содержание калия изменялось до 4%, оставаясь на оптимальном уровне во всех вариантах. Тесная зависимость семенной продуктивности пшеницы от обеспеченности почв подвижными формами элементов питания (N и P) выражается коэффициентами линейной корреляции – 0,811 и 0,822, соответственно.

Таким образом, в опытах на примере пшеницы установлена высокая отзывчивость зерновых культур на сбалансированное питание основными элементами.

4 Растительная диагностика минерального питания зерновых культур

В период вегетации растения зерновых культур могут испытывать недостаток в азоте. В связи с этим возникает необходимость корректировки азотного питания растений с помощью подкормок, которые в целях повышения их эффективности необходимо проводить по результатам растительной диагностики. Экспериментальные данные свидетельствуют, что при содержании нитратного азота в фазу кущения в ячмене менее 300 мг/кг, овсе – 400 мг/кг и в пшенице – менее 150 мг/кг сырой массы эффективность внекорневых подкормок высокая. При содержании его от 300 до 380 мг/кг в ячмене, 400 до 460 – в овсе и от 150 до 200 мг/кг сырой массы в пшенице возможна подкормка в незагушенных и слабо засорённых посевах. При содержании нитратного азота более 380 мг/кг в сырой массе ячменя, 460 – овса и 200 мг/кг – пшеницы подкормку посевов проводить нецелесообразно. Эффективное применение подкормок возможно на основании растительной диагностики, предусматривающей обследование посевов и экспресс определение нитратов.

4.1 Обследование посевов

Для более обоснованного диагностического заключения необходимо учесть густоту стеблестоя, степень засорённости, влажность почвы до отбора растений на анализ, окраску расте-

ний и степень их кустистости. Все эти сведения заносятся в ведомость диагностического контроля, пример заполнения которого приведен ниже. Высоту растений в фазы кущения и трубкования измеряют по самому длинному листу, а в период колошения и позднее – по верхушке колоса.

При изучении минерального питания зерновых культур, была проведена сравнительная оценка ионоселективного (стационарного) и полевого (по В.В. Церлинг) методов контроля питания растений. При отработке полевого метода растительной диагностики он был несколько усовершенствован, что повышает его надежность и производительность.

4.2 Экспресс определение нитратов

Для выполнения анализа требуются следующие реактивы и оборудование: линейка, скальпель или лезвия, твердая белая подложка (картон, матовое стекло) размером не менее 12х15 см, куски полиэтиленовой пленки размером 12х15 см, пинцет, пипетка, 1%-й раствор дифениламина в концентрированной серной кислоте (10–20 мл).

Отбор растительных образцов проводится с площади 50–70 га. Для этого поле условно делится на участки, на каждом из которых по диагонали отбираются по 79–100 растений с корнями из 25–30 точек. Корни обрезают на 1 см выше корневой шейки из пробы 25–30 растений для дальнейшего анализа.

Отобранные в фазу кущения растения подравнивают по нижним срезам и отрезают у всего пучка лезвием или скальпелем кусочки стеблей длиной 0,5 см.

На полиэтиленовой пленке, положенной на белое твердое основание, разложить пинцетом 20 кусочков стеблей (в четыре ряда по пять штук) на расстоянии 2,0–2,5 см друг от друга. На каждый кусочек стебля нанести по одной – две капли дифениламина.

Будьте осторожны! Реактив приготовлен на концентрированной серной кислоте, не должен попасть на руки, одежду и глаза. Если это случится, нужно немедленно промыть место попадания большим количеством воды.

Размещённые на стекле кусочки стеблей накрыть сверху листом пленки, через которую затем нужно раздавить тупым

концом карандаша. Через 10–30 секунд появится окраска, которую следует сравнить со стандартом или оценить на глаз: нет окраски или бледно-голубая окраска – 1 балл, от голубой до синей окраски – 2 балла, от тёмно-синей до фиолетово-черной – 3 балла.

Посчитать число стеблей с окраской в 1 балл и записать в ведомость в строке «количество стеблей», в столбце под оценкой «1», затем подсчитать количество стеблей с оценкой «2» и «3» балла и записать в соответствующие столбцы. Общая сумма по этой строке должна равняться 20. Затем количество стеблей умножить на соответствующую оценку и записать в столбце «сумма оценок». Средняя оценка окраски образца подсчитывается путем сложения всех баллов в каждом оценочном столбце и делится на 20.

Результаты анализа растений

Номер образца	Показатели	Оценка окраски, баллы			Сумма
		1	2	3	
1	Количество стеблей	2	5	13	20
	Сумма оценки	2	10	39	51
2	Количество стеблей	0	9	11	20
	Сумма оценки	0	18	31	51
3	Количество стеблей	0	12	8	20
	Сумма оценки	0	24	24	48
		Сумма по полю, стеблей			60
		Сумма по полю, оценок			150
		Средняя оценка			2,5

Рекомендуемая доза подкормки – 20 кг на 1 га

Дата

Подпись агрохимика

Средняя оценка по полю подсчитывается путем сложения суммы оценок всех образцов и деление на общее количество всех испытуемых стеблей. После проведения подсчета плёнка выбрасывается.

В фазу выхода в трубку стебли выровнять по второму междоузлию в фазу колошения и цветения по последнему перед колоском междоузлию, выше узла вырезать кусочки стебля длиной 0,5 см.

Отбор растений и анализ проводят в утренние и вечерние часы. Взятие проб должно предшествовать два – три недождёвых дня. Нельзя отбирать растения по краям поля. Полученные результаты достоверны только при обеспеченности растений фосфором (табл. 9).

Таблица 9

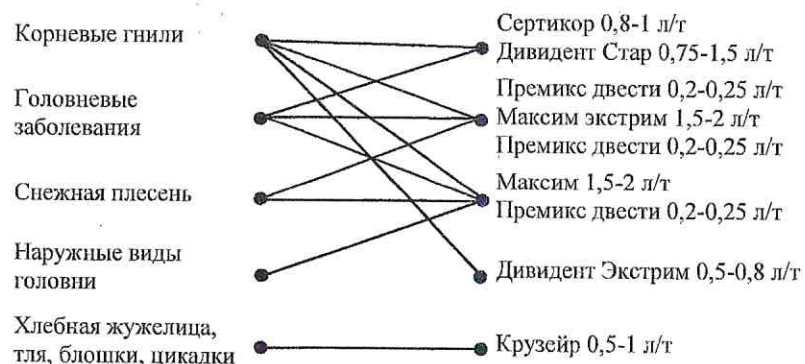
Некорневые подкормки азотными удобрениями с учетом показателей растительной диагностики

Уровень обеспеченности азотом	Средний балл поля	Дозы азота (кг/га д.в.) в фазу кушения, начала выхода в трубку, (для повышения урожая)	Дозы азота (кг/га д.в.) в фазу колошения, цветения (для повышения качества)
Низкий	до 1,8	две подкормки по 20–30	подкормка неэффективна
Средний	1,9–2,5	одна подкормка по 20–30	20–30
Высокий	более 2,6	подкормка нецелесообразна, возможно полегание	20–30

Корневые подкормки осуществляются в один приём в дозе 40–60 кг/га. Они не проводятся при средней оценке менее 2,6 балла, если растения испытывают засуху, недостаток фосфора. При сильной засорённости в фазу кушения подкормки сочетают с обработкой посевов гербицидами. При нормальной и большой густоте посевов, а также среднем уровне обеспеченности азотом, подкормки в фазу начала выхода в трубку нужно проводить совместно с обработкой посевов ретардантами. В фазу кушения – начала выхода в трубку возможно проведение корневых и некорневых подкормок (корневые подкормки эффективны при достаточной влажности почвы).

5 Обязательные агроприёмы при повышенном уровне питания зерновых культур

Интенсивная технология выращивания зерновых культур неотделима от комплекса работ по защите растений от болезней, вредителей и сорняков. Для улучшения фитосанитарного состояния обязательным условием является предпосевное протравливание семян водными суспензиями препаратов:



Меры борьбы с сорной растительностью предусматривают использование организационных, агротехнических и химических мероприятий.

К организационным мероприятиям относят освоение научно обоснованных севооборотов, правильное чередование культур, обследование полей на засорённость, составление карт засорённости.

Из агротехнических приёмов рекомендуется довсходовое и послеवсходовое боронование посевов. Они уничтожают 60–70% проростков сорняков.

Решающее значение для уничтожения сорняков имеет и внесение гербицидов:

Сорняки	Гербициды
Многолетние и однолетние двудольные, в том числе устойчивые к 2,4-Д	Линтур (135–180 г/га); Ланцелот-450 (0,03–0,033 кг/га); Логран (6,5–10 г/га); Банвел (0,15–0,3 л/га); Прима (0,4–0,6 л/га); Дерби-75 (0,05–0,07 л/га); Дианат (0,15–0,30 л/га); Серто плюс (0,2 кг/га)
Многолетние и однолетние двудольные	Эстерон (0,6–1,0 л/га); Серто плюс (0,2 кг/га)
Однолетние злаковые, в том числе овсюг, метлица, различные виды проса и щетинника	Аксиал ячмень (0,7–1,0 л/га); Аксиал пшеница (0,7–1,3 л/га); Топик овсюг (0,3 л/га); Топик щетинник (0,4 л/га); Топик просовидные (0,5 л/га)

Борьбу с болезнями в фазу конца кущения – молочной спелости проводят с помощью фунгицидов:

Вредные объекты	Фунгициды
Мучнистая роса, ржавчина бурая, ржавчина стеблевая, септориоз, гельминтоспориоз, сетчатая пятнистость	Альто супер 330 к.э. (0,4–0,5 л/га); Амистар экстра 280 с.к. (0,5–0,75 л/га); Рекс дуо к.с. (0,4–0,6 л/га)

Борьба с вредителями осуществляется в том случае, если их вредоносность достигает уровня экономического порога, при котором затраты на проведение защитных мероприятий равны или ниже стоимости сохранения урожая:

Экономический порог вредоносности	Меры борьбы
Хлебные полосатые блошки (40–50 шт. на 1 м ²); Луговая совка (10 гусениц на 1 м ²); Злаковая тля (5–10 тлей на один колос, при заселении 50% колосьев); Нестадные саранчевые (15–20 личинок или взрослых насекомых на 1 м ²)	Карате зеон 0,50 к.э. (0,15–0,20 л/га); Эфория (0,15–0,20 л/га); Фастак к.э. (0,1–0,2 л/га); Би-58 новый к.э. (0,5–0,8 л/га)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетнее изучение технологии возделывания зерновых культур в Приамурье позволило вплотную приблизиться к решению проблемы программирования урожая. Этому способствовало появление новых высокопродуктивных, в том числе короткостебельных сортов пшеницы, ячменя и овса.

Естественно, что основной зерновой культурой в Амурской области является пшеница. При благоприятных погодных условиях и соблюдении научно обоснованных рекомендаций по применению удобрений и элементов программирования продуктивность пшеницы может достигать 40–50 ц/га, что является наиболее высоким показателем для яровых сортов этой культуры.

Как следует из вышеприведенных данных, максимальную урожайность можно получить при правильном расчёте потребности посевов в азоте в зависимости от планируемой урожайности и компенсации недостатка азота в почве с помощью удобрений на достаточно высоком фоне фосфорно-калийного питания. При этом учитывается необходимость защиты от всех патогенных факторов и контроль за излишне высоким уровнем нарастания вегетативных органов с помощью регуляторов роста.

Рассмотрены приемы контроля за развитием растений в течение вегетационного периода с помощью растительной диагностики, методов визуальной оценки состояния посевов и лабораторно-полевых анализов растительных образцов. Все это позволяет эффективно использовать хозяйственно-технические возможности для получения высокого и экономически обоснованного урожая.

Дальнейшие перспективы рационального использования удобрений при возделывании зерновых культур в Приамурье связаны с увеличением оперативности контроля за состоянием посевов, мобилизационных процессов в корнеобитаемом слое почвы, фитопатогенной ситуации в стеблестое, с улучшением механизма прогноза гидротермических факторов.

Еще одним перспективным направлением станет более полный учёт variability почвенного покрова и посевов во времени как элемента точного (прецензионного) земледелия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий / Всесоюз. произв.-науч. об-ние по агрохим. обслуж. сел. хоз-ва, Центр. ин-т агрохим. обслуж. с. х.; [Разраб. Л. М. Державиным и др.]. – М. : ЦИ-НАО, 1982. – 157 с.
2. Ковшик, И. Г. Совершенствование технологии возделывания зерновых культур и сои в Амурской области / И. Г. Ковшик, А. В. Науменко, А. А. Филимонов // Технологии и средства механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции АПК Дальнего Востока: сб. науч. тр. ГНУ ДальНИИМЭСХ Россельхозакадемии. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2010. – С. 20–26.
3. Кузьмин, М. С. Минимальная обработка почвы в Амурской области. – Благовещенск: ОАО «Производственно-коммерческое издательство «Зея», 2010. – 192 с.
4. Ковшик, И. Г. Интенсивная технология возделывания пшеницы в Амурской области : рекомендации / И. Г. Ковшик, В. Ф. Прокопчук, Э. М. Петров. – Благовещенск: Типография изд-ва «Амурская правда», 1987. – 12 с.
5. Технологии и комплекс машин для производства зерновых культур и сои в Амурской области: коллективная научная монография / В. А. Тильба, В. Т. Синеговская, А. Н. Панасюк [и др.]. – Благовещенск: Изд-во ООО «Агромакс-Информ», 2011. – 134 с.
6. Церлинг, В. В. Агрохимические основы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур / В. В. Церлинг. – М.: Наука, 1978. – 216 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Комплексная диагностика минерального питания зерновых культур.....	4
2 Обследование почв и расчет доз удобрений на планируемую урожайность балансовым методом	4
3 Опыт применения почвенной диагностики в Амурской области	10
4 Растительная диагностика минерального питания зерновых культур.....	20
4.1 Обследование посевов	20
4.2 Экспресс определение нитратов	21
5 Обязательные агроприемы при повышенном уровне питания зерновых культур	24
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	26
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	27

Научное издание

Ковшик Иван Григорьевич

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АГРОТЕХНИКИ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Методические рекомендации

Технический редактор Н.Н. Федотова

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.

Подписано к печати 10.03.2020 г. Формат 60×90/16.

Уч.-изд.л. – 1,0 Усл.-п.л. – 2,0. Тираж 300 экз. Заказ 18.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства
Дальневосточного государственного аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86