

АЗОТНЫЕ УДОБРЕНИЯ И СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РИСОВОДСТВЕ

Совершенствование технологии внесения азотных удобрений, применение ингибиторов нитрификации, медленнодействующих азотных удобрений, регуляторов роста растений, и сеникация посевов будут способствовать увеличению урожайности зерна риса и снижению загрязнения окружающей среды.

Особое значение для питания имеет повышение эффективности усвоения азот мочевины и сульфата аммония, поскольку потребность риса в этом элементе удовлетворяется в основном за счет названных удобрений. Эта задача в настоящее время, как правило, решается дробным внесением азотных удобрений.

До недавнего времени азотные удобрения под рис вносились в два приема – 70% дозы азота вносили в почву непосредственно перед севом и 30% – в виде корневой подкормки по всходам. Иногда корневую подкормку азотом делили на две по всходам и в фазе кушения (Кириченко К.С., 1958). Такая схема внесения не учитывает физиологические потребности растений в азоте в период вегетации риса и обуславливает значительные потери его из почв в момент сброса воды, предусмотренной технологией выращивания риса для получения дружных, равномерных всходов.

Исследованиями Е.П. Алешина, Л.Г. Молокова, Г.Г. Фаняна, (1985) установлено, что для стимулирования прорастания зерновок и получения полноценных проростков риса достаточно перед севом вносить 25% дозы азотных удобрений. Снижение предпосевной дозы азота существенно уменьшает его газообразные потери и вынос со сбросными водами, а также ограничивает степень развития водорослей и сорняков на рисовых полях. Потребность риса в азоте резко возрастает лишь к фазе кушения растений, что соответствует возрасту 3 – 4 листа. Для стимулирования процесса кушения и закладки высокопродуктивной метелки в этот период необходимо вносить 50% дозы азотных удобрений. Для формирования стеблестоя, повышения озерненности и выполненности зерновок в возрасте 8 – 11 листьев, то есть к началу трубкования растений необходимо вносить оставшиеся 25% дозы азота. Такая схема внесения азотных удобрений наиболее полно соответствует физиологическим потребностям риса, существенно снижает непроизводительные потери азота и загрязнение окружающей среды нитратами и нитритами. Нами изучались различные приемы внесения азотных удобрений под рис (табл. 1). Наиболее эффективной оказалось дробное внесение в три срока – 25% до посева +50% в начале кушения -25% в начале трубкования, которая обеспечивала прибавку урожая зерна риса 4,5 – 6,5 ц/га по сравнению с производственным контролем. Такая схема внесения наиболее полно отвечает физиологическим потребностям риса в отдельные фазы развития растений. Азот удобрений полнее используется растениями, что подтверждается возрастанием коэффициента его усвоения рисом на 1,6 – 2,6%.

Таблица 1

Эффективность различных приемов внесения азотных удобрений под рис

Вариант	Коэффициент использования азота удобрений, %	Урожайность	Прибавка
		ц/га	
P ₉₀ K ₆₀ - фон	-	36,4	-
Фон + N ₁₂₀	12,4	47,6	11,2
Фон + N ₈₀ (перед посевом) + N ₃₀ (в фазе всходов)	16,8	52,0	15,6
Фон + N ₈₀ (перед посевом) + N ₁₅ (в фазе всходов) + N ₁₅ (в фазе кушения)	17,8	54,0	17,6
Фон + N ₃₀ (перед посевом) + N ₆₀ (в фазе всходов) + N ₃₀ (в фазе трубкования)	19,4	58,5	22,1

Другим не менее важным агроприемом повышения эффективности мочевины и сульфата аммония служит локальный способ их внесения. Сущность локального применения азотных удобрений состоит в том, что удобрение не перемешивается с почвой, а располагается на определенном расстоянии от семян или корневой системы в виде концентрированных очагов. В результате в ограниченном объеме почвы возникает зона с экстремально высокой концентрацией азота, во взаимодействие с которой вступает лишь часть корневой системы растения. Локализация азота создает неблагоприятные условия для микроорганизмов, связывающих азот, и препятствует необменному поглощению его почвой. Высокая концентрация аммонийного азота в местах внесения подавляет

нитрификацию и способствует сокращению потерь его за счет вымывания нитратов из корнеобитаемого слоя. Благодаря этому коэффициент использования азота заметно возрастает. При фактическом равенстве вносимых вразброс и локально доз удобрений, а также ресурсов внешней среды гетерогенное распределение азота обеспечивает более дружное появление всходов, равномерное развитие растений во время вегетации и позволяет значительно повысить продуктивность риса. Повышение коэффициента использования азота при локальном внесении позволяет значительно снизить оптимальные дозы удобрений под рис. Это подтверждается результатами исследований представленных в таблице 2. Локальное внесение азотных удобрений способствовало лучшему росту растений и повышению урожайности зерна риса на 2,3 – 2,6 ц/га по сравнению с разбросным применением. При этом коэффициент использования рисом азота из удобрений возрос на 1,6 – 3,3%. Судя по прибавкам урожайности зерна риса доза 60 кг/га внесенного локально в рядки при посеве с семенами оказалась равноценной 90 кг/га – в разброс. Иначе говоря, при локальном внесении удобрений вносимая доза под рис азота может быть уменьшена на 30%.

Таблица 2

Сравнительная эффективность локального и разбросного способов внесения азотных удобрений под рис

Вариант	Коэффициент использования азота удобрений, %	Урожайность	Прибавка
		ц/га	
P ₆₀ K ₃₀ - Фон	-	31,4	-
Фон + N ₉₀ (вразброс перед посевом)	13,8	40,2	8,8
Фон + N ₆₀ (вразброс перед посевом) + N ₃₀ (в фазе всходов)	17,3	47,1	15,1
Фон + N ₉₀ (в рядки с семенами)	18,9	49,7	18,3
Фон + N ₆₀ (в рядки с семенами)	20,6	49,4	18,0

Эффективность вносимых под рис азотных удобрений может быть в значительной степени повышена за счет совершенствования их форм. В последние годы для этих целей все чаще стали вносить под рис длительно действующие формы азотных удобрений и в виде супергранул. Применение длительнодействующих минеральных удобрений (в основном капсулированных) в экономически высокоразвитых странах распространено достаточно широко. Преимущество капсулированной и супергранулированной форм удобрений, в том числе и азотных, складывается из увеличения агрохимической активности азота и снижения его потерь, токсичности почвенного раствора для проростков, ограничение частоты внесения удобрений, что особенно важно в связи с резким подорожанием эксплуатации сельскохозяйственной авиации. Однако технология производства минеральных удобрений в Российской Федерации не позволяет сегодня производить в достаточном количестве высококачественные капсулированные азотные удобрения, поэтому ведется поиск способов повышения эффективности мочевины, сульфата аммония и других промышленных туков, широко используемых в сельском хозяйстве.

Одним из таких способов является использование ингибиторов нитрификации. В докладе Р.С. Кутузовой (1990) показана наиболее полная схема действия ингибиторов нитрификации, основанная на базе теоретических, лабораторных, полевых и производственных исследований.

К ингибиторам нитрификации относится множество препаратов, затормаживающих накопление в почве окисленных форм азота. Они тормозят развитие бактерий группы Nitrosomonas, способствующих превращению в почве азота минеральных удобрений практически не влияют на другие микроорганизмы. Р.С. Кутузова (1990) считает, что систематическое применение ингибиторов нитрификации, например КМП (1-карбамоил-3 (5)-метилпиразол), ведет к отбору бактериальных форм с более гибкой ферментной системой. Они не утрачивают чувствительности к препарату и активнее взаимодействуют с гетеротрофными процессами.

В процессе нитрификации аммиачные и амидные формы азота переходят в окисленные. В дальнейшем нитриты и нитраты подвергаются диссимиляторному восстановлению до летучих соединений NO₂ и N₂ денитрифицирующими микроорганизмами. Эти процессы наиболее интенсивно проходят в первые 10 дней после внесения удобрений, замедляются во время вегетации растений и возобновляются после уборки урожая риса. Избыточное накопление подвижных форм азота в корнеобитаемом слое почвы способствует накоплению нитратов в сельскохозяйственной продукции, что может привести к отравлению людей и животных. Под влиянием ингибиторов нитрификации азот сохраняется в аммиачной форме и накопление нитратов затормаживается, что, безусловно, оздоравливает экологическую обстановку. К тому же азот удоб-

рений остается на месте внесения и в 1,5 – 2,0 раза быстрее закрепляется в почве. Практически на такую же величину снижаются потери азота.

Из зарегистрированных к настоящему времени более 250 видов ингибиторов нитрификации наиболее распространен нитрапин синтезированный в 50-х годах текущего столетия и широко применяемый в США, Японии, Индии и Германии. Хорошо зарекомендовали себя КМП, АТС, ДЦДА и другие препараты отечественного и зарубежного производства. Более подробную характеристику ингибиторов нитрификации можно получить в монографиях Э.И. Муравина (1989), И.А. Лавровой (1990) и периодических изданиях (Бородин Н.К., Ременко О.Ф., 1988; Нурмухамедов Р.Ф., 1984).

Анализ литературных данных по выяснению влияния ингибиторов нитрификации на урожайность сельскохозяйственных культур показал полное отсутствие единого мнения. Так, индийские исследователи Р. Прасад, С. Син и Р. Ди (1984) и Singh D. et al (1985) не обнаружили заметного преимущества использования ингибиторов нитрификации в посевах риса по сравнению с обычным дробным внесением мочевины и других азотных удобрений (Петибская В.С., Молоков Л.Г., 1983). Однако надо учесть, что дробное внесение азота требует дополнительных затрат, поэтому преимущество ингибиторов нитрификации прежде всего определяется экономической целесообразностью. Действие ингибиторов нитрификации особенно при систематическом применении необходимо более тщательно изучить, так как не исключена адаптация к ним микроорганизмов, а при накоплении в почве продуктов их распада отрицательного воздействия на растения и окружающую среду.

Одним из путей снижения потерь азота почвы и удобрения вследствие денитрификации и вымывания нитратов, а также устранения опасности загрязнения нитратами водных источников и уменьшения их содержания в урожае является применение ингибиторов нитрификации. Это химические препараты, избирательно подавляющие рост и развитие нитрифицирующих микроорганизмов, осуществляющих первый этап нитрификации – окисление аммония до нитритов. Под влиянием ингибиторов нитрификации обеспечивается консервация азота удобрений в аммонийной форме до постоянного затопления рисового поля, то есть в течение 1 – 1,5 месяцев, усиливается азотное питание растений с начала вегетации и повышается урожай риса. Это позволяет уменьшить кратность внесения азотных удобрений под рис с двух-трех до одной, и получить ощутимую экономическую выгоду. Производственные испытания ингибиторов нитрификации под рис показали их высокую эффективность (табл. 3). Под влиянием ингибиторов нитрификации коэффициент использования азота удобрений рисом повысился на 1,5 – 5,8%, а урожайность зерна увеличилась на 2,1 – 3,3 ц/га по сравнению с производственным контролем. Сравнивая эффективность внесенных под рис в качестве ингибиторов нитрификации дициандиамида (ДЦД) и триазола (АТГ) некоторое предпочтение следует отдать ДЦД. Этот препарат обеспечивал наиболее полное использование азота удобрений и большую прибавку урожайности зерна риса. Наиболее радикальным способом повышения эффективности азота удобрений может быть замена традиционных для рисоводства форм – сульфата аммония и мочевины на медленно действующие удобрения. Последние получают конденсацией мочевины с альдегидами или путем покрытия гранул тонкими пленками из органических (полимерных) или неорганических (элементарная сера) материалов. Из гранул этих удобрений происходит медленное высвобождение азота и его постепенное усвоение растениями в течение вегетации.

Таблица 3

Урожайность зерна при внесении ингибиторов нитрификации под рис

Вариант	Коэффициент использования азота удобрений, %	Урожайность	Прибавка
		ц/га	
P ₆₀ K ₃₀ - Фон	-	29,6	-
Фон + N ₉₀ (перед посевом)	14,1	36,7	7,1
Фон + N ₆₀ (перед посевом) + N ₃₀ (в фазе всходов)	17,6	44,4	14,8
Фон + N ₉₀ + АТГ (перед посевом)	19,1	46,5	16,9
Фон + N ₉₀ + ДЦД (перед посевом)	20,2	47,2	17,6
Фон + N ₆₀ + АТГ (перед посевом)	22,3	46,6	17,0
Фон + N ₆₀ + ДЦД (перед посевом)	23,4	47,7	18,1

Исследованиями А.Ч. Уджуху (1986) установлена высокая эффективность применения под рис медленнодействующих азотных удобрений – оксамида и капсулированной мочевины. В его опытах, проведенных на Кубани, при внесении медленнодействующих азотных удобрений потери

азота из почв рисовых полей со сбросными и фильтрационными водами снижались на 20–30%. Автором приведен интересный цифровой материал по коэффициенту использования азота растениями риса из различных форм удобрений, (табл. 4). При внесении мочевины в один прием до посева коэффициент использования азота по его подсчетам составил 14,2%, а при дробном возрастал до 16,8%. При использовании оксамида усвояемость этого элемента увеличивалась до 24,6%, а при внесении капсулированной мочевины – достигала 36,4%. Высокий коэффициент использования азота капсулированной мочевины и оксамида обусловили большую прибавку урожайности зерна риса по сравнению с мочевиной. Наибольшая прибавка урожайности – 14,9 ц/га получена при внесении капсулированной мочевины. Все азотные удобрения положительно влияли на структуру урожая риса: возрастала масса зерна с одного растения и 1000 зерен, продуктивная кустистость, снижалась пустозерность метелок. Наилучшими эти показатели были при внесении под рис капсулированной мочевины. Эффективность мочевины заметно повышалась при дробном внесении, однако заметно уступала оксамиду и особенно капсулированной мочеvine.

Таблица 4

Эффективность внесения медленнодействующих азотных удобрений под рис

Вариант	Коэффициент использования азота удобрений, %	Урожайность	Прибавка
		ц/га	
P ₉₀ K ₆₀ - Фон	-	42,6	-
Фон + N _{м120}	14,2	49,1	6,5
Фон + N _{м90} (перед посевом) + N _{м30} (в фазе всходов)	16,8	53,1	10,5
Фон + N _{мк120} (перед посевом)	36,4	57,4	14,8
Фон + N _{ок120} (перед посевом)	24,6	53,5	10,9

Примечание: N_м - мочевина, N_{мк} - мочевина капсулированная, N_{ок} - оксамид.

В повышении эффективности азотных удобрений в рисоводстве важное значение имеют также регуляторы роста растений – органические соединения способные активно влиять на обмен веществ растительного организма. К ним относятся, прежде всего, продуцируемые растениями для управления собственными процессами роста и развития фитогормоны – ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассинолиды, этилен, абцизовая кислота. Известны также многочисленные синтетические аналоги выше названных соединений. Регуляторы роста позволяют усиливать или ослаблять хозяйственно ценные признаки и свойства растений в пределах нормы реакции генотипа. С их помощью в какой-то степени компенсируются недостатки районированных сортов. В рисоводстве главная цель применения регуляторов роста – увеличение полевой всхожести семян, ускорение появления всходов, снижение пустозерности метелки, предотвращение полегаемости посевов, повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды и как результат всего этого наращивание производства зерна риса. Применением регуляторов роста можно добиться более рационального использования растениями элементов минерального питания вносимых с удобрениями. Регуляторы роста в рисоводстве вносят путем предпосевной обработки семян и опрыскивании вегетирующих растений. В наших опытах предпосевная обработка семян регуляторами роста (оксигумат, гидрогумат, капсикозид, квартазин, кротонолактон, топсикозид) повышала урожайность зерна риса на 2,1–6,2 ц/га и увеличивала коэффициент использования растениями азота удобрений на 0,4–5,8% (табл. 5). Наибольшее влияние на коэффициент использования азота растениями риса и урожайность зерна оказали регуляторы роста гуматной природы и, прежде всего оксигумат, наименьшее – капсикозид и топсикозид.

Таблица 5

Влияние регуляторов роста на коэффициент использования растениями азота удобрений и урожайность зерна риса

Вариант	Коэффициент использования азота удобрений, %	Урожайность	Прибавка
		ц/га	
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₆₀ - Фон	22,6	64,8	-
Фон + оксигумат	28,4	71,0	6,2
Фон + гидрогумат	28,0	69,2	4,4
Фон + квартазин	26,4	69,9	5,1
Фон + кротонолактон	27,2	70,1	5,3
Фон + капсикозид	23,1	68,4	3,6
Фон + топсикозид	23,0	66,9	2,1

Примечание: семена обрабатывались непосредственно перед посевом 0,01 % водного раствора регулятора роста полусухим способом.

К важным агроприемам повышения эффективности азотных удобрений относится также сеникация. Ее проводят к началу молочно-восковой спелости зерна путем опрыскивания посевов 20% водным раствором мочевины в смеси с микродозой аминной соли 2,4-Д с нормой расхода рабочего раствора 150 л/га. Этот агроприем позволяет целенаправленно воздействовать на отток пластических веществ из вегетативных органов в зерновку и тем самым ускоряет созревание риса, повышает урожайность, товарный выход зерна и качество семенного материала. Сеникация особенно необходима при поздних посевах риса, а также на посевах средне- и позднеспелых сортов. Этот агроприем показал высокую эффективность практически во всех хозяйствах (табл. 6).

Таблица 6

Эффективность сеникации посевов риса

Год	Контроль		Мочевина +2,4 - Д	
	продолжительность вегетационного периода	урожайность, ц/га	продолжительность вегетационного периода	урожайность, ц/га
1999	121	41,4	114	44,6
2000	119	43,8	114	49,1
2001	117	39,6	113	43,7
2002	120	36,1	114	38,4

Прибавка урожайности зерна в среднем по хозяйствам республики достигала 2,3–5,3 ц/га, а созревание риса ускорялось на 5–7 дней. Увеличение урожайности зерна при сеникации посевов риса происходило за счет увеличения выполненности зерновок.

Таким образом, совершенствование технологии внесения азотных удобрений, применение ингибиторов нитрификации, медленнодействующих азотных удобрений, регуляторов роста растений, и сеникация посевов будут способствовать увеличению урожайности зерна риса и снижению загрязнения окружающей среды.

Литература:

1. Алешин Е. П., Фанян Г. Г., Молоков Л. Г. Рекомендации по применению азотных удобрений при интенсивной технологии возделывания риса. Краснодар, 1985.
2. Рымарь В. Т., Шеуджен А. Х., Эксузян А. А. и др. Рекомендации по локальному внесению азотных удобрений под рис. Краснодар, 1987.
3. Рымарь В. Т., Парашенко В. Н., Шеуджен А. Х. Эффективность применения ингибиторов нитрификации под рис//Достижения НТП на службу наращивания продовольственного фонда страны и интенсификации производства субтропических культур. Махарадзе, 1985.
4. Шеуджен А. Х. Микроэлементы и регуляторы роста на посевах риса//Регуляторы роста и развития растений. М., 1991.
5. Уджуху А. Ч. Эффективность применения длительнодействующих азотных удобрений под рис. Автореф. дисс. ... канд. с-х, наук. М., 1986.