

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Краснодарский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства имени П.П. Лукьяненко»
(КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко)

**РАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЗЫ И
СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ
УДОБРЕНИЙ НА ОЗИМЫХ
КОЛОССОВЫХ КУЛЬТУРАХ
В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД**

Рекомендации

Краснодар
2017

УДК 631.84 : 633.1.

Рекомендации подготовили:

1. А.А. Романенко, академик РАН, директор ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени П.П.Лукьяненко»
2. П.П. Васюков, руководитель технологического центра, руководитель агротехнологического отдела, доктор с.-х. наук, профессор
3. Ю.Ф. Осипов, главный научный сотрудник агротехнологического отдела, доктор биологических наук
4. В.И. Каленич, зав. лабораторией агрохимических исследований, агротехнологического отдела, кандидат биологических наук
5. А.Я. Мачарова, младший научный сотрудник агротехнологического отдела.

Рекомендации по применению рациональной системы определения дозы и сроков внесения азотных удобрений на озимых колосовых культурах в весенний период на выщелоченном и обыкновенном черноземе Краснодарского края.

Рекомендации предназначены для специалистов сельского хозяйства АПК Краснодарского края.

СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Озимые колосовые культуры отзывчивы на внесение удобрений, при этом ранне-весенняя азотная подкормка является обязательным агроприемом.

Эффективность использования азотных удобрений зависит от многих факторов, в частности: от состояния агрофитоценоза (АФЦ) озимых колосовых культур в ранне-весенний период, содержания в почве усвояемых форм азота, подвижного фосфора, обменного калия, календарных сроков проведения подкормки [1, 2].

Сроки проведения первой азотной подкормки связаны с динамикой среднесуточных температур в весенний период. Ее следует начинать тогда, когда среднесуточная температура воздуха устойчиво (в течение 5–6 суток) перейдет через $+5\text{--}6^{\circ}\text{C}$; однако, внесение азотных удобрений раньше конца февраля-начала марта не целесообразно, в связи с высокой вероятностью сильных заморозков, при которых растения озимых культур, получившие азотную подкормку, могут быть значительно повреждены. В первую очередь, необходимо подкормить слаборазвитые посевы и поля поздних сроков сева.

Широко известный и повсеместно используемый в настоящее время способ определения дозы первой азотной подкормки [3] обладает рядом недостатков, в частности:

- недостаточной глубиной отбора почвенных образцов;
- отсутствием информации о содержании в почве другой формы минерального азота (азота аммония — N-NH_4);
- отсутствием информации о содержании (в подпахотном горизонте) тех элементов минерального питания растений, которые существенно влияют на эффективность использования минерального азота (фосфор, калий);
- отсутствием алгоритма связи дозы первой азотной подкормки с системой факторов, ее детерминирующих.

В результате чего этот способ имеет низкую точность ($R^2=0,5$).

Предлагаемый нами **новый** способ определения оптимальной дозы первой азотной подкормки озимых колосовых культур (16.06.2016 г. принято решение о выдаче патента на этот способ) включает в себя больше существенных факторов и является более точным ($R^2=0,9$). Прежде всего, в него входит определение характера весны по времени начала весенней вегетации растений (ВНВВ). ВНВВ является одним из важных факторов, определяющих реакцию растений на весенние азотные подкормки [4].

Известно, что при раннем ВНВВ, когда в солнечном спектре преобладают красные (длинноволновые) лучи, формируются крупноклеточные растения с пониженной устойчивостью к полеганию и фитопатогенам, а при позднем, когда в солнечном спектре преобладают синие (коротковолновые) лучи, формируются мелкоклеточные приземистые растения с повышенной устойчивостью к полеганию и неблагоприятным условиям среды. В зависимости от характера весны корректируется тактика проведения весенних азотных подкормок. После зим с неустойчивым температурным режимом определение истинного ВНВВ весьма затруднительно. В настоящее время в КНИИСХ разработана специальная методика, позволяющая надежно определять характер весны.

Методика определения ВНВВ и характера весны заключается в следующем:

1. Определяется среднемноголетний (желательно за 50 лет) срок наступления весны в конкретной агроклиматической зоне по устойчивому переходу среднесуточной температуры через $+5^{\circ}\text{C}$ ($> 5^{\circ}\text{C}$).
2. Устанавливается дата начала увеличения продолжительности светового дня (после зимнего солнцестояния), то есть дата начала Астрономической весны.

Для северного полушария Земли это 27 декабря, когда длина дня увеличивается уже на 1 минуту.

3. Определяется фактическая дата начала (или продолжения) вегетации растений озимых культур в конкретном сельскохозяйственном году, в конкретной агроклиматической зоне после 27 декабря.

4. Определяются ВНВВ растений и характер весны.

Например, в центральной зоне Краснодарского края, среднемноголетним сроком наступления весны для озимых культур является 15 марта, то есть, учитывая статистическую погрешность, «типичная» весна наступает в этой зоне с 5 по 25 марта (15 ± 10 суток). Если начало весенней вегетации озимой пшеницы произошло в период с 27 декабря по 5 марта, то весна — «ранняя», а если позже 25 марта — весна «поздняя».

Новый способ определения дозы первой азотной подкормки включает в себя следующие этапы:

- отбор почвенных образцов из слоя 0–20 см и определение в них азота нитратов (N-NO_3 , мг/кг) и азота аммония (N-NH_4 , мг/кг);
- отбор почвенных образцов из слоя 20–40 см и определение в них подвижного фосфора (P_2O_5 , мг/кг) и обменного калия (K_2O , мг/кг)
- отбор растительных образцов с учетных площадок поля, подсчет в них всех живых стеблей длиной $> 10\text{мм}$, и определение густоты агрофитоценоза (АФЦ);
- принятие решения о величине планируемой урожайности;

- расчет оптимальной дозы подкормки.
- внесение необходимых поправок к дозе подкормки.

Оптимальную дозу первой азотной подкормки рассчитывают по алгоритму, который получен на основе многолетних исследований с помощью оригинальной компьютерной программы «Множественный нелинейный пошаговый регрессионный анализ» и представляет собой математическую модель зависимости дозы 1-ой азотной подкормки озимых колосовых культур от шести факторов (при их взаимодействии): содержания в пахотном слое почвы в ранне-весенний период азота нитратов и аммонийного азота, в подпахотном слое-подвижного фосфора и обменного калия, густоты агрофитоценоза (в этот период) и планируемой урожайности.

Приводим расчетные таблицы (1–4) для определения оптимальной дозы 1-ой азотной подкормки озимой пшеницы в условиях ранней весны при четырех уровнях планируемой урожайности и четырех уровнях содержания фосфора и калия в почве.

Доза азотной подкормки в каждой таблице определяется на пересечении уровней содержания в почве минерального азота (N-NO_3 и N-NH_4) и густоты АФЦ на конкретном поле.

В качестве примера, приводим расчет дозы первой азотной подкормки озимой пшеницы в условиях ранней весны. Исходная информация:

- планируемая урожайность — 60 ц/га;
- содержание в почве (сл. 20–40 см) — P_2O_5 — 25 мг/кг;
- содержание в почве (сл. 20–40 см) — K_2O — 300 мг/кг;
- содержание в почве (сл. 0–20 см) — N-NO_3 — 4,0 мг/кг;
- содержание в почве (сл. 0–20 см) — N-NH_4 — 7,5 мг/кг;
- густота АФЦ — 650 ст./ m^2 .

По уровню урожайности и содержанию в почве P_2O_5 и K_2O находим соответствующую таблицу — № 2 ; на пересечении третьей строки, где содержание в почве минерального азота соответствует нашему примеру и столбца, где указана принятая нами густота АФЦ (650 ст./ m^2), находим искомую дозу азотной подкормки. Она составляет 50 кг д.в./га.

При более высоком содержании минерального азота в почве (N-NO_3 — 6,0 и N-NH_4 — 11,3 мг/кг, строка 5) и той же густоте ценоза (650 ст./ m^2 , столбец 2) доза подкормки будет выше и составит 90 кг/га д. в., что связано с взаимодействием между азотом нитратным и азотом аммонийным, а также с нарушением соотношения между азотом и фосфором (N:P), азотом и калием (N:K), при повышении уровня минерального азота в почве. Иначе говоря , если содержание минерального азота в почве становится выше оптимального, то эффективность использования азота падает, что и вызывает необходимость увеличения дозы подкормки для получения запланированного урожая.

Таблица 1 — Озимая пшеница. Дозы первой азотной подкормки (кг д.в./га) в зависимости от планируемой урожайности (50 т/га), состояния АФЦ, содержания минерального азота в пахотном слое почвы и при пониженном содержании подвижного фосфора^{*} и обменного калия^{})**

в подпахотном горизонте почвы

NN n/n	Содержание в почве, мг/кг			Состояние АФЦ (густота стеблестоя, ст./м ²)		
	N-NO ₃	N-NH ₄	350	650	950	1250
1	2,0	3,7	70	65	60	55
2	3,0	5,7	75	70	70	65
3	4,0	7,5	60	75	85	90
4	5,0	9,5	100	90	80	65
5	6,0	11,3	— ^{***}	100	90	80
						70

Примечания:

^{*}) — Содержание P₂O₅ в подпахотном горизонте почвы — 15 мг/кг;

^{**}) — Содержание K₂O в подпахотном горизонте почвы — 290 мг/кг;

^{***}) — при этих условиях планируемая урожайность не может быть достигнута.

Таблица 2 — Озимая пшеница. Дозы первой азотной подкормки (кг д.в./га) в зависимости от планируемой урожайности (60 ц/га), состояния АФП, содержания минерального азота в пахотном слое почвы и при среднем уровне подвижного фосфора* и обменного калия в подпахотном горизонте почвы.**

N n/n	Содержание в почве, мг/кг		Состояние АФП (густота стеблестоя, ст./м ²)				
	N-NO ₃	N-NH ₄	350	650	950	1250	1550
1	2,0	3,7	70	65	60	55	50
2	3,0	5,7	85	80	75	70	65
3	4,0	7,5	70	50	55	40	45
4	5,0	9,5	90	80	75	65	55
5	6,0	11,3	95	90	85	75	70

Примечания:

* — Содержание Р₂O₅ в подпахотном горизонте почвы — 25 мг/кг;

** — Содержание K₂O в подпахотном горизонте почвы — 300 мг/кг.

Таблица 3 — Озимая пшеница. Дозы первой азотной подкормки (кг д.в./га) в зависимости от планируемой урожайности (65 ц/га), состояния АФЦ, содержания минерального азота в пахотном слое почвы и при повышенном уровне подвижного фосфора^{*} и обменного калия^{}**

в подпахотном горизонте почвы.

NN n/n	Содержание в почве, мг/кг		Состояние АФЦ (густота стеблестоя, ст./м ²)			
	N-NH ₃	N-NH ₄	350	650	950	1250
1	2,0	3,7	70	60	55	45
2	3,0	5,7	65	70	70	65
3	4,0	7,5	60	55	45	35
4	5,0	9,5	75	70	65	60
5	6,0	11,3	85	80	75	70
						60

Примечания:

* — Содержание Р₂O₅ в подпахотном горизонте почвы — 35 мг/кг;

**) — Содержание K₂O в подпахотном горизонте почвы — 350 мг/кг.

Таблица 4 — Озимая пшеница. Дозы первой азотной подкормки (кг д.в./га) в зависимости от планируемой урожайности (70 ц/га), состояния АФЦ, содержания минерального азота в пахотном слое почвы и при высоком содержании подвижного фосфора^{*)} и обменного калия^{)} в подпахотном горизонте почвы.**

NN n/n	Содержание в почве, мг/кг					Состояние АФЦ (густота стеблестоя, ст./м ²)		
	N-NO ₃	N-NH ₄	350	650	950	1250	1550	
1	2,0	3,7	60	45	35	30	20	
2	3,0	5,7	50	35	25	20	10	
3	4,0	7,5	60	55	55	50	45	
4	5,0	9,5	70	65	60	55	50	
5	6,0	11,3	80	75	70	65	60	

Примечания:

*) — Содержание Р₂O₅ в подпахотном горизонте почвы — 45 мг/кг;

**) — Содержание K₂O в подпахотном горизонте почвы — 400 мг/кг.

При других сочетаниях факторов, определяющих дозу 1-ой азотной подкормки озимых колосовых культур, которые не указаны в таблицах, необходим специальный расчет, который готовы выполнить в агротехнологическом отделе Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко.

В дозу первой азотной подкормки озимых колосовых культур вносят поправки в следующих случаях:

- при позднем ВНВВ расчетную дозу увеличивают в 1,25 раза;
- при низких запасах продуктивной влаги в почве к моменту начала весенней вегетации растений (в слое 0÷100 см — 100÷140 см) расчетную дозу азотной подкормки уменьшают в 1,33 раза;
- при очень низких запасах продуктивной влаги в почве (менее 100 мм в метровом слое почвы) расчетную дозу подкормки уменьшают в 2 раза;
- при определении оптимальной дозы первой азотной подкормки для озимого ячменя расчетную величину уменьшают в 1,33 раза.

Вторая азотная подкормка озимых колосовых культур проводится, как правило, через 20–25 дней после первой в период их выхода в трубку (на IV–V этапе органогенеза [5] у озимой пшеницы и — V–VI — у озимого ячменя). Ее применяют с целью повышения озерненности колоса и густоты продуктивного стеблестоя. При этом, она целесообразна лишь при хорошей обеспеченности почвы фосфором и калием. Дозу этой подкормки определяют в зависимости от содержания азота в биомассе растений с обследуемого поля [6] и рассчитывают по формуле:

$$D = 30 \cdot (N_{\text{опт.}} / N_{\text{факт.}}),$$

где: D — доза 2-й азотной подкормки, кг д.в./га;

$N_{\text{опт.}}$ — оптимальное содержание азота в биомассе растений, %;

$N_{\text{факт.}}$ — фактическое содержание азота в биомассе, % (определяется в лаборатории химическим методом).

Опытным путем было установлено, что Нопт. для озимой пшеницы ~4,0 %, а для озимого ячменя ~3,8 %.

Кроме того, следует иметь в виду, что в период стеблевания потребность растений злаковых культур в азоте возрастает пропорционально густоте АФЦ, поэтому в расчетную дозу подкормки необходимо внести поправку (Таблица 5)

Таблица 5 — Поправки к дозе второй подкормки озимых колосовых культур в зависимости от густоты АФЦ

Густота стеблестоя, шт.стебл./м ²	<500	501–700	>700
Поправка, кг д.в./га	0	+5	+10

Например: если содержание азота в биомассе растений озимой пшеницы составляет 3,5 %, а густота АФЦ — 850 стеблей на 1 м², то доза 2-й азотной подкормки составит: $[30 \cdot (4,0 / 3,5) + 10] = 44,3$ кг д.в./га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Почвенная и растительная диагностика азотного питания озимой пшеницы при возделывании по интенсивной технологии. Временные рекомендации. — Краснодар, 1986. — С.11.
2. Сычев В.Г., Шафран С.А./ Регулирование азотного питания растений. М., ВНИИА.2015; с. 59–80.
3. Система удобрений основных полевых культур. Рекомендации. 2001; с. 7–9.
4. Осипов Ю.Ф., Васюков П.П./ Тактика весенней азотной подкормки озимой пшеницы после зим с неустойчивой температурой. Аграрная наука, 7, 2007; с. 7–8.
5. Куперман Ф.М. / Морфофизиология растений. М. Изд. « Высшая школа». 1968; с. 72–85.
6. О проведении комплекса весенне — полевых работ с использованием научных достижений и рекомендаций института в 2015 г. — Краснодар, 2015. — с.7.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Краснодарский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства имени П. П. Лукьяненко»
(КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко)**

тел.: (861) 222-69-15, 222-24-03; факс: (861) 222-69-72

**Служба маркетинга:
тел.: (861) 222-15-61**

**Агротехнологический отдел:
тел.: (861) 222-69-89, 222-19-97**

**Отдел селекции и семеноводства пшеницы и тритикале:
тел.: (861) 222-11-20, 222-68-89, 222-26-07**

**Отдел селекции и семеноводства ячменя:
тел.: (861) 222-68-69, 222-27-09**

**Отдел селекции и семеноводства кукурузы:
тел.: (861) 222-68-92, 222-23-95**

**Отдел бобовых культур:
тел.: (861) 222-69-16, 222-73-80**

**Адрес:
350012, г. Краснодар
Центральная Усадьба КНИИСХ**

www.kniish.ru

e-mail: kniish@kniish.ru, kniish@gmail.com

**РАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЗЫ
И СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ
АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОЗИМЫХ
КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУРАХ
В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД**

Рекомендации

Издательство «ЭДВИ».
Россия, 350012, г. Краснодар, ул. Лукьяненко, 95/3.
Тел./факс: (861) 222-01-02, 222-75-55, 220-12-56,
e-mail: info@edvi.ru

Подписано в печать 6.02.2017. Формат 62×94 1/16.

Бумага офсетная 80 г/м². Офсетная печать.

Заказ № 17050. Тираж 300 экз.