

eral and organic fertilizers, pair and multiple correlations, spring wheat productivity, prognosis of productivity.

Pairwise and multiple correlations are analyzed based on long-term monitoring of spring wheat productivity, mobile forms of phosphorus and potassium content in active substance since 1970 to 2016 in the Republic of Tatarstan. Projected productivity of spring wheat presents in the forest-steppe zone of Central Volga area.

УДК 631.84

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВОГО ЯЧМЕНЯ В УДМУРТИИ

Макаров В.И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, e-mail: makaroffVI@yandex.ru

Ключевые слова: *эффективность удобрений, карбамид, аммиачная селитра, кормовой ячмень, сырой протеин, дерново-подзолистые почвы.*

Окупаемость азота удобрений зерном ячменя снижается с 13,9 кг/кгN при дозе N₃₀ до 7,8 – при N₁₂₀. При использовании карбамида и аммиачной селитры в дозе N₆₀ прибавки зерна отличаются несущественно. При возделывании ячменя на дерново-подзолистых почвах без азотных удобрений содержание сырого протеина в зерне составляет 10,5 %. Каждый килограмм внесенного азота в составе удобрений повышает сбор сырого протеина на 1,62 кг.

Азотным удобрениям отводится ведущая роль в повышении урожайности ячменя, регулировании качества зерновой продукции этой культуры. Однако в сложившихся в настоящее время на селе социально-экономических условиях большинство хозяйств не используют в полном объеме необходимый комплекс агрохимических мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур. Так, в последнее годы в Удмуртии насыщенность посевов зерновых минеральными удобрениями составила всего 22-26 кг NPK/га [1, 2]. Использование экстенсивных агротехнологий не только не обеспечивает достаточных сборов зерна, но и сопровождается агроистощением, низким качеством растениеводческой продукции и часто не обоснованы с экономической точки зрения [3, 4]. Известно, что недостаток азота в питании растений сопровождается снижением белковости зерна.

Эффективность агрохимикатов сильно зависит от соблюдения

научно-обоснованных требований к установлению доз, форм, способов внесения удобрений. В настоящее время основные объемы азотных удобрений, используемые в земледелии Удмуртии, представлены аммиачной селитрой. В перспективе предусматривается в ассортименте минеральных удобрений увеличение доли карбамида до 31,0 % при одновременном снижении аммиачной селитры до 16,7 % [5]. Однако, в научной литературе приводятся противоречивые сведения об агрономической и экономической эффективности использования в земледелии этих двух форм удобрений в сравнительных испытаниях [6, 7]. Целью исследований явилось изучение эффективности возрастающих доз карбамида при возделывании кормового ячменя на дерново-подзолистых суглинистых почвах Удмуртии.

Методика. Исследования были проведены в 2014-2016 гг. в полевых опытах, заложенных в АО «Учхоз «Июльское» ИжГСХА» Воткинского района Удмуртской Республики. В схему опыта включены варианты с возрастающими дозами карбамида от 30 до 120 кгN/га. В качестве контроля использовали варианты без удобрений и с аммиачной селитрой в дозе N₆₀. Удобрения вносились под предпосевную культивацию. Опыт полевой однофакторный (учетная площадь деланки 56 м²). Повторность четырехкратная. Посев ячменя Раушан проведен во все годы исследований в первой декаде мая. Почвы опытных участков агродерново-среднеподзолистые среднесуглинистые. Агрохимические свойства почв слабо отличались по годам исследований: рН_{KCl} – 5,12-5,51 ед.; Нг – 1,23-3,56 ммоль/100 г.; S – 13,2-14,4 ммоль/100 г.; содержание подвижного фосфора 108-135 мг/кг; обменного калия – 132-189 мг/кг; гумуса – 1,42-1,53 %. Метеорологические условия вегетационных периодов ячменя сильно отличались по годам. В 2014 и 2015 гг. погода характеризовалась как достаточно увлажненная при температурах, близких к климатической норме, а 2016 г. – засушливая в июле и августе [8].

Результаты. Во все годы исследований получены достоверные прибавки зерна ячменя при использовании азотных удобрений (таблица 1). В 2014 году наибольшая урожайность зерна изучаемой культуры установлена при использовании карбамида в дозе 90 кгN/га – 3,43 т/га. Прибавка составила 61,0 % к контролю. Наиболее высокая окупаемость азота удобрений зерном ячменя установлена при дозе N₆₀ – 16,7 кг/кг.

В 2015 г. выявлены схожие с 2014 г. закономерности эффективности удобрений. Однако в этом году более высокая урожайность ячменя получена в контрольном варианте без удобрений (2,47 т/га) с сопутствующим снижением агрономической эффективности удобрений.

Наибольший сбор зерна изучаемой культуры установлен при дозах карбамида N_{90} и N_{120} (3,18 т/га) с прибавкой к контролю 28,7 %. Высокая окупаемость азота удобрений зерном ячменя выявлена при дозе N_{30} – 13,0 кг/кг.

Таблица 1 – Влияние доз азотных удобрений на урожайность и прибавку зерна ячменя (АО «Учхоз Июльское ИЖГСХА», 2014-2016 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га				V, %	Прибавка		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее		т/Га	%	кг/кг N
1. N_0 (к)	2,13	2,47	0,90	1,83	36,8	–	–	–
2. N_{30} – NМ	2,55	2,86	1,34	2,25	29,1	0,42	22,7	13,9
3. N_{60} – Naa	2,92	3,07	1,51	2,50	24,3	0,67	36,4	11,1
4. N_{60} – NМ	3,13	3,01	1,55	2,56	28,0	0,73	39,8	12,2
5. N_{90} – NМ	3,43	3,18	1,63	2,75	29,0	0,91	49,8	10,1
6. N_{120} – NМ	3,38	3,18	1,75	2,77	26,2	0,94	51,1	7,8
НСР ₀₅	0,33	0,25	0,29					

В исследованиях 2016 г. получена более низкая урожайность ячменя из-за неблагоприятных абиотических условий для развития растений. В варианте без удобрений сбор зерна с 1 га составил всего 0,90 т. Однако агрономическая эффективность удобрений в этот год была высокой. Наибольшая урожайность зерна ячменя установлена при использовании карбамида в дозе N_{120} – 1,75 т/га. Прибавка составила 94,4 % к контролю. Максимальная окупаемость азота карбамида зерном ячменя установлена при использовании дозы N_{30} – 14,7 кг/кг.

Анализ данных за трехлетний период выявил существенную изменчивость урожайности ячменя по годам – коэффициент вариации по всем вариантам превышает 20 %. Применение азотных удобрений в агротехнологии по всем изучаемым дозам позволяет стабилизировать продуктивность ячменя по годам. Коэффициент вариации урожайности ячменя в контрольном варианте составил 36,8 %, а при использовании азотных удобрений снизился до 24,3-29,1%. Наиболее высокая окупаемость азота удобрений зерном ячменя установлена при использовании карбамида в дозе 30 кгN/га – 13,9 кг/кг.

Использование удобрений в амидной и аммонийно-нитратных формах дозой N_{60} во все годы исследований существенно не отличалось по урожайности зерна изучаемой культуры.

Под воздействием агрохимикатов существенно изменяется химический состав растениеводческой продукции. Применение азотных удобрений в агротехнологиях приводит к увеличению в зерне содержания азотистых веществ белковой природы, но слабо влияет на кон-

центрацию других питательных элементов (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние доз азотных удобрений на содержание главных макроэлементов в зерне ячменя и сбор сырого протеина (АО «Учхоз Июльское ИжГСХА, средние за 2014-2016 гг.)

Вариант	Содержание макроэлементов			Сырой протеин, %	Сбор сырого протеина, кг/га	Прибавка сбора сырого протеина		
	азот, % N	фосфор, % P ₂ O ₅	калий, % K ₂ O			кг/га	%	кг/кгN
1. N ₀ (к)	1,68	0,82	0,55	10,5	187	–	–	–
2. N ₃₀ – Nм	1,90	0,77	0,55	11,9	259	72	38,5	2,40
3. N ₆₀ – Naa	1,83	0,84	0,53	11,4	278	91	48,7	1,52
4. N ₆₀ – Nм	1,96	0,85	0,54	12,3	308	121	64,7	2,02
5. N ₉₀ – Nм	2,15	0,80	0,56	13,5	368	181	96,8	2,01
6. N ₁₂₀ – Nм	2,18	0,80	0,52	13,6	376	189	101,1	1,58

Так, в контрольном варианте без удобрений содержание азота в зерне составило в среднем всего 1,68 %. В вегетационные периоды с нормальным увлажнением (2014 и 2015 гг.) концентрация общего азота в зерне составила 1,50-1,66 %, а в условиях недостаточного увлажнения (2016 г.) – возросла до 1,89 % N. Максимальное количество общего азота в основной продукции ячменя накапливается при использовании карбамида в дозах N₉₀₋₁₂₀ – 2,15-2,18 %. Между дозами азотных удобрений и содержанием исследуемого элемента в зерне ячменя наблюдается тесная положительная корреляционная связь (R= 0,92).

Агрохимикаты в значительной степени повлияли на белковость основной продукции ячменя. В соответствии с ГОСТом Р 53900-2010 кормовое зерно первого класса должно содержать сырого протеина не менее 13,0 %. Этим требованиям соответствует продукция, полученная при использовании карбамида в дозах N₉₀ и более. Снижение количества используемых азотных удобрений не обеспечивает получения высококачественного кормового зерна ячменя – продукция соответствует лишь второму и третьему классу по содержанию сырого протеина. Следует отметить, что улучшение азотного питания растений при использовании карбамида даже в пониженной дозе N₃₀ повышает содержание сырого протеина в зерне на 1,4 %. При этом прибавка сбора белка составила 2,40 кг на каждый килограмм внесенного азота в составе азотного удобрения.

Установлено влияние форм азотных удобрений на белковость

зерна. Применение карбамида в дозе N_{60} обеспечивает получение кормового зерна второго класса (12,0-13,0 % сырого протеина по ГОСТу Р 53900-2010), а аммиачной селитры в таком же количестве – лишь третьего класса.

Между дозами азотных удобрений и сбором белка зерном ячменя наблюдается тесная положительная корреляционная связь ($R = 0,97$). Уравнение регрессии имеют следующий вид:

$$y = 198,6 + 1,6233 \cdot x,$$

где: y – сбор сырого протеина, кг/га;

x – доза азотного удобрения, кгN/га.

В соответствии с этим уравнением каждый килограмм внесенного азота в составе минеральных удобрений повышает сбор сырого протеина зерном ячменя на 1,62 кг.

Таким образом, эффективность азотных удобрений существенно изменяется по годам в зависимости от абиотических условий вегетационных периодов ячменя. При основном внесении агрохимикатов весной оплата азота удобрений зерном ячменя снижается с 13,9 кг/кгN при дозе N_{30} до 7,8 кг/кгN – при N_{120} . Применение азотных удобрений увеличивает белковость зерна ячменя прямо пропорционально использованным дозам агрохимикатов. При выращивании ячменя Раушан на дерново-подзолистых почвах Удмуртии без азотных удобрений содержание сырого протеина в зерне составило 10,5 %, что соответствует третьему классу. Каждый килограмм внесенного азота в составе удобрений повышает сбор сырого протеина на 1,62 кг.

Библиографический список:

1. Боткин, О.И. Экономическая эффективность использования удобрений в аграрном производстве. / О.И. Боткин, П.Ф. Сутыгин, И.М. Гоголев, А.И. Сутыгина / Монография. – Ижевск. – 2008. – 129 с.
2. Макаров, В.И. Эффективность удобрений в земледелии Удмуртской Республики / В.И. Макаров, П.Ф. Сутыгин // Плодородие. – 2014. – № 3. – С. 23-24.
3. Башков, А.С. Совершенствование системы удобрения ячменя в современных условиях / А.С. Башков, Т.Ю. Бортник, А.Ю. Карпова, М.Н. Загребина // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10 (128). – С. 14-17.
4. Капеев, В.А. Влияние адаптивной системы земледелия на продуктивность дерново-сильнопodzолистых почв в условиях Среднего Предуралья / В.А. Капеев, А.С. Башков, И.Ш. Фатыхов, Т.Ю. Бортник,

С.И. Коконов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – 2010. – 191 с.

5. Концепция развития агрохимии и агрохимического обслуживания сельского хозяйства Российской Федерации на период до 2010 года / Под ред. Г.А. Романенко. – Москва: ВНИИА. – 2005. – 80 с.

6. Абарова, Е.Э. Влияние различных форм азотных удобрений на урожайность сортов ячменя / Е. Э. Абарова // Почвоведение и агрохимия. Минск. – 2009. – № 1(42). – С.93-102

7. Копылов, А.Н. Сравнение эффективности аммиачной селитры и мочевины в условиях Зауралья / А.Н. Копылов, Ю.Я. Емельянов, Е.В. Кириллова // Нивы Зауралья. – 2015. – №7 (129). – С. 60-61.

8. Макаров, В.И. Агроклиматические ресурсы Удмуртии и их связь с урожайностью зерновых культур (на примере Ижевской ГМС) / В.И. Макаров // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2016. – Т. 26. – № 3. – С. 112-121.

EFFICIENCY OF DOSES OF NITRIC FERTILIZERS IN THE PRODUCTION OF STERN BARLEY IN UDMURTIA

Makarov V. I., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Izhevsk State Agricultural Academy, e-mail: makaroffVI@yandex.ru

Key words: *fertilizer efficiency, carbamide, ammonium saltpeter, stern barley, crude protein, soddy-podzolic soils.*

Return of nitrogen fertilizers by grain of barley decreases from 13,9 kg/kg N at the dose N_{30} to 7, 8 at N_{120} . When carbamide and ammonium saltpeter were used in dose of N_{60} , yield increases differed insignificantly each year of research. When barley was grown without fertilizers on soddy-podzolic soils without nitrogen fertilizers, average composition of crude protein in grain was 10,5 %. Each kilogram of added nitrogen in the fertilizer increases the collection of crude protein by 1,62 kg.