

Основываясь на этих наблюдениях Компанией «Гидро» был создан N-тестер — прибор, который позволяет по интенсивности окраски листьев определить потребность культур в азоте. Этот прибор приобретает все большую популярность в сельском хозяйстве в европейских странах, благодаря необходимости точного внесения азотных удобрений в зависимости от потребности различных культур.

В 1999 году Компания «Гидро» начала изучение N-тестера в России. Первые свои шаги прибор делал на Кубани. По итогам испытаний проведенных КНИИСХ им. П.П.Лукияненко и Кубанским ГАУ в 1999-2000 годах была издана брошюра «Использование прибора N-тестер на посевах озимой пшеницы в Краснодарском крае».

В брошюре была отражена актуальность грамотного применения азотных удобрений на пшенице и контроля уровня азотного питания, являющегося основным в процессе получения максимально возможного урожая и высококачественного зерна.

Были разработаны поправочные коэффициенты к 20-ти Кубанским сортам и рекомендован расчет доз азотных удобрений по показаниям прибора.

В 2001-2002 году наряду с практическим применением в хозяйствах были продолжены испытания, расширен перечень сортов, раздвинут временной срок использования прибора по фазам вегетации пшеницы: от кущения — начала выхода в трубку до конца цветения — молочной спелости.

Учитывая большой интерес к применению прибора на пшенице в различных регионах, не использующих Кубанские сорта, а также — регионов выращивающих только яровую пшеницу и ячмень, с учетом актуальности вопроса азотного питания на зерновых, в сборнике обобщены данные КГАУ, КНИИСХ им. Лукьяненко, ВНИИ риса, ДЗНИИСХ, СтавНИИГиМ, ИвНИИСХ, ВГСХА по применению N-тестера помогающие специалистам и руководителям хозяйств лучше ориентироваться в данном вопросе с целью экономически обоснованного внесения азотных удобрений.

Величина и качество урожая озимой пшеницы определяются почвенно-климатическими условиями, материально-технической базой, технологией возделывания. Одним из элементов технологии является система удобрения.

К концу 90-х годов проблема пополнения запасов основных элементов минерального питания приобрела особую остроту и актуальность. Применение минеральных туков является наиболее быстрым и доступным приемом повышения урожая зерновых культур. В сложной экономической ситуации производители зерна поставлены в такие условия, когда вносимые дозы удобрений должны быть экономически оправданы и максимально окупаться прибавкой урожая зерна.

Эффективность минеральных туков во многом определяется уровнем плодородия почвы, наличием доступных форм основных элементов питания.

Из макроэлементов наиболее динамичен и подвержен различным трансформациям азот, а соединения фосфора и калия — более стабильны и не подвержены столь быстрым изменениям.

Для рационального использования минеральных туков необходимо знать о принадлежности почвы к определенному типу и уровню обеспеченности доступными формами NPK.

Своевременное и направленное воздействие на ход формирования урожая зерна озимой пшеницы возможно только на основании точной диагностики питания растений. Недостаток основных элементов питания восполняется на основе расчета дозы удобрений, основанного на диагностических показателях и величине планируемого урожая на конкретном поле.

Дозы фосфора и калия вносят под основную обработку почвы, и при посеве в полных объемах. Азот применяют в несколько этапов — под основную обработку почвы, рано весной, в фазы трубкования, колошения — формирования зерновки.

### **Использование N-тестера на зерновых культурах**

В нынешних экономических условиях хозяйства используют удобрения в меньших количествах по сравнению с рекомендованными для их зон дозами. Это обусловлено целым рядом объективных причин. Надо заметить, что после падения объемов химизации в 90-е годы, сегодня ситуация меняется, в силу необходимости и большей заинтересованности хозяйств в получении реального результата и прибыли, что невозможно без интенсивных технологий. Плодородие почвы в последнее десятилетие упало, вместе с этим снижалась и урожайность, а затраты на технологический цикл возделывания зерновых сохранились и даже возросли. Вследствие этого возникла объективная необходимость, пересмотреть сложившееся мнение об актуальности применения удобрений.

Однако стоимость удобрений и общие затраты на них требуют четкого обоснования их применения не только с агрономической, но и в первую очередь с экономической точки зрения.

Первым этапом в решении этого вопроса является правильное применение азотных удобрений как наиболее рентабельный шаг в связке: затраты -прибавка урожайности — повышение цены пшеницы за счет улучшения качества зерна — прибыль хозяйства.

По разным данным, прибавка к урожаю на каждые 10кг/га д.в. (действующего вещества) N (азота), внесенного в подкормку, составляет от 1 до 2,5 центнеров зерна. А вынос азота с урожаем составляет 20-25кг д.в. N на каждые 10ц зерна.

Стоимость азотных удобрений и стоимость пшеницы достаточно сильно колеблются в течение года, имеют свои максимумы и минимумы, но в целом можно сказать, что 1кг д.в. азота равен 3кг пшеницы или 10кг N- 0,3ц зерна.

Соответственно, что каждые 10 тонн аммиачной селитры (34 тонны N) внесенные весной в период подкормки пшеницы, способны обеспечить получение 340-850тонн зерна в виде прибавки. Экономика очевидна и известна при соблюдении оптимальных: доз, сроков и дробного внесения азота. Избыточные дозировки, также как и недостаток азота, приводят к снижению получаемой прибыли, а в отдельные годы к убыткам.

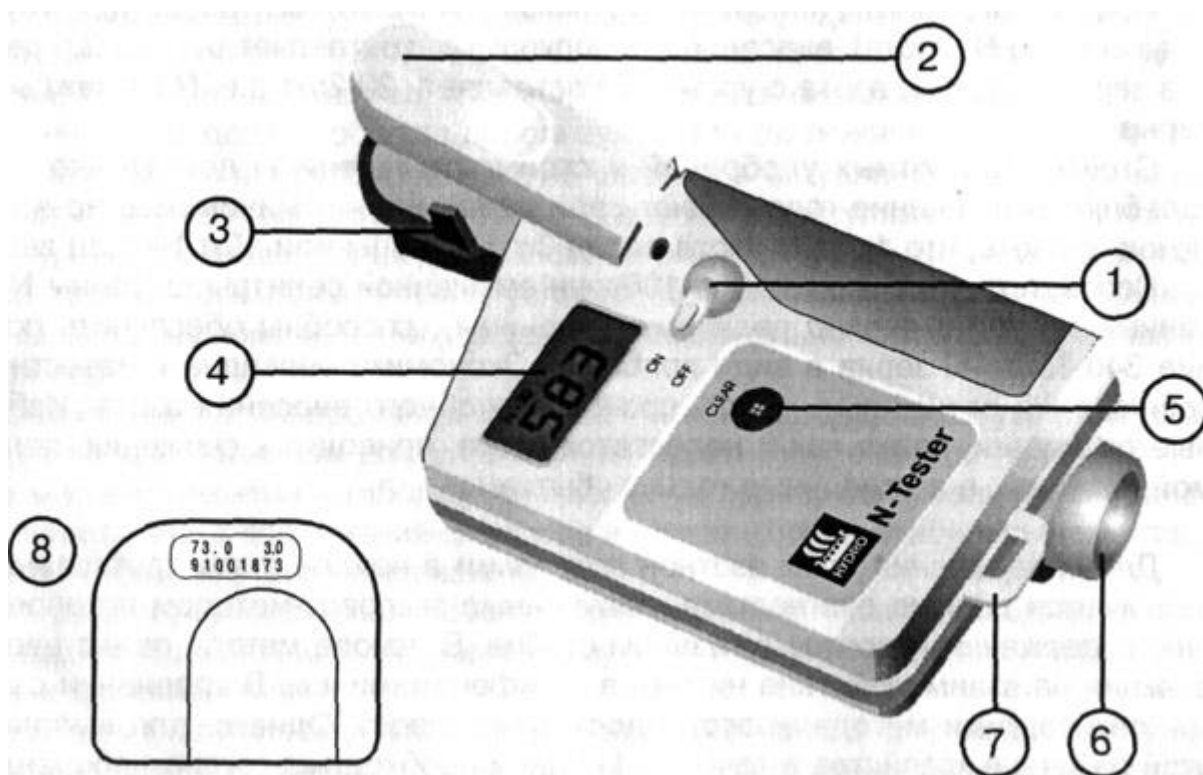
Для определения дозы азотной подкормки в начале фазы трубкования используются данные диагностики, полученные экспресс-методом по определению содержания нитратов в главном стебле. В основе метода лежит цветовая реакция на взаимодействие нитратов с дифениламином. В сравнении с другими химическими методами этот — достаточно прост. Однако, для выполнения этой работы в хозяйстве в течение 1-3 дней необходима группа лаборантов из 2-3 человек, набор хим. реактивов, особая осторожность и навыки работы с химикатами. Указанный экспресс-метод широко использовался в производстве и давал ощутимые результаты.

Однако в настоящее время созданы и апробированы новые методики и приборы, позволяющие быстро, просто и точно определять необходимые дозы азотных туков для проведения подкормки.

Одним из таких приборов является «N-тестер», предназначенный для определения содержания хлорофилла в листьях непосредственно в поле, без использования вспомогательных средств.

### Что такое N-тестер?

N-тестер это портативный прибор компании Гидро предназначенный для определения уровня азотного питания растений по содержанию хлорофилла в листьях, непосредственно в поле, без использования вспомогательных средств. N-тестер является «глазами» агронома в процессе выращивания с/х культур, позволяет ему следить за динамикой азотного питания пшеницы в ходе вегетации и, с его помощью, оперативно определять необходимость и своевременность азотной подкормки для того, чтобы рационально использовать удобрения, и при этом, получать максимально возможный урожай с каждого конкретного поля. Все агрономы в той или иной мере способны визуальнo определить потребность пшеницы в азоте, но только очень опытные из них делают это с большой точностью. Однако и им порой бывает трудно доказать руководителям необходимость подкормки, обосновать количество удобрений и затраты связанные с их внесением. N-тестер в данном случае является арбитром помогая сообща найти оптимальное решение.



### Описание прибора

1. Выключатель: вкл. (ON) /выкл. (OFF)
2. Измерительная головка: в закрытом состоянии производится измерение
3. «Помощник измерителя»: для упрощения вкладывания листьев
4. Дисплей

5. Кнопка CLEAR: стирает все величины
6. Отсек для батареек
7. Ушко для подсоединения ремня
8. Тестовый диск: отдельная часть для перепроверки функциональной способности «N-тестера»

### **Проверка работоспособности N-тестера перед выходом в поле**

1. Прибор включить, одновременно нажимая кнопку CLEAR. На дисплее появится сначала «CH» и затем автоматически «CAL».
2. Для внутренней настройки прибора сжать измерительную головку, пока не раздастся звуковой сигнал и на дисплее появится «———». Если звуковой сигнал повторяется и «CAL» на дисплее мигает, то шаг 2 надо повторить.
3. Удалите «помощника измерителя».
4. Задвиньте тестовый диск (каждый прибор имеет свой тестовый диск с тем же заводским номером) под измерительную головку. Нажимайте на измерительную головку до тех пор, пока не услышите звук, и на дисплее не появится измеряемая величина. Если звуковой сигнал повторяется и на дисплее появляется «———», то измерение производится неправильно. В таком случае шаг 4 надо повторить.
5. Измеряемую величину необходимо привести в соответствие с величиной, заданной тестовым диском в допустимых пределах. Каждый тестовый диск имеет свою заданную измерительную величину.
6. Нажмите кнопку CLEAR и повторите шаг 4 несколько раз, тестовый диск при этом, оставляя под измерительной головкой.
7. Если величина не лежит в пределах допустимых границ, протрите мягкой тканью оба измерительных окошка в измерительной головке.

Теперь повторите функциональную перепроверку прибора сначала, с пункта №1. Если величина все так же лежит за допустимыми пределами тестового диска, то это значит, что прибор дефектный и должен быть перепроверен специалистами Гидро. Функциональную способность «N-тестера» Вы должны время от времени (2-3 раза за сезон) проверять тестовым диском. По окончании сезона использования рекомендуется вынуть батарейки из прибора.

### **Работа с прибором в поле**

1. Включите выключатель 1 на ON; на дисплее 4 появится «CAL».
2. Нажмите измерительную головку 2 и подержите примерно 2 сек., пока не раздастся звуковой сигнал и на дисплее появиться «N=0». Прибор настроился на измерения, можно начинать работу.
3. Измерения производите непосредственно на поле, на минимум 30 полностью развившихся молодых листьях пшеницы в середине (поперечном и продольном направлениях) листа.
4. Для измерения вложите лист под измерительную головку и сожмите, пока не появится «N=1». Если лист вложен неправильно, раздастся многократный звуковой сигнал. Повторите измерение, пока на дисплее появиться «N=30». Если измеряемые величины сильно отклоняются, они автоматически сотрутся. Эти измерения повторяются, пока не появиться на дисплее «N=30» и высветится средняя величина.
5. Запишите показания прибора. К величине показанной прибором, необходимо прибавить либо отнять поправку в зависимости от Вашего сорта и фазы развития растений.

Определить требуемую дозу азота.

6. Нажмите кнопку 5 CLEAR, чтобы начать ряд новых измерений.

### **Методика проведения полевого обследования**

При проведении полевого обследования прибором «N-тестер» необходимо помнить, что полученный результат должен отображать действительное состояние обследуемого участка. Для получения объективных и точных результатов необходимо соблюдать предлагаемую методику проведения обследования посевов при помощи «N-тестера».

Учет проводится по диагонали участка в равноудаленных точках, отступая 40-50 м от края поля. Для характеристики выровненного поля площадью 80-100 га рекомендуется провести учеты в трехкратной повторности по 30 растений в каждом учете. При этом необходимо брать полностью развившиеся листья. После фазы 37, когда визуально можно дифференцировать продуктивные стебли и подгон измерения проводят на верхних листьях разных стеблей пропорционально их количеству отдавая предпочтение главным. При этом не следует предвзято искать более яркие участки или растения.

Середина листа (по длине) вкладывается в измерительную головку прибора, и «помощник измерителя» на приборе выставляется таким образом, чтобы измеряющий датчик оказался посередине листа (по ширине).

При наличии пятен с внешними признаками нарушения питания, отставания в росте, вследствие понижения рельефа (балки и т.п.) измерения на этих участках не производятся, если площадь не превышает 20% поверхности поля. Если пестрота поля при визуальной оценке составляет около 50%, то измерения производятся на всех участках поля. При дроблении поля в год предшествующему посеву измерения проводятся на каждом таком участке. Исходя из этого, определяется и планируемая урожайность под каждым предшественником, как на отдельном поле.

### **Возможные причины искажения данных и пути их решения**

Никакого влияния на измеряемую величину не оказывают следующие факторы: временной отрезок дня, налет от опрыскивания хим. препаратами, влажные листья (осадки, роса). Влияют на измеряемую величину сорт, водный стресс (скручивание листьев), а наиболее существенное влияние может оказать недостаток серы, который иногда ошибочно трактуется как недостаток азота, т.к. признаки дефицита этих элементов одинаковы.

— Сорт. Для устранения влияния генотипических особенностей сорта разработаны поправочные коэффициенты для различных фаз вегетации. Наиболее изучены 49 сортов пшеницы выращиваемых в разных регионах России (табл. № 1).

— Водный стресс. При остром дефиците влаги не измеряются скрученные листья. В условиях засушливого года показания прибора необходимо подкорректировать в сторону уменьшения на 20 единиц.

— Недостаток серы. При недостатке серы рекомендуется внесение сульфата аммония (N-21%, S-24%) с осени в дозе 100-200кг/га. Ранневесенняя подкормка сульфатом аммония в дозе 100-200кг/га в зависимости от содержания серы. Потребность серы под зерновые составляет около 30кг S д.в. на гектар.

## Поправки к сортам в различные фазы вегетации

Поправки к сортам в различные фазы вегетации

Сорт	Фаза развития пшеницы по Задоксу (ЕС)				
	26-29	30-32	37-49	50-59	60-72
Батько	0	0	0	20	70
Верна	-20	-30	-30	-20	0
Вита	*	-20	-30	-30	-10
Дельта	20	20	20	10	10
Дея	-20	-10	0	10	10
Дон 95	*	-10	10	30	*
Донская юбилейная	*	10	10	0	0
Донской маяк	*	0	-20	-30	-30
Донской янтарь	*	10	-30	-70	*
Ермак	*	-30	-40	-20	-20
Зерноградка 9	*	-20	-10	0	0
Зимородок	0	0	0	15	50
Ирень	*	*	*	30	*
Княжна	20	10	0	0	-10
Краснодарская 99	-10	-10	-25	-40	-50
Красота	15	15	15	10	0
Крошка	-30	-25	-30	-25	-30
Купава	0	0	0	0	0
Лада	*	*	*	10	*
Леда	*	*	*	20	20
Ленинградская 95	*	*	*	30	*
Лира	0	0	-10	-20	-40
Маша	10	0	-10	-30	-50
Ника Кубани	-10	-10	0	10	25
Норис	*	*	*	-20	*
Офелия	0	0	0	0	0
Победа 50	-20	-20	-10	0	40
Подарок Дону	*	0	10	20	0
Половчанка	35	30	20	0	-30
Престиж	*	-40	-50	-30	*
Приокская	*	*	*	-40	*
Родник тарасовский	*	0	0	20	*
Росинка тарасовская	*	-30	-50	-35	*
Русса	0	0	0	15	50
Северодонская юбилейная	*	-10	-20	0	*
Селянка	0	10	10	0	-10
Скифянка	-20	-20	-20	-10	50
Соратница	20	10	0	0	-10
Старшина	0	0	0	15	50
Тарасовская 100	*	-10	-10	0	*
Тарасовская остистая	*	10	0	15	*
Украинка Одесская	*	10	-10	-10	0
Уманка	0	0	0	0	0
Фишт	-20	-20	-20	-10	50
Энита	*	*	*	-25	*
Эхо	20	10	0	0	-10
Юбилейная 100	*	-10	-30	-40	-40
Юна	0	0	0	15	50
Яра	0	0	-10	-20	-40

\* - Поправка на специфические особенности сорта не изучена, в данную фазу на усмотрение агронома, возможно, применить поправку следующей или предыдущей фазы данного сорта.

# Обработка и использование материала полученного при помощи «N-Тестера»

## Показания прибора

Показания прибора не имеют единиц измерения (метры, тонны и т.д.). На дисплее после 30 нажатий, как уже описано выше появляются различные цифры. Диапазон этих цифр на пшенице, к примеру 300-700, иногда выше, иногда ниже. Чем выше содержание азота в растениях, тем интенсивнее, ярче цвет листьев. Эту интенсивность и измеряет прибор и показывает нам на сколько «голодно или сыто» растение.

## Определение дозы азота

Пример; 15 марта поле озимой пшеницы сорт Победа 50, площадь 110га. С учетом всех условий данное поле может дать 60-70ц зерна с га. Прогнозируемая урожайность 65 ц/га. Фаза 29. Поле выровнено, явно наблюдается светлое пятно в понижении площадью около 5 га. Проводятся измерения без захода на этот участок. Показания N-тестера 645, 622, 650 — среднее 639. С учетом поправки к сорту в данную фазу (таблица 1) показания составляют  $639 - 20 = 619$  единиц. По рисунку 2, или по таблице 2 определяем дозу азота, она составит 55кг (629 единиц — 50кг, 612 единиц -60кг).

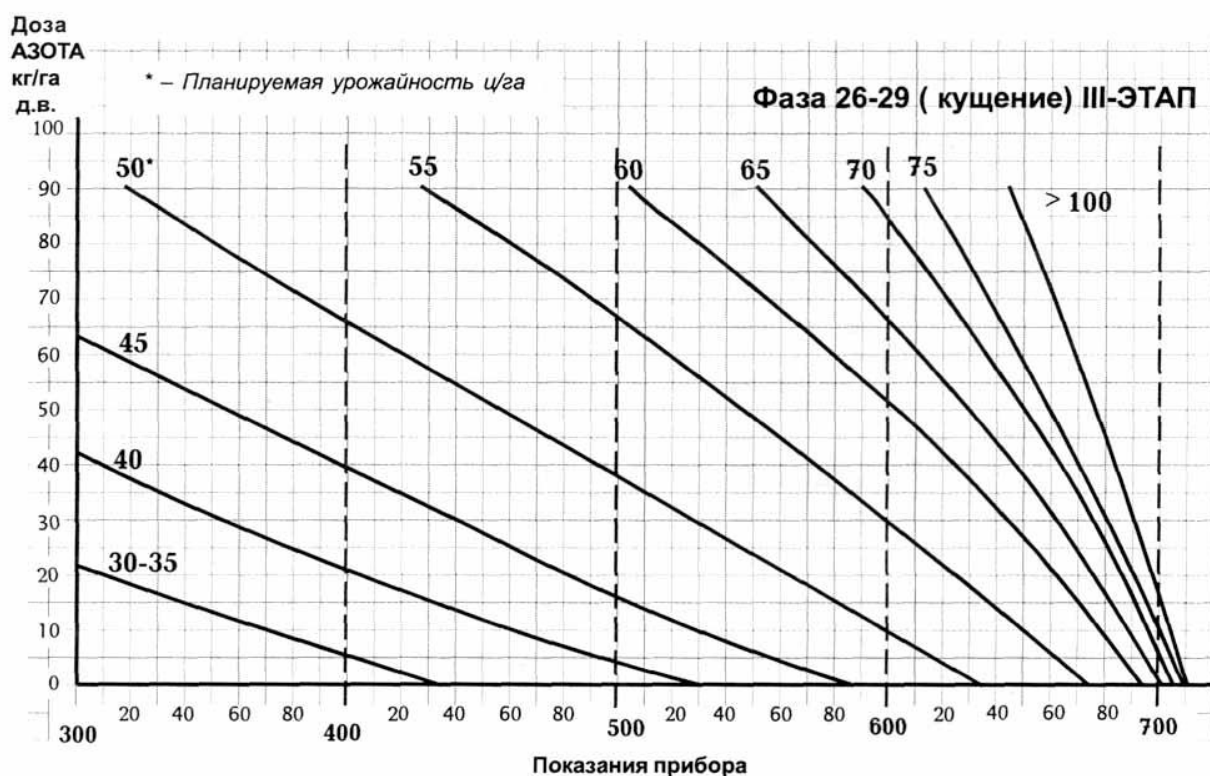


Рис.2 Потребность пшеницы в азотных удобрениях в зависимости от планируемой урожайности и показаний N – Тестера

Потребность пшеницы в азотных удобрениях кг д.в. по показателям N - Тестера  
в зависимости от планируемой урожайности и показаний

Фаза 26-29 (кущение) III-ЭТАП

	** 30-35	40	45	50	55	60	65	70	75	100
* 0	*** 435	530	588	635	673	694	701	705	708	711
10	375	463	528	600	652	678	688	696	700	704
20	308	405	483	563	626	662	675	686	690	696
30		355	442	527	600	644	663	676	682	690
40		308	396	493	573	624	647	664	672	685
50			355	455	547	603	629	651	659	677
60			312	419	518	578	612	636	648	670
70				384	490	555	592	622	636	661
80				350	458	529	571	607	624	653
90				318	428	505	551	590	615	646

\* – доза азота, кг д.в./га ; \*\* – планируемая урожайность , ц/га ; \*\*\* – Показания N - Тестера

Доза  
АЗОТА  
кг/га  
д.в.

\* – Планируемая урожайность ц/га

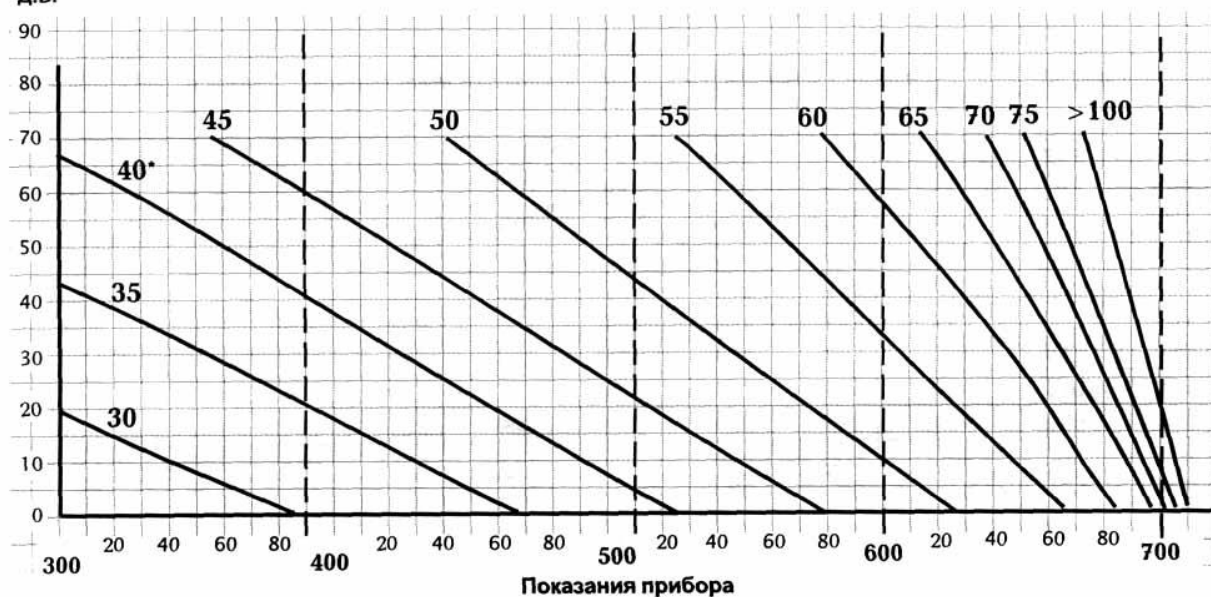
Фаза 30-32 (начало выхода в трубку)  
IV-VI ЭТАПЫ

Рис.3 Потребность пшеницы в азотных удобрениях в зависимости от  
планируемой урожайности и показаний N – Тестера



Таблица № 3

Потребность пшеницы в азотных удобрениях кг д.в. по показателям N - Тестера  
в зависимости от планируемой урожайности и показаний

## Фаза 30-32 ( начало выхода в трубку) IV-VI ЭТАПЫ

	**	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	100
* 0	***	385	465	523	576	626	664	682	695	702	705	708
10		342	428	491	545	598	644	672	685	693	697	703
20		300	389	457	513	572	625	657	674	684	688	698
30			350	423	482	545	605	643	663	675	683	693
40			312	389	451	519	585	628	652	665	675	688
50				356	419	422	565	610	640	656	668	683
60				322	386	466	544	593	626	646	659	677
70					356	440	523	577	613	637	650	672

\* – доза азота, кг д.в./га ; \*\* – планируемая урожайность , ц/га ; \*\*\* – Показания N - Тестера

Доза  
АЗОТА  
кг/га  
д.в.

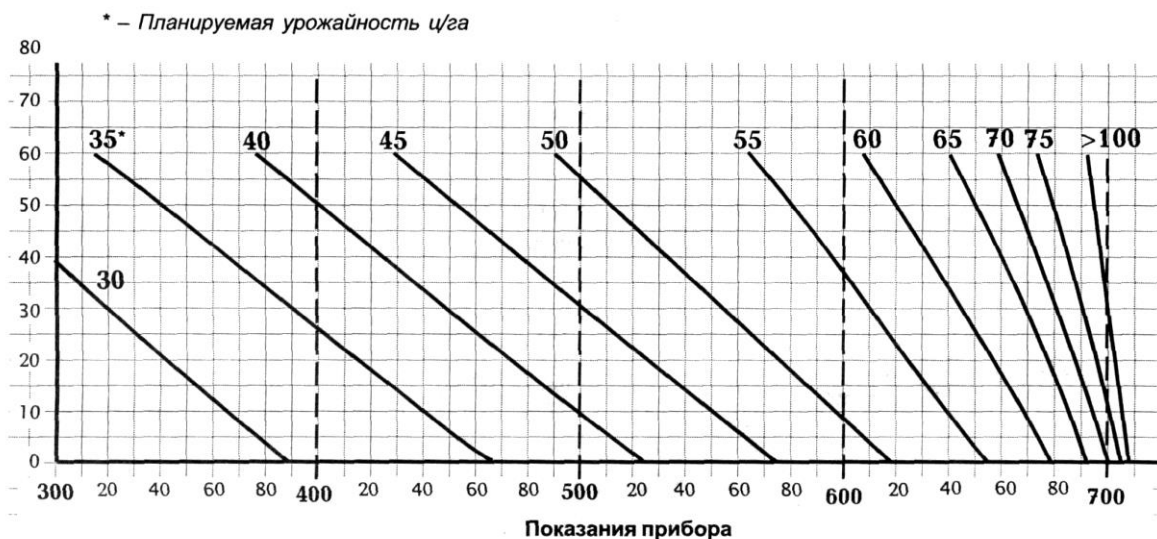
Фаза 37-51 ( конец стеблевания – колошение)  
VII-VIII ЭТАПЫ

Рис.4 Потребность пшеницы в азотных удобрениях в зависимости от  
планируемой урожайности и показаний N – Тестера

Таблица № 4

Потребность пшеницы в азотных удобрениях кг д.в. по показателям N - Тестера  
в зависимости от планируемой урожайности и показаний

Фаза 37-51 (конец стеблевания – колошение) VII-VIII ЭТАПЫ

	**	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	100
* 0	***	388	465	522	572	618	656	678	692	699	703	707
10		367	440	498	549	596	638	667	684	693	698	703
20		343	415	475	525	575	622	656	677	686	694	700
30		320	388	450	500	553	607	645	668	679	690	697
40		300	364	425	475	532	594	633	658	673	683	695
50			337	399	452	508	579	620	648	665	677	693
60			315	376	428	483	563	608	639	658	671	691

\* – доза азота, кг д.в./га ; \*\* – планируемая урожайность, ц/га ; \*\*\* – Показания N - Тестера

Таблица № 5

ФЕНОФАЗЫ	КУЩЕНИЕ											КОЛОШЕНИЕ	ЦВЕТЕНИЕ	НАЛИВ ЗЕРНА	МОЛОЧНАЯ СПЕЛОСТЬ
	ВЫХОД В ТРУБКУ														
Zadoks (EC)	10	21	26	29	30	31	32	37	39	45	50-51	58-59	60-69	70-72	75
Feekes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10.1	10.5	11.0	11.1	11.2
Длительность фенофаз (дни)	20-25		30-35			25-30				10	10		10	10-15	
Куперман 1962г.	I	II		III	IV	V	VI		VII			VIII	IX	X	XI
Характеристика этапов органогенеза (по Куперману)	Образование конуса 0,3-0,6 мм	Появление зачатков узлов и междоузлий Длина конуса 0,5-0,8 мм		Длина конуса 0,7-1,5 мм	Появление бугорков на колосе, уплотнение конуса	Образование цветковых и колосковых чешуек	Закладка пыльников и пестиков		Появление цветковых и колосковых чешуек. Пыльники и пестики сформировались. Удаление тычинок, ускоренный рост чешуек и остей. Завершение скрытых процессов органогенеза			Колошение	Цветение	Формирование зерновки, молочная спелость	Восковая и полная спелость

## Определение планируемой урожайности

Определение планируемой урожайности производится агрономом хозяйства на каждом поле с учетом обеспеченности фосфором и калием. В засушливых районах необходимо учитывать запасы продуктивной влаги, иначе их недостаток может явиться лимитирующим фактором в продукционном процессе, и определенная доза азота может оказаться избыточной.

Таблица № 6

**Обеспеченность почвы фосфором и калием  
(по Мачигину, мг/100 г почвы)**

Обеспеченность почвы	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Очень низкая	менее 1,0	менее 10
Низкая	1,0 – 1,5	10 – 20
Средняя	1,5 - 3,0	20 - 30
Повышенная	3,0 – 4,5	30 – 40
Высокая	4,5 – 6,0	40 – 60
Очень высокая	более 6,0	более 60

Например, в исследованиях КНИИСХ в разных почвенно-климатических зонах Краснодарского края при обеспеченности почвы фосфором и калием от средней до повышенной, величина урожая зерна при соответствующих азотных подкормках изменялась от 51 до 75 ц/га. При этом необходимо отметить, что урожайность будет определяться уровнем того элемента, который находится в минимуме.

Также необходимо учитывать влияние предшественника, наличие микроэлементов и собственные наблюдения по урожайности последних лет на этом поле.

### **Способ калибровки N-тестера для различных культур, сортов и условий их выращивания**

Наибольшей взаимосвязью между показаниями прибора и потребностью в азоте являются зерновые. Наиболее изучены и приведены в брошюре данные по пшенице, однако насыщенность хлорофиллом листьев ячменя тритикале и ржи также, как и пшеница имеет существенную зависимость между содержанием азота в листьях и показаниями прибора. Поэтому можно использовать графики потребности пшеницы, стоит лишь разницей, что Вам придется самим определить дозу азота с помощью методики быстрой калибровки прибора.

Быстрый способ калибровки N-тестера для различных сортов основан на том, что концентрация хлорофилла не может быть выше максимального для каждого сорта и условий выращивания. Поэтому на поле создаются условия избыточного внесения азота, т.е. максимальное содержание хлорофилла в растениях.

#### **Методика:**

1. При посадке на контрольную полосу внести повышенную дозу азота.
2. На опытном участке внести 2/3 от расчетного количества азота.
3. Перед вторым внесением провести измерения N-тестером контрольного участка и сравнить с измерениями на опытном поле.
4. Рассчитать коэффициент относительной обеспеченности азотом.

Коэффициент = Средние показатели N-тестера на опытном поле / Средние показатели N-тестера на контроле \* 100%

5. Второе внесение проводится, если коэффициент ниже 95%

6. Пример:

Показатели на контроле (избыточный азот) — 542, 567, 538 — среднее 549

Показатели на опытном (исследуемом) поле — 495, 510, 516 — среднее 507

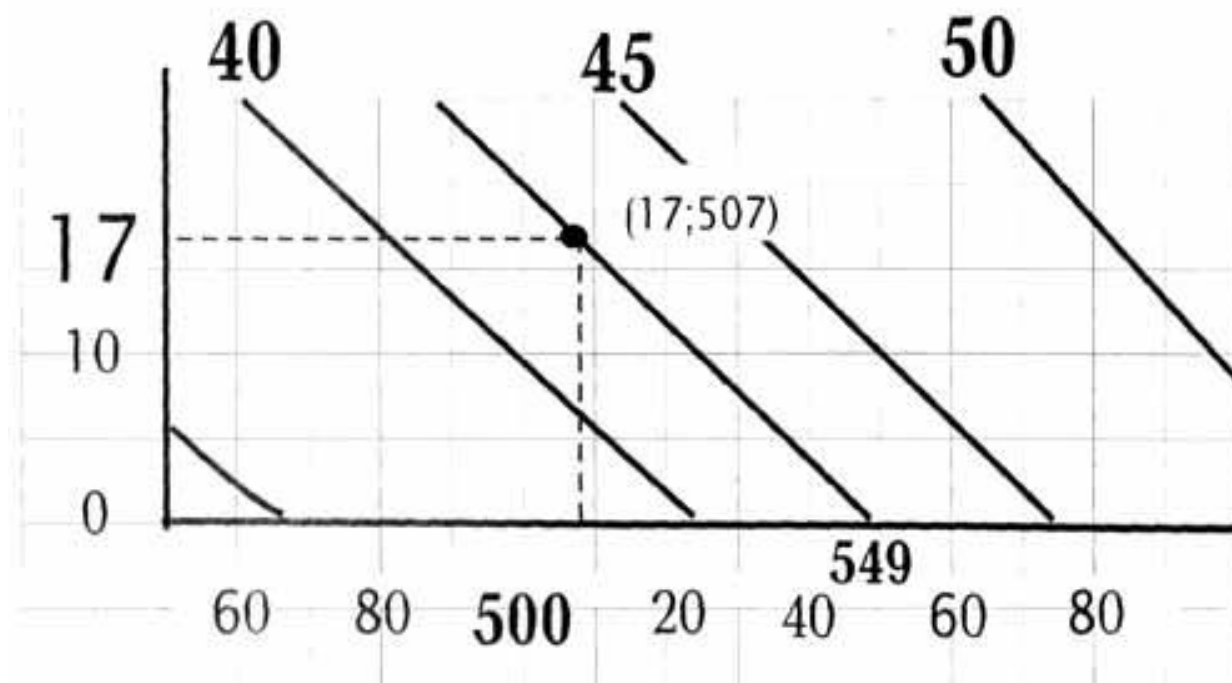
Коэффициент =  $507/549 \cdot 100\% = 92\%$  - требуется подкормка.

Доза азота рассчитывается следующим образом: А. Б. Г. 549 единиц — полная обеспеченность азотом

— в фазу 37 по рисунку 4 на оси показаний N-тестера находим точку соответствующую 549

— параллельно соседним графикам визуально проводим линию до точки 507.

проекция на ось доз азота от этой точки даст нам требуемую дозу азота. В нашем примере она составит 17кг д.в. /га. (Фрагмент рисунка 4)



Фрагмент рисунка 4

Этот способ хорош тем, что учитывает вариации хлорофилла различных сортов, на различных стадиях развития при разных погодных условиях. При этом различное содержание P, K, S в почве на изучаемом поле практически не оказывает влияния на определяемую величину т.к. все параметры выращивания кроме азотного питания на контрольном и опытном участке изучаемого поля одинаковы.

Примечание: Все измерения необходимо производить на одинаково расположенных листьях имеющих одинаковое развитие.

### Использование N-Тестера в фазу кущения риса

Из минеральных удобрений рис наиболее отзывчив на азотные, а фосфорные и калийные дают прибавку только при хорошей обеспеченности азотным питанием.

Обычно в период всходов, когда рис свои потребности удовлетворяет за счет азотистых веществ эндосперма семени, различие по содержанию этого элемента в листьях в зависимости от уровня плодородия и доз, внесенных до посева удобрений, проявляется слабо. В связи с этим диагностика для уточнения дозы первой подкормки азотом, вносимой по всходам, не проводится.

Однако к середине фазы кущения, когда потребление азота рисом резко возрастает, обнаруживаются четкие различия по содержанию этого элемента в листьях в зависимости от уровня азотного питания растений. В этот период происходит превращение конуса нарастания из вегетативного в репродуктивное состояние, и недостаток азота оказывает

отрицательное влияние на заложение элементов продуктивности метелки. Именно в это время, когда растения имеют 6,0- 6,5 листьев, необходимо проведение диагностики уровня обеспеченности риса азотом. Ее результаты позволяют решить вопрос о необходимости и дозе внесения азотной подкормки (Ерыгин П.С, 1969; Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С., 2001; Молоков Л.Г., Клименко В.И., 2001).

Для достижения этой цели в практике рисоводства проводятся подкормки азотными удобрениями. При этом очень важно установить срок и дозу внесения удобрения. Применяемые в настоящее время методы листовой диагностики трудоемки и требуют значительного времени. В связи с этим представляет научный и практический интерес возможность использовать «N-тестер», позволяющий оперативно получить информацию об обеспеченности растений азотом. Проводимая работа позволит применять этот прибор при возделывании риса.

На основании результатов опыта, в котором изучалась потребность растений в азоте, в зависимости от планируемой урожайности и биологических особенностей сортов разработана шкала определения необходимости проведения подкормки азотом в фазу кушения риса (5-7 листьев) с использованием «N-тестера».

**Таблица № 7**

***Шкала определения необходимости подкормки азотом  
в фазу кушения в зависимости от показаний «N-тестера»  
и планируемой урожайности риса***

Показания «N-тестера»	Планируемая урожайность, ц/га						
	30-40	41-50	51-60	61-65	66-70	71-75	более 75
Менее 480	0	+	-	-	-	-	-
481-505	0	0	+	-	-	-	-
506-530	0	0	0	+	-	-	-
531-555	0	0	0	0	+	-	-
556-570	0	0	0	0	0	+	-
Более 571	0	0	0	0	0	0	+

+ — подкормка азотными удобрениями требуется;

0 — подкормка азотными удобрениями не требуется;

— — увеличение дозы азотных удобрений экономически не оправдано.

Доза азота, вносимого в подкормку, определяется с учетом коэффициента, учитывающего биологические особенности сортов риса и густоту стояния растений. Для этого используется информация, приведенная в таблицах 8 и 9.

#### **Пример определения дозы азотной подкормки:**

Сорт риса — Рапан, планируемая урожайность—65 ц/га, фаза вегетации — кушение (6 листьев), густота стояния растений 127 шт./м , показания «N-тестера» — 526 ед.

Для получения урожайности риса 61-65 ц/га, согласно данных таблицы 1 подкормка требуется (+). С учетом густоты стояния растений -127 шт./ м (таблицы 9) и поправочного коэффициента на биологические особенности сорта Рапан — 1,1, взятого из таблицы 8, доза азотной подкормки составляет:  $46,0 \times 1,1 = 50,6$  кг д.в./га.

Таблицы № 8,9

*Поправочные коэффициенты (к) на показания «N- тестера»  
с учетом биологических особенностей потребления азота*

№ п./п.	Сорт риса	К*
1.	Рапан	1,1
2.	Лиман	1,0
3.	Регул	0,9
4.	Лидер	0,7
5.	Серпантин	0,8

*Дозы азота с учетом густоты состояния растений риса*

№ п./п.	Густота состояний растений, шт/м <sup>2</sup>	Доза N, кг д.в./га
1.	Менее 60	0
2.	61-100	35
3.	101-140	46
4.	141-180	57
5.	Более 181	69

## **N-Сенсор Настоящий шаг в будущее**

### **Опыт практического применения**

Впервые в России проведение азотной подкормки с помощью N-сенсора было выполнено на озимых полях ЗАО «Фирма «Агрокомплекс» ст. Выселки весной 2002 года. Руководство фирмы уделяет много внимания изучению и внедрению передовых технологий и научных разработок в производство.

К моменту применения нового прибора первая азотная подкормка озимых уже была завершена с помощью зерновых сеялок и «рюмок» (рисовые ротационные сеялки НРУ-0,5). В среднем на 1 га пашни в февральские окна» было внесено 100-150 кг аммиачной селитры. Однако после проявления действия удобрения далеко не на всех полях отмечалась цветовая выравненность посевов. Были хорошо заметны полосы неравномерной работы агрегатов (как тех, так и других), огрехи и места естественной пестроты. А ведь это будущие потери урожая и качества зерна.

N-сенсор был смонтирован на кабине трактора Т-150К в агрегате с навесным разбрасывателем емкостью 3000 л с гидравлической регулировкой дозирующих заслонок. Внутри кабины установлены два компьютера, контролирующих работу сенсора и разбрасывателя минеральных удобрений и адаптированных друг к другу. Во время работы на экранах компьютеров отображаются данные текущего внесения удобрения в действующем веществе и в физическом весе, скорость трактора, наличие достаточного уровня освещенности и растительной биомассы.

При прохождении трактора по полю данные отражения света от листовой поверхности улавливаются четырьмя датчиками N-сенсора и анализируются компьютером каждую секунду. Площадь сканирования составляет примерно 100 кв. м. При обычной скорости работы и ширине захвата на одном гектаре производится около 240 отдельных измерений. Пятый датчик, направленный вверх, в небо, измеряет интенсивность света, позволяя системе вносить поправки в соответствии с различными условиями освещенности. Это дает возможность проводить работу даже в пасмурную погоду.



Информация от датчиков передается на компьютер, который управляет дозирующей системой разбрасывателя минеральных удобрений во время его работы.

Точность работы прибора при изменяющихся условиях внешней среды — один из основных агрономических вопросов. Такой эксперимент уже проводился под научным руководством Института сельскохозяйственной техники Потсдам — Борним.

По одной и той же технологической колее на поле в разных направлениях (туда — обратно) в течение дня было произведено 13 рабочих проходов. За каждый проход было получено 250 измерений. Фактически все полученные значения находились в пределах стандартного отклонения 3 кг/га азота.

В «Агрокомплексе» калибровку N-сенсора проводили на каждом отдельном поле, так как датчики улавливают не только интенсивность отражения света зеленым ковром, но и его густоту. Для этого производится сканирование небольшой области посева с помощью N-тестера и N-сенсора.

Работа N-тестера основана на измерении содержания хлорофилла в листе, что связано с уровнем азотного питания культуры. Затем по N-тестеру определяется оптимальная доза азота, которая соотносится с показаниями отражения света. N-сенсор будет изменять дозы (но в пределах заданной вариации, например, от 10 до 60 кг/га д.в.), оптимизируя количество азота в соответствии с требованиями сельскохозяйственной культуры по мере прохождения по полю. Это более сложный, но и более точный путь калибровки, однако

для тех регионов, где N-тестер не адаптирован к местным сортам и условиям произрастания, существуют более простые пути калибровки для нормальной работы N-сенсора.

После наработки практического опыта применения N-сенсора важно отметить, что этот прибор полезен и эффективен не только для сельскохозяйственных предприятий с хорошим финансовым положением, но и для хозяйств, которые не могут обеспечить растениям достаточный уровень азотного питания. Возможность изменения вариации (например, от 0 до 50 кг/га д.в.) позволяет и имеющиеся в наличии 100-150 кг/га аммиачной селитры распределить по полю с гораздо большей пользой и отдачей.

Много делегаций из различных регионов побывали в это время на полях ЗАО «Фирма «Агрокомплекс» для ознакомления с работой современных приборов. Приезжали гости даже из Тюмени. Всеми специалистами была отмечена высокая степень равномерности рассева удобрений при такой большой ширине захвата — 28 м, а те, кто побывал в кабине трактора во время работы, удивлялись точности реакции N — сенсора на малейшие изменения в посевах. Там, где пшеница была более развита и потемнее, дозы внесения были меньше, чем там, где посевы послабее и посветлее.

Работа в поле велась весь световой день, N-сенсор работал с 7 до 19 часов, покрывая до 200 га остальное время, когда не хватало света, с 19 до 20 часов, работали с постоянной нормой внесения без вариаций. По окончании работы с компьютера снимались данные: количество обработанных гектаров и внесенных удобрений по каждому полю, что практически исключает хищение удобрений. Экономической службой хозяйства отмечено, что работа трактора с таким оснащением не требует учета полевых работ с сажном в руках, достаточно снять показания компьютера по окончании работы.

За десять дней, включая время обучения, калибровки и демонстрации делегациям, с помощью N-сенсора было подкормлено почти 1500 га озимой пшеницы.

### **Сравнительная оценка технологий проведения азотной подкормки**

Для возможности сравнения традиционной технологии внесения азотных удобрений с помощью сеялок с новой технологией в отделении №3 предприятия «Агрокомплекс» на поле 16/1 площадью 93 га (сорт Крошка, предшественник — горох) был заложен эксперимент. На части поля площадью 50 га азотные подкормки проводились с помощью сеялок, на другой части поля первая подкормка была проведена сеялками в начале марта, а вторая — в начале апреля с помощью N-сенсора. На каждом участке поля в среднем было внесено 210 кг/га аммиачной селитры.

Экстремальные условия весны 2002 года не способствовали развитию вторичной корневой системы и хорошему усвоению растениями азота. Холодные с заморозками март и апрель сменила длительная засуха в апреле — мае. После проведения первой подкормки сеялками (конец февраля - начало марта) специалистами отмечены кроме положительных и отрицательные стороны традиционного способа внесения удобрений: травмирование растений и подрезание корневой системы сошниками приводили к ослаблению посевов и плохому усвоению внесенного азота. На экспериментальном поле проводилась листовая диагностика уровня обеспеченности растений озимой пшеницы азотом с помощью прибора «N-тестер Гидро» и по методике, утвержденной и разработанной департаментом сельского хозяйства и продовольствия администрации Краснодарского края, КНИИСХ и ГубГАУ, а также определялось содержание азота и белка в зерне в фазе молочно-восковой



спелости, что дает возможность ориентироваться в будущем качестве зерна (см. табл. № 10)

Таблица № 10

Уровень обеспеченности пшеницы азотом на контрольном поле

ЗАО « Фирма «Агрокомплекс»

(предприятие – «Агрокомплекс» (ранее «Дружба»)

Бригада – №3, поле 16/1 – 93 га, сорт – Крошка, предшественник – горох)

Вариант	Показатели N - тестера		Содержание азота в зерне (%, с.н.) молочно- восковая спелость	Содержание белка в зерне (%, с.н.) молочно- восковая спелость	Урожайность ( ц/га)	Качество зерна
	4.04.02 через 1 месяц после первой подкормки	23.05.02 цветение				
Контроль (традиционная технология)	604	637	2,04	11,6	58,5	4-й класс
N – сенсор + разбрызгиватель		712	2,71	15,5	66,0	3-й класс

Для справки: разница в показателях в 100 единиц соответствует разнице в урожае приблизительно в 10 ц/га.

По экономическим показателям: расходу ГСМ и производительности - традиционный способ сильно уступает новому (см. табл. № 11). Кроме того, износ сеялок при внесении удобрений выше, чем при обычном севе, как и зависимость от погоды.

Таблица № 11

Расчет эффективности применения различных агрегатов на подкормке озимых зерновых в условиях ЗАО «Фирма Агрокомплекс»

Показатели	Ед. изм.	Агрегат	
		Т-150 К+ Разбрасыватель	Т-150К+ ЗСЗП-3,6
Дневная производительность агрегата	га	120	42,13
Расход основного горючего	л/га	1,19	2,80
Оплата труда	руб./га	2,70	5,51
Стоимость ГСМ	руб./га	6,63	15,61
Амортизация	руб./га	7,50	15,07
Итого прямых затрат	руб./га	16,83	36,19

Бытует мнение, что поверхностное внесение приводит к потерям и худшему усвоению азота растениями, чем прикорневое, особенно в районах недостаточного увлажнения. В процессе работы отмечено, что при поверхностном внесении азотных удобрений на влажную почву скорость их растворения и усвоения не намного отличалась от прикорневого внесения. По результатам испытаний, применение разбрасывателя Богбалле с N — сенсором для проведения весенней подкормки зерновых более эффективно, чем сеялок, и по производительности, и по качеству внесения. Даже в сухую погоду проведение боронования после внесения удобрений решает вопрос заделки их в почву с гораздо меньшим травматизмом листьев и корневой системы растений по сравнению с сеялками. Результаты испытаний говорят сами за себя ( см. т. № 12)

**Таблица № 12**

**Сравнительная характеристика различных способов внесения удобрений**  
(предприятие – «Агрокомплекс»  
Отделение 3, поле 16/1 – 93 га, сорт – Крошка, предшественник – горох)

Вариант	Урожайность (ц/га)	Качество зерна
Традиционный способ (сеялки с постоянной нормой внесения азота)	58,5	4-й класс
N -сенсор + разбрасыватель (поверхностное внесение азота с переменной нормой)	66,0	3-й класс

## ПРИБАВКА

Исходя из полученных результатов, даже при нынешнем уровне цен на зерно N — сенсор окупает себя на 220 га озимой пшеницы, а N — сенсор с разбрасывателем — на 500 га.

Применяя правильный уровень азота на культуре и избавившись от пестроты полей, можно получить значительное увеличение как количества, так и качества зерна. Сегодня делается только первый шаг в этом направлении, но то, что казалось фантастикой вчера, сегодня уже стало реальностью. Проблема, которую невозможно было решить никаким другим способом сегодня уже разрешима. Следующий этап — точное внесение фосфорно-калийных удобрений. Решение проблемы пестроты полей по основным элементам питания позволит стабилизировать результативность сельского хозяйства и оптимизировать экономику применения удобрений.