

УДК 631.16:631.8:631.445

**АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ
И ДРУГИХ СРЕДСТВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ
НА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ**

Н.Н. Семененко, доктор сельскохозяйственных наук

РУП «Институт мелиорации»

А.В. Семенченко, зам. директора

«РУП» Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства

Ключевые слова: урожайность, зерно, удобрения, азот, фосфор, калий, эффективность

Введение

Одна из стратегических задач земледелия Беларуси – ежегодные валовые сборы зерна довести до 8-10 млн. т, из которых около 6 млн. т используется на зернофураж. Ведущей зернофуражной культурой является ячмень. Увеличение валовых сборов зерна, в том числе и ячменя, должно основываться, прежде всего, на повышении урожайности, улучшении его качества и сопровождаться снижением себестоимости.

Важнейшим резервом получения высокой устойчивой урожайности ячменя при более низких затратах может быть совершенствование технологий его возделывания на основе адаптивной интенсификации продукционного процесса. За счет оптимизации минерального питания по этапам органогенеза растений, создания благоприятного фитосанитарного состояния посева, повышения устойчивости растений к полеганию и неблагоприятным погодным условиям можно управлять фотосинтетической деятельностью, формированием компонентов продуктивности и урожайностью в целом. Современные технологии возделывания ячменя предусматривают применение повышенных доз удобрений, особенно азотных, более интенсивное использование средств защиты растений, физиологически активных препаратов и регуляторов роста. Применение и стоимость средств химизации с каждым годом возрастают, увеличивается себестоимость продукции. Поэтому все большее значение приобретают разработка и внедрение в производство приемов наиболее эффективного их использования под сельскохозяйственные культуры с учетом требований инновационного развития.

Проблема повышения продуктивности ячменя особенно актуальна при возделывании его на недостаточно изученных, экологически неустойчивых антропогенно-преобразованных торфяных почвах (содержание органического вещества менее 50 %). Почвы эти образовались из торфяных в результате длительного использования и минерализации органического вещества, часто подстилаются песком. Площади их в настоящее время составляют более 200 тыс.га, ежегодно увеличиваются и, согласно прогнозу,

могут достигнуть 350-460 тыс.га и более. В отдельных хозяйствах Полесья площади этих почв уже составляют более 1000 га. Урожайность ячменя на этих почвах составляет 25-30, в отдельных случаях достигая 40 ц/га. Антропогенно-преобразованные торфяные почвы по уровню содержания органического вещества, водно-физическим, биологическим и агрохимическим свойствам значительно отличаются от торфяных и минеральных. Эти почвы имеют высокую интенсивность трансформации соединений азота, содержание минеральных форм которого по отдельным полям различается в 3-5 раз, сильно изменяется как по годам, так и в течение периода вегетации растений. Они меньше содержат микроэлементов, в них в 2-3 раза больше сорной растительности, посевы зерновых культур сильнее поражаются болезнями и вредителями, склонны к полеганию. Поэтому на посевах зерновых на этих почвах необходимо более тщательно контролировать режим азотного питания растений, более интенсивно применять пестициды, регуляторы роста, микроэлементы, что ведет к многократным проходам техники по посевам и, соответственно, дополнительным затратам.

При возделывании ячменя по интенсивным технологиям с использованием высокопродуктивных сортов и планируемой урожайности 5 т/га и более возникает повышенная потребность в оптимизации и физиологической сбалансированности минерального питания, характерного для каждого этапа органогенеза растений. Оптимизация минерального питания и повышение эффективности удобрений, реализация генетического потенциала сортов в огромной степени зависят от содержания в почве макро- и микроэлементов в усвояемых для растений соединениях. Установлено, что адаптация в производстве базовых систем применения удобрений под зерновые культуры, разработанных для минеральных или торфяных почв, на антропогенно-преобразованных почвах не обеспечивает эти требования, имеет ряд существенных недостатков. В частности, при расчете доз удобрений не учитывается запас усвояемых растениями соединений азота, фосфора и калия в пахотном слое почв, их различия по полям весьма существенны. Это приводит к внесению завышенных или заниженных доз удобрений, снижению их эффективности, урожайности и качества продукции. Важно также иметь в виду, что избыточное или недостаточное азотное, фосфорное или калийное питание растений в результате недостаточного учета обеспеченности почв элементами питания снижает поступление меди и молибдена, цинка, бора, что нарушает обмен веществ в растениях, ухудшает качество растениеводческой и животноводческой продукции.

Одним из узких мест при выращивании зерновых культур по интенсивным технологиям является раздельное внесение удобрений, микроэлементов, физиологически активных веществ, регуляторов роста, гербицидов, фунгицидов и инсектицидов, что вызывает необходимость многократных проходов по посевам техники, ведет к затягиванию сроков проведения работ, снижению их качества и дополнительным затратам. Результаты наших исследований на антропогенно-преобразованных торфяных почвах показали

высокую эффективность комплексного применения азотных удобрений, физиологически активных веществ, ретардантов, микроудобрений и фунгицидов. Поэтому внедрение приемов, позволяющих при уходе за посевами сократить операции по внесению средств химизации при интенсивном возделывании зерновых, дает возможность снизить энергозатраты, трудовые ресурсы, повысить качество выполнения работ.

Научные основы применения удобрений при возделывании ячменя на антропогенно-преобразованных торфяных почвах

В течение вегетации на растения ячменя действуют разные факторы, которые могут положительно или отрицательно влиять на формирование компонентов продуктивности и урожайности в целом. Поэтому важно целенаправленно с учетом состояния посевов и погодных условий оперативно принимать меры по оптимизации продукционного процесса и таким образом управлять формированием урожайности в условиях каждого конкретного поля, года и сорта. Управление посевами предусматривает адаптивное комплексное применение удобрений, физиологически активных веществ, ретардантов, гербицидов, фунгицидов и инсектицидов. Такой подход в применении средств химизации наиболее полно отвечает требованиям адаптивной интенсификации продукционного процесса растений, а также позволяет существенно снизить удельные затраты на производство зерна.

Физиологические основы оптимизации минерального питания ячменя

Урожайность зерна и его качество являются конечным результатом сложнейших физико-биохимических процессов, которые в различные периоды жизни растений отличаются по направленности и интенсивности. Важнейшее условие получения высокой урожайности зерновых культур – формирование оптимальной его структуры. Уровень урожайности зерновых культур определяется в основном тремя показателями: число продуктивных стеблей на гектаре, количество зерен в колосе и масса 1000 зерен. При этом изменчивость урожайности зависит на 50% от плотности продуктивного стеблестоя, на 25% – от количества зерен в колосе и на 25% – от массы 1000 зерен. В процессе развития растений эти элементы структуры урожайности формируются в разные этапы развития растений, которые проходят в строгой последовательности. Число продуктивных стеблей зависит от оптимального количества побегов, образовавшихся к концу фазы кущения. С начала трубкования закладывается число колосков в колосе, его длина и потенциал количества зерен в колосе, масса 1000 зерен – в момент налива зерна. Каждый этап требует характерных только для него оптимальных сочетаний факторов роста и развития, прежде всего, влагообеспеченности, пищевого и температурного режимов (табл. 1). При благоприятных условиях компоненты продуктивности сначала достигают максимального количества, а затем, при адаптации к условиям роста, в большей или меньшей степени редуцируются.

Особое значение в формировании элементов продуктивности имеет оптимизация

Таблица 1 – Модель системы оптимизации продукционного процесса ячменя (урожайность 5,0-6,0 т/га)

Этапы органогенеза	Оптимальные параметры	Условия формирования элементов продуктивности
Три листа – конец кущения (стадии 13-29)	Побеги – 1200-1300 шт/м ² . S листьев – 45-55 тыс.м ² /га. ФП* – 0,45-0,55. Сухая масса – 0,15-0,20 кг/м ²	W** _{запас} – 140-180 мм. Сумма t>10°C – 280-350. Поглощено, кг/га: N – 75-90. P ₂ O ₅ – 20-25; K ₂ O – 160-190
Начало трубкования – флагового листа (стадии 30-45)	Побеги – 1000-1200 шт/м ² . S листьев – 75-85 тыс.м ² /га. ФП – 1,30-1,40. Сухая масса – 0,50-0,95 кг/м ²	W** – 130-150 мм. Сумма t>10°C – 250-330. Поглощено, кг/га: N – 190-220; P ₂ O ₅ – 50-60; K ₂ O – 400-500
Флагового листа – колошения (стадии 45-59)	Побеги – 950-1100 шт/м ² ; S листьев – 60-70 тыс.м ² /га; ФП – 1,25-1,35. Сухая масса – 1,0-1,2 кг/м ²	W** – 75-90 мм. Сумма t>10°C – 200-300. Поглощено, кг/га: N – 210-250. P ₂ O ₅ – 60-70; K ₂ O – 450-550
Колошения – молочная спелость (стадии 59-85)	Побеги – 900-1000 шт/м ² ; S листьев – 30-40 тыс.м ² /га; ФП – 0,30-0,40. Сухая масса – 1,3-1,5 кг/м ²	W** – 60-80 мм. Сумма t>10°C – 180-250. Поглощено, кг/га: N – 240-280. P ₂ O ₅ – 65-80; K ₂ O – 460-580
Молочная спелость – созревания (стадии 85-92)	Количество продуктивных стеблей – 650-850 шт/м ² . Вес зерна 1 колоса – 0,8-1,0 г. Масса 1000 зерен – 45-50 г	W** – 55-75 мм. Сумма t>10°C – 400-600. Поглощено, кг/га: N – 180-220. P ₂ O ₅ – 70-85; K ₂ O – 260-290

* ФП – фотосинтетический потенциал, млн.м²/сутки/га.

** W запас – запас доступной растениям влаги в почве (слой 0-50 см) на начало периода, мм.

азотного питания по этапам органогенеза растений. Например, при благоприятных погодных условиях и оптимизации азотного питания в фазы начало трубкования и последнего (флагового) листа между количеством продуктивных побегов в посеве и урожайностью устанавливается тесная связь. Следует учитывать, что избыточное азотное питание в фазу кущения сопровождается усиленным образованием побегов, значительная часть которых, поглотив элементы питания и воду, редуцируется. В таких посевах из-за недостатка освещенности главные побеги вытягиваются и чаще отмечается прикорневое полегание, растения сильнее поражаются болезнями. Правильный выбор сроков внесения и доз азота удобрений в каждый срок имеет важнейшее значение для формирования компонентов урожайности. Поэтому основой адаптивной системы применения азотных удобрений является дробное их внесение в сроки, учитывающие динамику формирования компонентов урожайности (рис. 1).

Научные принципы оптимизации доз удобрений на основе результатов почвенной и растительной диагностики

При выращивании зерновых культур внесением оптимальных доз удобрений по этапам органогенеза растений создаются основы для достижения их высокой окупаемости и потенциальной генетической продуктивности сортов. Величина урожайности зерновых культур и эффективность удобрений существенно зависят от уровня их доз и содер-

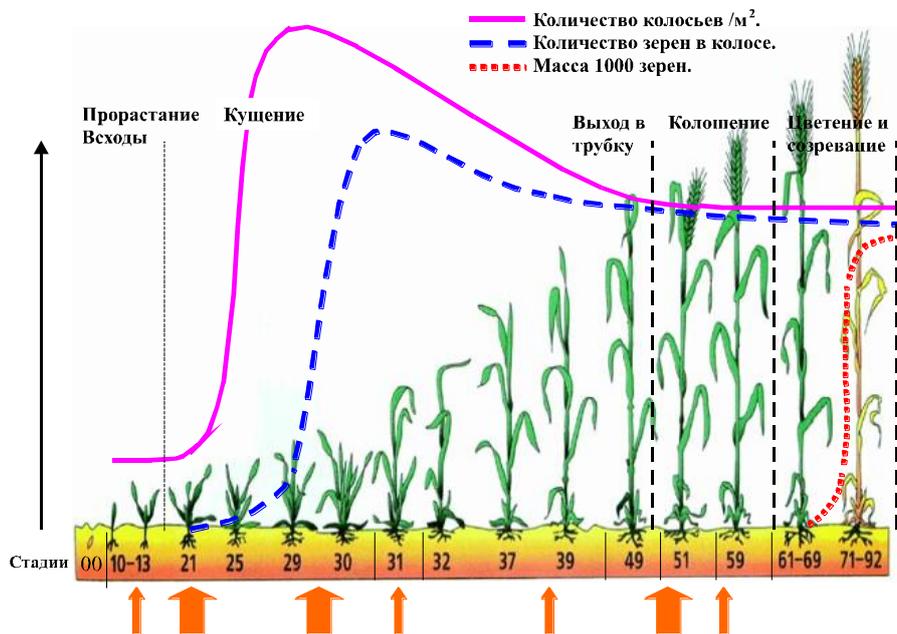


Рис. 1. Развитие зерновых и сроки внесения азотного удобрения: толстые стрелки – обычные сроки внесения; тонкие – сроки внесения при большем дроблении доз

жания в почве соответствующих элементов в доступных для растений соединениях. Исследованиями с применением ¹⁵N и ³²P установлено, что зерновые культуры в течение вегетации поглощают элементы питания из двух источников – почвы и внесенных удобрений пропорционально наличию их в усвояемой форме в почве. Например, в зависимости от обеспеченности почв азотом доля участия азота почвы в формировании урожайности зерновых культур может колебаться в пределах 45-90%. Поэтому при расчете доз удобрений на планируемую урожайность важно знать содержание в почве не гумуса или органического вещества, растворимых в 0.2M HCl кислоте труднодоступных растениям фосфатов полуторных окислов и кальция, а потенциально усвояемых соединений азота, фосфора и других элементов. Авторами разработаны новые методы одновременной экстракции из антропогенно-преобразованной торфяной почвы соединений азота, фосфора и калия, которые по своей доступности растениям близки доступности аналогичных элементов из удобрений. Это позволяет более объективно оценивать эффективное плодородие почв и более точно определять дозы удобрений.

Исследованиями установлено, что содержание минеральных соединений азота, доступных растениям соединений фосфора и калия в антропогенно-преобразованных торфяных почвах (пахотный слой) даже в одном хозяйстве (Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства) колеблется в широких пределах: N_{мин} – 60 - 350; P₂O₅ – 25-460 и K₂O – 110- 2715 кг/га. Также установлено, что уровень урожайно-

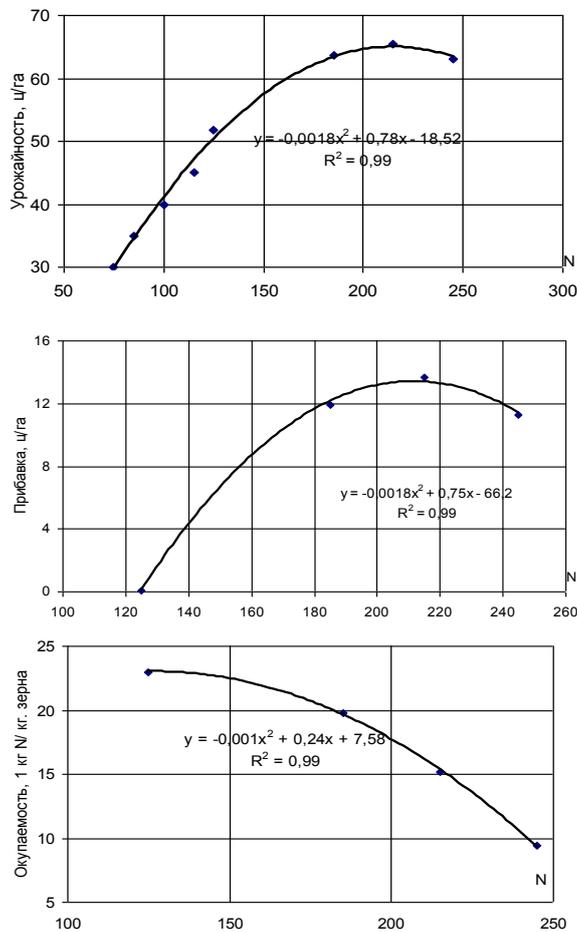


Рис.2. Зависимость урожайности ячменя, прибавки и окупаемости удобрений от содержания минерального азота в почве

сти зерновых культур и эффективность удобрений находятся в тесной зависимости от запасов в почвах перед севом элементов питания (рис. 2, 3, табл. 2).

Для формирования урожайности ячменя 50-60 ц/га необходимый запас в почве перед севом культур составляет: $N_{\text{мин}}$ – 180-240; P_2O_5 – 170-220 и K_2O – 800-1000 кг/га. Поэтому на почвах различной обеспеченности элементами питания дозы удобрений должны различаться, быть дифференцированными. Применение же усредненных доз приводит в ряде случаев к недостаточному или избыточному питанию растений, нарушению физиологической сбалансированности между элементами, усилению повреждения болезнями и полеганию посевов, снижению их продуктивности и качества зерна (продовольственные, кормовые, посевные), повышению себестоимости продукции.

Зерновые культуры потребляют элементы питания из почвы в

течение длительного времени – от появления третьего листа и до фазы молочно-восковой спелости. Поглощение элементов, особенно азота, по фазам развития растений проходит крайне неравномерно. До начала фазы кущения растения поглощают из почвы незначительное количество азота, от кущения до конца колошения – наибольшее (70-75% от максимального выноса), а затем потребность растений в азоте снова снижается. В связи с неравномерным поступлением азота в растения при внесении всей дозы азота удобрений до посева невозможно удовлетворить изменяющиеся потребности растений в течение вегетации. В то же время внесение всей дозы азота в один прием перед посевом приводит к потере азота (25-50%) в виде нитратов и газообразных соединений, а также к усилению минерализации органического вещества почвы. Урожайность зерновых культур, полученная при внесении всей дозы азота в один прием, составляет лишь

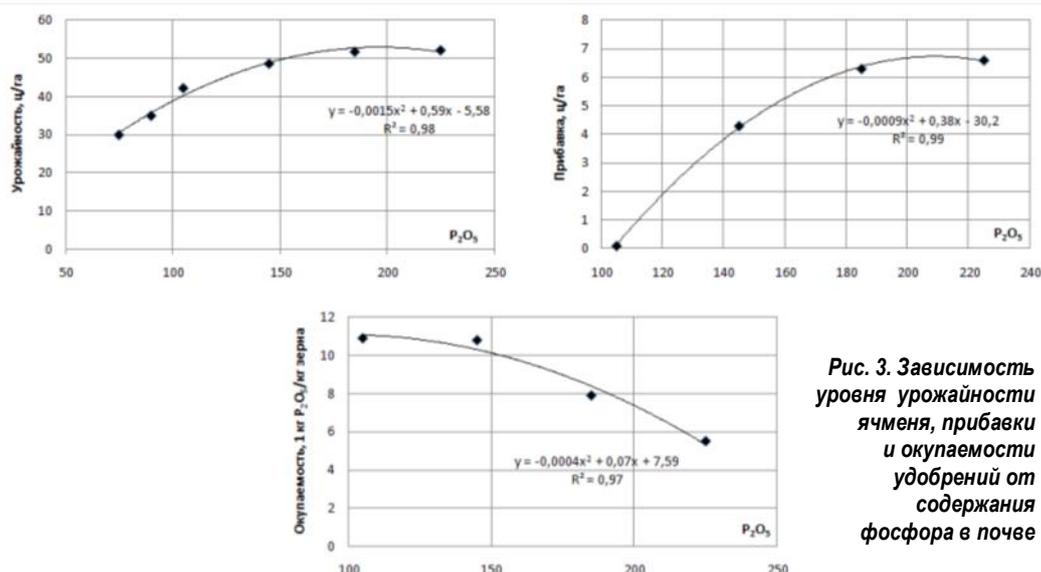


Рис. 3. Зависимость уровня урожайности ячменя, прибавки и окупаемости удобрений от содержания фосфора в почве

Таблица 2 – Статистические модели зависимости урожайности ячменя и эффективности удобрений от содержания элементов питания в почве

Показатели	Элемент	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации, R^2
Урожайность, ц/га	Азот	$y = -0,0018x^2 + 0,78x - 18,52; (X_{80-240})$;	0,99
	Фосфор	$y = -0,0015x^2 + 0,60x - 5,58; (X_{70-230})$;	0,99
	Калий	$y = 0,074x + 1,54; (X_{360-800})$;	0,99
Прибавка от удобрений, ц/га	Азот	$y = -0,0018x^2 + 0,75x - 66,22$;	0,99
	Фосфор	$y = -0,006x^2 + 0,25x - 19,9$;	0,99
	Калий	$y = -0,021x - 11,23$;	0,95
Окупаемость 1 кг удобрений зерном, кг	Азот	$y = -0,001x^2 + 0,25x + 7,58$;	0,99
	Фосфор	$y = -0,004x^2 + 0,71x + 7,59$;	0,97
	Калий	$y = -0,005x + 5,67$;	0,79

часть той, которая могла бы сформироваться при внесении удобрений в несколько сроков: основное и в подкормки с учетом биологической потребности и корректировке доз с учетом данных почвенной и растительной диагностики на содержание азота. Поэтому для получения высокой урожайности и эффективного использования азотных удобрений они должны применяться дробно по этапам органогенеза растений.

Применение минеральных удобрений под ячмень

Высокая урожайность ячменя обеспечивается при сбалансированном минеральном питании растений. На формирование 1 т зерна с соответствующим количеством соломы расходуется N – 26,7; P_2O_5 – 10,2 и K_2O – 35,3 кг, а при комплексном применении средств химизации и регуляторов роста – 29,1; 10,5 и 40,5 кг соответственно.

Определение потребности ячменя в минеральных удобрениях на планируемую урожайность. По результатам многолетних полевых исследований установлено, что на

антропогенно-преобразованных торфяных почвах в зависимости от их эффективного плодородия, погодных условий, применяемых удобрений и комплекса приемов интенсификации возделывания урожайность ячменя может колебаться в пределах 22,5-72,0 ц/га. Потребность ячменя в азотных, фосфорных и калийных удобрениях на планируемую урожайность (30-60 ц/га) определяют с учетом запаса в почве доступных растениям соединений азота, фосфора и калия и установленных нормативов выноса с урожаем элементов питания (табл. 3).

Особенности применения удобрений

Основное внесение: фосфорные и калийные удобрения полной дозой вносят под предпосевную культивацию. В начальный период роста очень важно обеспечить растения водорастворимыми или растворимыми в слабых кислотах соединениями фосфора в зоне развития корневой системы. Поэтому за счет общей дозы в рядки при посеве вносят 10-20 кг/га P_2O_5 .

Азотные удобрения. У ячменя в силу быстрого прохождения фаз развития период интенсивного поглощения азота сжатый – около 40-50 суток. Поэтому наибольшее значение в формировании урожайности этой культуры имеет оптимизация азотного питания в период кущение – выход в трубку, когда идет закладка и формирование репродуктивных органов, т.е. основное внесение удобрений и подкормка в фазу начало трубкования.

По результатам исследований установлено, что в зависимости от почвенных и погодных условий в период вегетации растений и предшественника оптимальная доза

Таблица 3 – Ориентировочные дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений (кг/га) на планируемую урожайность озимых зерновых культур

Планируемая урожайность, т/га	Дозы азотных удобрений при содержании азота в почве, кг/га				
	Менее 100	100 – 140	141 – 180	181 – 240	Более 240
3,0 – 4,0	70 – 80	60 – 70	40 – 50	20 – 30*	*
4,1 – 5,0	80 – 90	70 – 80	51 – 60	31 – 40*	*
5,1 – 6,0	90 – 100	80 – 90	61 – 70	41 – 45*	*
	Дозы фосфорных удобрений при содержании фосфора в почве, кг/га				
	Менее 80	80 – 120	121 – 170	171 – 220	Более 220
3,0 – 4,0	50 – 60	45 – 55	40 – 50	35 – 40	20 – 25**
4,1 – 5,0	61 – 70	56 – 65	51 – 60	45 – 55	25 – 30**
5,1 – 6,0	71 – 80	66 – 75	61 – 70	55 – 65	30 – 35**
	Дозы калийных удобрений при содержании калия в почве, кг/га				
	Менее 400	401 – 600	601 – 800	801 – 1000	1000–1200
3,0 – 4,0	100 – 110	80 – 90	75 – 85	60 – 70	25 – 35
4,1 – 5,0	110 – 125	90 – 100	85 – 95	70 – 80	35 – 45
5,1 – 6,0	125 – 145	100 – 120	95 – 110	80 – 90	45 – 55

* Применяют в подкормку, необходимо применение ретардантов.

** Рядковое внесение.

азота удобрений под ячмень на антропогенно-преобразованных торфяных почвах может колебаться в пределах 0-120 кг/га. Рекомендуемые в настоящее время дозы азота удобрений на планируемую урожайность не учитывают уровень содержания доступного растениям азота в почвах. Как правило, всю дозу вносят в один срок – под предпосевную культивацию или совсем не применяют азотное удобрение. На одних полях это приводит к избыточному, а на других – к недостаточному азотному питанию растений в течение их вегетации.

Избыточное азотное питание в начальный период роста и развития растений (особенно при теплой весне и с близким к оптимальному режиму влаги в корнеобитаемом слое почвы) приводит к чрезмерному кущению, сильному нарастанию вегетативной массы и загущению стеблестоя. Такие посевы в дальнейшем полегают в первую очередь и в большей степени подвержены заболеваниям. Особенно отрицательно сказывается на состоянии посевов однократное применение повышенных доз азота удобрений на почвах с высоким содержанием минерального азота.

Результаты полевых опытов показывают, что для формирования густоты побегов ячменя в фазе кущения, обеспечивающей получение урожайности в 60-70 ц/га, достаточно иметь перед севом запас минерального азота в пахотном слое 180 кг/га. Учитывая, что яровые зерновые культуры до начала кущения потребляют азот незначительно, дозу азота для основного внесения удобрений свыше 60 кг/га применять нецелесообразно. На почвах с содержанием азота более 180 кг/га можно ограничиться внесением его в небольших количествах с фосфорными удобрениями. На таких полях в фазу начало трубкования в первую очередь проводят растительную диагностику и определяют дозы удобрений в подкормку.

Азотные подкормки в фазы начало трубкования, флагового листа и колошения. В фазу начало трубкования заканчивается закладка колоса, его длина и потенциал числа зерен. Недостаток азота в этот период приводит к сокращению количества колосков в колосе и тем самым – к уменьшению количества зерен в колосе. Хорошая обеспеченность растений азотом в этот период способствует также формированию колоса на боковых побегах и обеспечивает хороший рост фитомассы. В период роста последнего флагового листа на растениях должно быть 5-6 хорошо развитых листьев. При меньшем количестве листьев снижается количество колосков в колосе за счет отмирания слабо-развитых в нижней его части. Растения ячменя в фазы колошение – цветение испытывают достаточно высокую потребность в азоте. В то же время внесение азотных удобрений в фазу флагового листа, как правило, покрывает потребность в азоте при наступлении последующих фаз развития растений. Азотная подкормка в фазу флагового листа обеспечивает повышение урожайности до 3-5 ц/га за счет сохранения листового аппарата и улучшения фотосинтеза растений, сохранения цветков и завязи, налива зерна, повышается также содержание белка в зерне. Однако поздние подкормки неэффективны,

Таблица 4 – Визуальная диагностика потребности ячменя в азотной подкормке

Группа	Окраска посева	Потребность в азотной подкормке	Доза азота, кг/га
I	Желто-зеленая	Высокая	30-40
II	Светло-зеленая	Средняя	20-30
III	Зеленая	Низкая	0-15
IV	Темно-зеленая	Отсутствует	0*

* Необходимо применение ретардантов.

если своевременно не сформировался достаточный биологический потенциал урожайности (число побегов в фазу конец кущения менее 600 шт./м²), если почвы испытывают недостаток влаги, или не гарантирована защита растений от болезней. Для принятия решения о необходимости проведения и дозах азотной подкормки руководствуются результатами растительной диагностики (табл. 4,5).

Таблица 5 – Дозы азотных удобрений в подкормку ячменя с учетом результатов растительной диагностики (урожайность 50-60 ц/га и более)

Фаза развития	Содержание азота в растениях, г/м ²		Обеспеченность растений азотом	Доза азота, кг/га
	N _{мин} (зеленая масса)	N _{общ} (сухая масса)		
Начало трубкавания	Менее 0,4	Менее 4	Низкая	30-40
	0,4-0,6	4-6	Ниже оптимальной	20-30
	0,6-0,8	6-9	Оптимальная	0-15
	Более 0,8	Более 9	Выше оптимальной	0*
Флаговый лист	Менее 1,2	Менее 10	Низкая	30-40
	1,2-1,4	10-14	Ниже оптимальной	20-30
	1,4-1,6	14-18	Оптимальная	0-15
	Более 1,6	Более 18	Выше оптимальной	0*
Колошение	Менее 1,4	Менее 13	Низкая	30-40
	1,4-1,8	13-16	Ниже оптимальной	20-30
	1,8-2,3	16-20	Оптимальная	0-15
	Более 2,6	Более 20	Выше оптимальной	0*

* Необходимо применение ретардантов.

Формы минеральных удобрений и условия их совместного применения с пестицидами, ретардантами и микроэлементами

Основные формы удобрений, поступающие в хозяйства: из азотных – карбамид, карбамидо-аммиачная смесь (КАС), сульфат аммония и в ограниченном количестве – аммиачная селитра; из фосфорных – аммофос, аммофосфаты, нитрофоски; из калийных – калий хлористый и калий сернокислый.

Особенности применения форм азотных удобрений по срокам внесения. Для основного внесения азотных удобрений под ячмень наиболее целесообразно применять мочевины или КАС.

При необходимости проведения азотных подкормок посевов наибольший эффект достигается при внесении аммиачной селитры и КАС, которая применяется в виде разбавленных водных растворов в соотношении 1:3 (фаза начало трубкавания) или 1:4-

Таблица 6 – Доза КАС на 1 га в зависимости от планируемой дозы азота и марки удобрения

Доза азота, кг/га	КАС-28		КАС-30		КАС-32	
	кг	л	кг	л	кг	л
10	36	28	33	26	31	24
20	71	56	67	52	63	49
30	107	84	100	78	94	73
40	143	112	133	104	125	98

1:5 (флагового листа, колошения), а также 8%-ный водный раствор карбамида. Общий объем рабочего раствора составляет 200-300 л на гектар. Чтобы избежать ожогов листьев растений, азотную подкормку проводят аммиачной селитрой в сухую погоду, а растворами КАС – в утренние и вечерние часы. В зависимости от планируемой дозы азотной подкормки дозы КАС-удобрения для приготовления водных растворов определяют исходя из нормативов, приведенных в табл. 6.

При невозможности проведения азотной подкормки посевов жидкой формой удобрений, ее проводят карбамидом или аммиачной селитрой в сухую погоду. Следует также учитывать следующие факторы: при активной вегетации растений азот, внесенный в форме КАС, усваивается растениями в течение 2-6 ч, а при использовании твердых форм удобрений – 2-5 суток; при внесении карбамида на сухую поверхность почвы без заделки газообразные потери азота могут достигать 30 % и более от внесенной дозы; при существующих ценах на аммиачную селитру эффективность ее применения ниже, чем других форм азотных удобрений.

Важным условием эффективного использования минеральных удобрений, особенно азотных, является равномерное распределение их по полю, поэтому перед началом работ все машины по внесению удобрений должны регулироваться на точность дозирования и равномерность внесения. По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии», внесение азотных удобрений с неравномерностью 40-50% может снизить прибавку урожая зерна на 3,5-4,0 ц/га. Наиболее высокая равномерность внесения твердых удобрений обеспечивается при использовании машин РШУ-12, РДУ-1500, СУ-12, МТТ-4У, а также центробежных машин фирмы «RAUCH», «Alfa». Высокой равномерности внесения жидких форм удобрений позволяет достичь применение машин АПЖ-12, ОП-2000 или ОПШ-15, ОТМ -2, Мекосан-2000, S-320, RAU или их аналогов.

Комплексное применение азотных удобрений, микроэлементов, физиологически активных веществ, ретардантов и пестицидов при уходе за посевами ячменя

С целью стабилизации получения высокой урожайности ячменя по годам, снижения потерь от полегания и болезней листового аппарата, повышения содержания белка в зерне наряду с основным внесением удобрений применяют азотные подкормки, ретарданты, фунгициды, медьсодержащие препараты, физиологически активные вещества.

В связи с тем что сроки применения азотных удобрений в подкормку зерновых культур часто совпадают со сроками обработки посевов средствами защиты растений,

Таблица 7 – Схема комплексного применения баковых смесей азотных и микроудобрений, ретардантов, физиологически активных веществ и пестицидов при уходе за посевами ячменя

Фазы развития растений				
Кущение	Начало трубкования	2-3 узла- флагового листа	Флаговый лист - колошение	Колошение - мо- лочная спелость
КАС-N ₃₀ или мочевины 10 %-ный раствор+гербициды	КАС-N ₂₀₋₃₀ или мочевины 10 % + терпал 1-1,25 л/га или серон - 1,0 л/га + сульфат меди 150 г/га или элегум-Cu 1-1,5 л/га + эпин-80 или экосил-100 мл/га	КАС-N ₁₅₋₂₀ или мочевины 8 % раствор + фунгицид	КАС-N ₁₅₋₂₀ , или мочевины 8 % - ный раствор+ фунгицид +инсектицид	мочевина 8%-ный раствор+ фунгицид + инсектицид

Примечание. Доза азота корректируется с учетом результатов диагностики посевов на обеспеченность их азотом, а применение пестицидов – фитосанитарного состояния (см.Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков (рекомендации). Минск. УП "ИВЦ Минфина", 2003. – Кн.1. – 248 с.).

внесением ретардантов, ФАВ и микроудобрений, целесообразно внесение КАС и карбамида в виде водных растворов совмещать с применением других препаратов.

Применение КАС в дозах 20-30 кг/га д. в. в фазе кущения или начало трубкования совместно с гербицидами (снижение дозы на 20-30%) обеспечивает получение такой же урожайности, как и раздельное их внесение. Однако при совместном внесении существенно сокращаются энергетические и трудовые затраты.

В производственных условиях для достижения максимальной эффективности по уходу за посевами важно правильно подобрать состав компонентов баковых смесей азотных удобрений, микроэлементов, ФАВ, ретардантов, гербицидов, фунгицидов и инсектицидов по фазам развития растений и фитосанитарного состояния. Для этого необходимо знать технологические характеристики возможных компонентов баковых смесей и условия их эффективного применения. На основании обобщения и анализа результатов исследований и передового опыта разработаны критерии подбора и применения компонентов для баковых смесей (табл. 7).

Обработку посевов водными растворами смесей удобрений, пестицидов, ФАВ и ретардантов проводят с помощью штанговых тракторных опрыскивателей при давлении 2-5 бар и безветренной погоде. Размер капель должен составлять 0,15-0,40 мм в зависимости от дозы удобрения. Не допускается опрыскивание посевов перед возможным выпадением осадков и при температуре свыше 25 °С. Важное значение имеют сроки проведения опрыскивания посевов на протяжении дня. Так, в солнечные дни наиболее эффективно утреннее опрыскивание до 11 ч и вечернее – после 16 ч. Опрыскивание посевов в жаркие часы дня не обеспечивает растекания капель раствора по листовой поверхности, не способствует эффективному усвоению элементов питания и других препаратов растениями и нередко приводит к солнечным ожогам на листьях.

Внесение рабочих растворов на поверхность растений осуществляется штанговой аппаратурой ОПШ-15; ОП-2000, ОМ-630, ОМ-2-3, Мекосан-2000, ОСШ-2500, АПЖ-12, S-320, RAU или их аналогов. Эффективность применения средств химизации и

Таблица 8 – Эффективность адаптивной системы применения удобрений на посевах ячменя (среднее из 5 опытов)

Система удобрения	Дозы удобрений, кг/га				Урожайность	Прибавка	Окупаемость 1 кг NPK зерном, кг	Удельные затраты, \$/т зерна	Прибыль, \$/га	Рентабельность, %	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всего							ц/га
1. Без удобрения	-	-	-	-	35,4	-	-	-	-	-	
2. Базовая для торфяных почв	55	90	120	265	52,9	17,5	6,6	84,4	26,0	5,8	
3. Базовая для минеральных почв	120	80	92	292	56,4	21,0	7,2	84,8	25,7	5,4	
4. Адаптивная (новая)	69	46	80	195	58,3	22,9	11,7	72,3	98,9	23,4	
Адаптивная ± к базовым	торфяные	+14	-44	-40	-70	+5,4	+5,4	+5,1	-12,1	+72,9	17,6
	минеральные	-54	-34	-12	-97	+1,9	+1,9	+4,5	-12,5	+73,2	18,0

регуляторов роста в значительной степени зависит от технического состояния машин. Поэтому перед выездом в поле проводят настройку и испытание опрыскивателей в соответствии с инструкцией по эксплуатации. К специфическим неисправностям опрыскивателей относятся нарушения работы насосов. На современных моделях опрыскивателей наиболее широко используются мембранно-поршневые насосы, обеспечивающие более стабильные и качественные показатели рабочего процесса, отсутствие контакта рабочей жидкости с подвижными металлическими частями.

Эффективность использования адаптивной системы удобрений на посевах ячменя

В полевых и производственных опытах эффективность разработанной адаптивной системы использования удобрений изучалась при комплексном применении баковых смесей средств химизации и физиологически активных веществ в условиях интенсивных технологий возделывания ячменя с планируемой урожайностью зерна 50-60 ц/га и более. Приведенные в табл. 8 результаты исследований показывают, что как в новом, так и в базовых вариантах системы применения удобрений достигается планируемый уровень урожайности ячменя. Однако в новом варианте системы удобрений за счет более точной корректировки доз удобрений на основе данных содержания в почвах доступных растениям соединений азота, фосфора и калия происходит их существенное снижение, повышение окупаемости удобрений в 1,6-1,8 раза, снижение затрат на их применение на 20-30% и получение дополнительной прибыли более 73 \$/га при рентабельности производства ячменя 23,4%.

Расчеты показывают, что при освоении в производстве новой адаптивной системы комплексного применения удобрений и других средств интенсификации возделывания ячменя на площади 25 тыс. га антропогенно-преобразованных торфяных почв условно чистый доход может составить около 2 млн.долл. США.

Литература

1. Зерновые культуры /под редакцией Д.Шпаар. Минск. "ФУ Аинформ", 2000. - 421 с.
2. Потенциал продуктивности хлебных злаков; под ред. Н.А. Ламана.– Минск: Наука и техника, 1987. – 224 с.
3. Адаптивная система применения минеральных удобрений под яровое тритикале на деградированных торфяных почвах (методические рекомендации). – Минск, 2006. – 20 с.
4. Методы определения доступных растениям соединений азота, фосфора и калия в деградированных торфяных почвах. – Минск, 2005. – 24 с..
5. Экспресс-методы определения нитратного и аммонийного азота, фосфора, калия, магния и натрия в растениях на основе многокомпонентного экстрагирования. – Минск, 1999. – 27 с.
6. Руководство по анализу кормов. – М.: Колос, 1982 – 96 с.
7. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности./ В.В.Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 149 с.
8. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков (рекомендации). – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2003. – Кн. 1. – 248 с.
9. Рак, М.В. Применение микроудобрений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М.В.Рак, Г.М.Сафроновская, С.А.Титова // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – №2. – С. 7-10.

Summary

Semenenko N.N. , Semenchenko A.V.

THE ADAPTIVE SYSTEM OF COMPLEX USE OF FERTILIZERS AND OTHER MEANS OF BARLEY CULTIVATION INTENSIFICATION ON THE MAN-TRANSFORMED PEAT SOILS

The models of optimization of the barley production process and the normative materials describing the main fertilization (considering the crop capacity planned) and additional fertilization (considering the results of the plant diagnosis, types of nitrogen fertilizers and weather conditions) are given in the article.

Поступила 12 августа 2010 г.