

РОЛЬ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ КУКУРУЗЫ

Бородин П. В., Зимина М. В., Лосевич Е. Б., Синевич Т. Г.,
Турук Е. В., Новик А. В.

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

Аннотация. В условиях дерново-подзолистей супесчаной почвы проведены исследования по изучению влияния нового вида азотного удобрения карбамида с добавкой минерала трепел на урожайность и качественные показатели зерна кукурузы. Установлено, что его применение во все годы исследований было эффективным и в сравнении с карбамидом обеспечило достоверную прибавку урожайности зерна кукурузы 8,2 ц/га. При этом под влиянием изучаемых азотных удобрений отмечено увеличение содержания сырого протеина в зерне до 9,7 % при содержании в контрольном варианте 8,3 %.

Summary. In the conditions of sod-podzolic sandy soil, the research has been carried out to study the influence of a new type of nitric fertilizer carbamide with the addition of mineral tripoli (trepel) on crop yield and the quality of corn grain indicators. It has been found that its use in all years of research was effective and, compared to carbamide, provided a reliable increase in the yield of maize grain, 8,2 c/ha. At the same time, under the influence of studied nitrogen fertilizers an increase of the crude protein content in cereals was 9.7 percent while the control version contained 8.3 percent.

Ключевые слова: карбамид, природный минерал трепел, дерново-подзолистая почва, кукуруза, зерно, урожайность, сырой протеин, крахмал

Key words: carbamide, natural mineral trepel, sod-podzolic soil, corn, grain, yield, crude protein, starch.

Кукуруза в Беларуси, как и во многих странах мира, является ценной кормовой культурой. Она стала одной из ведущих благодаря высокому потенциалу урожайности, кормовым достоинствам и широким возможностям разностороннего использования. Производство ее из года в год увеличивается. Из общего количества производимого в мире зерна этой культуры две трети используется на корм, остальное – на продовольственные, технические и другие цели.

В ведущих сельскохозяйственных предприятиях нашей республики средняя урожайность зерна достигает 150 ц/га. Общие посевные площади, занимаемые кукурузой в Беларуси, за последние годы возросли более чем в четыре раза. Однако расширение площадей под кукурузой в республике не всегда влечет увеличение ее урожайности. Поэтому необходимы дальнейшие исследования, направленные на более полную реализацию продуктивного потенциала кукурузы.

Повышение урожайности зерна кукурузы обусловлено многими факторами, среди которых немаловажную роль играют минеральные удобрения, которые в оптимальных дозах стимулируют рост и активность корневой системы, ускоряют развитие растений, увеличивают ассимиляционную поверхность листьев и в конечном итоге влияют на формирование урожая и его качества. Среди них можно прежде всего выделить азотные удобрения [1].

Азот играет ведущую роль в формировании высокой продуктивности кукурузы. Этот элемент в растениях повышает количество хлорофилла, ускоряет синтез белков, способствует работе фотосинтетического аппарата, усиливает развитие листовой поверхности, увеличивая продолжительность ее деятельности. Недостаток азота снижает интенсивность усвоения элементов минерального питания. При недостатке азота в начале вегетации замедляются ростовые процессы, листья приобретают бледно-зеленую или желто-зеленую окраску. Признаки азотного голодания – низкорослость растений, отмирание листьев по направлению от кончика листа к основанию в виде желтой полосы. Все это приводит к формированию небольших по размеру початков, вершина которых не заполнена зерном, оно характеризуется пониженным содержанием белка [2].

Положительное действие удобрений проявляется с достаточной полнотой только на хорошо окультуренных почвах с реакцией среды, близкой к нейтральной. Большинство минеральных удобрений являются физиологически кислыми, поэтому возникает необходимость проводить известкование почв.

В последнее время широкое распространение получило проведение не отдельного известкования, как самостоятельного приема внесения удобрений, а внесение удобрений, в состав которых входят компоненты, способные нейтрализовать физиологически кислые свойства удобрений. И в качестве таких компонентов используют природные минералы-сорбенты, одним из которых является минерал трепел.

Особую актуальность использование трепела в составе минеральных удобрений имеет применительно к азотным удобрениям, прежде всего к карбамиду, широко используемого при возделывании кукурузы. Карбамид, особенно при поверхностном внесении без заделки, может терять значительную часть азота в виде аммиака. Адсорбционные свойства трепела потенциально способны удерживать азот в корнеобитаемом слое, делая его доступным растениям дольше.

Растения, выращенные с использованием трепела, показывают большую устойчивость к засухе и другим стрессовым условиям. Это связано с улучшением водоудерживающей способности почвы и

укреплением клеточных стенок растений благодаря кремнию, содержащемуся в трепеле.

Перспективные возможности производства карбамида с добавкой трепела определяются наличием минерала на территории Беларуси на месторождении «Стальное» Хотимского района Могилевской области. Площадь месторождения – 500 га, объем залежей трепела более 30 млн. т. Месторождение подготовлено к промышленному освоению и является единственным в Республике Беларусь.

Поэтому в 2024-2025 гг. были проведены исследования по изучению эффективности применения карбамида с добавкой минерала трепел при возделывании кукурузы на зерно путем проведения полевого опыта на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, характеризующейся следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,98-2,04 %, P_2O_5 – 205-230 мг/кг, K_2O – 195-207 мг/кг почвы, $pH_{\text{кел}}$ – 5,8-5,9.

Исследования проводились по схеме:

1. $P_{60}K_{120}$ – Фон (контроль);
2. Фон + N_{100+30} (карбамид);
3. Фон + N_{100+30} (карбамид с добавкой минерала трепел).

Повторность опыта четырехкратная, общая площадь деланки – 25 м².

Технология возделывания кукурузы была общепринятой и соответствовала требованиям, рекомендуемым для данных почвенно-климатических условий.

Норма высева семян кукурузы – 85,0 тыс. всхожих семян/га. Предшественник – яровая пшеница.

Удобрения фосфорные и калийные вносились осенью. Из фосфорных удобрений использовали аммонизированный суперфосфат, калийных – хлористый калий. Азотные удобрения вносили до посева и в подкормку в фазу 5-6 листьев.

Для проведения агрохимического анализа почвенные образцы отбирали непосредственно перед закладкой опыта. Отбор образцов зерна для анализа проводили во время уборки.

В ходе проведенных исследований установлено достоверное влияние азотных удобрений на урожайность зерна кукурузы.

Внесение фосфорно-калийных удобрений в контрольном варианте в дозе $P_{60}K_{120}$ обусловило получение урожайности 57,6 ц/га в среднем за два года исследований. Внесение карбамида в сочетании с фосфорно-калийными удобрениями позволило увеличить урожайность на 26,2 ц/га. Применение карбамида с добавкой минерала трепел обеспечило прибавку урожайности зерна 34,4 ц/га, что отражает пролонгирующий эффект действия азота благодаря включению в состав удобрения трепела.

Таблица 1 – Влияние карбамида с добавкой минерала трепел на урожайность зерна кукурузы.

Варианты опыта	Урожайность, ц/га			Прибавка к контролю, ц/га
	2024 г.	2025 г.	среднее за 2024-2025 гг.	
1. P ₆₀ K ₁₂₀ – Фон (контроль)	58,2	56,9	57,6	-
2. Фон + N ₁₀₀₊₃₀ (карбамид)	82,5	85,1	83,8	26,2
3. Фон + N ₁₀₀₊₃₀ (карбамид с добавкой минерала трепел)	89,6	94,4	92,0	34,4
НСР _{0,05}	5,6	7,1		

Важно отметить, сравнивая полученные урожайные данные, что эффективность карбамида с добавкой трепела в сравнении с карбамидом проявилась в достоверном увеличении урожайности на 8,2 ц/га. При примерно одинаковом уровне урожайности в контрольном варианте в годы исследований эта разница в урожайности в вариантах с изучаемыми видами азотных удобрений наиболее проявилась в 2025 г., характеризующегося значительными колебаниями метеорологических показателей вегетационного периода.

Важнейший показатель технологической и пищевой ценности зерна – содержание в нем сырого протеина. Чем выше его содержание в зерне, тем ценнее кукуруза как компонент комбикормов для сельскохозяйственных животных.

Внесение азотных удобрений определило изменение содержания сырого протеина в зерне кукурузы. Минимальное его содержание получено в контрольном варианте и составило 8,3 %. Под влиянием азотных удобрений, как карбамида, так и карбамида с добавкой минерала трепел, этот показатель возрос до 9,7 %, что позволяет говорить о равноценности действия изучаемых видов удобрений.

Преимущество кукурузы перед всеми другими кормами – в высоком количестве крахмала. Высокое содержание крахмала делает кукурузу незаменимым компонентом комбикормов. Крахмал – главный источник энергии в рационе животных. Он способствует быстрому росту животных и повышению молочной продуктивности. Зерно с высоким содержанием крахмала (более 70 %) считается высококачественным сырьем для производства крахмала, спирта, глюкозы и других продуктов.

Несмотря на наличие обратной зависимости между содержанием сырого протеина и крахмала в зерне кукурузы, внесение азотных удобрений не оказало заметного влияния на содержание крахмала в зерне. В контрольном варианте оно составило 70,9 %, в вариантах с внесением карбамида и карбамида с добавкой минерала трепел – 71,1 и 71,0 % соответственно.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить более высокую эффективность применения карбамида с добавкой минерала трепел в сравнении с карбамидом при возделывании кукурузы на зерно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев // Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск. ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
2. Растениеводство: учебное пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по специальности «Агрономия» / К. В. Коледа [и др.]; под ред.: К. В. Коледа, А. А. Дудука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 480 с.

УДК 631.559:633.1:631.89

ПРОТЕОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ-ДЕСТРУКТОРОВ

Брескина Г. М.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»

г. Курск, Российская Федерация

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по оценке влияния различных агробiotехнологий на протеолитическую активность почвы в посевах гороха в зернопропашном севообороте. Установлена общая динамика ферментативной активности в течение вегетации: минимальные значения зафиксированы в фазу всходов (0,56-1,13 %), максимальные – в фазу цветения (1,80-4,52 %), с последующим спадом к фазе полной биологической зрелости (0,32-1,16 %), что коррелирует с физиологической активностью культуры и деятельностью ризосферной микрофлоры. Наибольшая интенсификация протеолитических процессов в период цветения (4,47-4,52 %) достигнута при применении микробиологических препаратов (варианты 5 и 6), что свидетельствует об активной продукции протеаз штаммами-деструкторами. Максимальная эффективность на всех этапах онтогенеза культуры и после уборки отмечена при комплексном применении микробных препаратов с минеральным азотом (агробiotехнология-2), что создает оптимальные условия для функционирования микробного консорциума.

Summary. The paper presents the results of studies on the assessment of the influence of various agrobiotechnologies on the proteolytic activity of the soil in pea crops in a grain-tilled crop rotation. The general dynamics of enzymatic activity during the growing season was established: the minimum values were recorded during the germination phase (0,56-1,13 %), the maximum values were recorded during the flowering phase (1,80-4,52 %), with a subsequent decrease to the phase of full biological maturity (0,32-1,16 %), which correlates with the physiological activity of the crop and the activity of the rhizosphere microflora. The greatest intensification of proteolytic processes during the flowering period (4,47-4,52 %) was achieved when using microbiological preparations (variants 5 and 6), indicating the active production of proteases by the

destructive strains. Maximum efficiency at all stages of crop ontogenesis and after harvesting was observed with the combined application of microbial preparations and mineral nitrogen (agrobiotechnology-2), which creates optimal conditions for the functioning of the microbial consortium.

Ключевые слова: протеолитическая активность, чернозем типичный, растительные остатки, горох посевной, микробиологические препараты, агробиотехнология.

Key words: proteolytic activity, typical chernozem, plant residues, field peas, microbiological preparations, and agrobiotechnology.

В настоящее время современное земледелие сталкивается с комплексом взаимосвязанных проблем: устойчивым снижением содержания органического вещества (гумуса) в пахотных почвах [1], дефицитом традиционных органических удобрений [2] и высокими ценами на минеральные удобрения [3]. В этих условиях солома зерновых и зернобобовых культур, являющаяся массовым и ежегодно возобновляемым побочным продуктом растениеводства, приобретает исключительное значение как доступный и экономически эффективный ресурс для воспроизводства почвенного плодородия [4]. Однако низкая скорость разложения соломы является сдерживающим фактором при использовании ее в качестве органического удобрения. Применение природных микроорганизмов деструкторов поможет решить эту проблему.

Цель исследований: оценить влияние микробиологических препаратов деструкторов на интенсивность минерализации белковых соединений при применении соломы в качестве органического удобрения.

Исследования проводились в научно-производственном опыте в 2025 году на черноземе типичном, расположенном в Курской области, где применялись биопрепараты (МБП) «Трихоплант, СК» и «Биогор-Ж», которыми инокулировали семена, почву, посевы и побочную продукцию. Для оценки протеолитической активности [5] закладывалась фотобумага на глубину 0-20 см на всех вариантах в 3-кратной повторности после посева, в период активной вегетации и в период полной биологической спелости сельскохозяйственных культур, во время компостирования растительных остатков.

Протеолитическая активность почвы, являясь ключевым биохимическим показателем, отражает интенсивность процессов разложения белков и азотного обмена в почве. Во всех вариантах опыта под горохом в 2025 году наблюдалась общая тенденция динамики протеолитической активности почвы: минимальная активность регистрировалась на фазе всходов (0,56-1,13 %), достигала максимума в период цветения (1,80-4,52 %) и значительно снижалась к фазе полной биологической спелости (0,32-1,16 %). Пик в фазу цветения связан не только с оптимальными погодными условиями, но и за счет корневых выделений и

максимальной микробиологической активности в ризосфере гороха. Применение извести оказывает выраженное пролонгированное положительное действие, выходящее на первый план к концу вегетационного цикла и обеспечивающее максимальную активность в фазу спелости.

Внесение только измельченных растительных остатков не привело к активному росту микроорганизмов, разрушающих белковые соединения, так по сравнению с контрольным вариантом наблюдалась лишь тенденция увеличения биологической активности. Более того, в ключевые фазы развития (цветение и спелость) значения были даже ниже таковых на контроле на 0,34 и 0,15 % соответственно. Применение технологии поверхностного компостирования растительных остатков (вариант 3) положительно влияло на протеолитическую активность почвы. Наблюдалось достоверное увеличение протеолитической активности на всех этапах вегетации по сравнению с контролем и вариантом 2 (ПП): в 1,9 раза на всходах, в 1,5 % в цветение и в 2 раза в фазу спелости. Это подтверждает, что стартовая доза минерального азота нивелирует иммобилизацию, ускоряя разложение клетчатки и стимулируя микробный синтез протеаз.

Таблица 1 – Протеолитическая активность почвы (%) в посевах гороха при применении микробиологических препаратов-деструкторов

Вариант	В период вегетации гороха			После заделки растительных остатков гороха
	Всходы	Цветение	Полная биологическая спелость	
1. Контроль	0,56	2,14	0,47	0,11
2. Измельченная побочная продукция (ПП)	0,61	1,80	0,32	0,14
3. ПП + 10 кг д.в. N на 1 т ПП	1,08	3,23	0,94	0,34
4. ПП + известь 1,5 т/га	0,97	2,72	1,16	0,24
5. ПП + МБП (агробиотехнология-1)	1,01	4,47	0,96	0,33
6. ПП + МБП + 10 кг д.в. N на 1 т ПП (агробиотехнология- 2)	1,13	4,52	1,02	0,36
7. ПП + МБП + известь 1,5 т/га (агробиотехнология-3)	1,04	3,72	0,86	0,27
НСР ₀₅	0,12	1,09	0,17	0,14

Применение только микробных препаратов привело к наибольшему стимулирующему эффекту в критически важную фазу цветения гороха (4,47 %), что более чем в 2 раза превышает показатель на контроле. Внесенные штаммы-деструкторы активно участвуют в разложении органического вещества, продуцируя широкий спектр гидролитических ферментов, включая протеазы, что и приводит к резкому росту активности.

При комплексном использовании биологических препаратов с минеральным азотом значения протеолитической активности во все периоды исследования имели положительный результат. Так, максимальные

значения были на фазах всходов (1,13 %) и цветения (4,52 %), а также после заделки растительных остатков (0,36 %). Это указывает на создание оптимальных условий для микробного консорциума, получающего одновременно энергетический субстрат (побочную продукцию), биологическую инокуляцию (микробные препараты) и легкодоступный азот (аммиачная селитра).

Комплексное воздействие микробиологических препаратов с известью также показало высокую эффективность, превышающую контроль и вариант с растительными остатками без инокулянтов. Однако его результаты в большинстве случаев были несколько ниже, чем у варианта 6 (ПП+МБП+N), где вместо извести использовался азот. Это подчеркивает первостепенную важность на начальных этапах разложения доступного азота для стимуляции именно протеолитической функции.

Таким образом, применение только микробиологических препаратов является высокоэффективным самостоятельным приемом, обеспечивающим максимальную активацию протеолитических процессов в период максимальной физиологической активности культуры (цветение). Наибольшая эффективность в стимулировании протеолитической активности почвы в посевах гороха достигнута при применении комплексных агробиотехнологий, сочетающих внесение растительных остатков с микробиологическими препаратами и компенсирующей дозой минерального азота.

Внесение только измельченной побочной продукции без дополнительных активирующих добавок (вариант 2) является неэффективным приемом, так как интенсивность разложения белковых соединений происходит медленно, а в отдельные периоды и хуже, чем на контроле.

Все изученные агробиотехнологии способствуют поддержанию более высокого уровня биологической активности почвы после уборки урожая гороха, что является важным резервом для ускорения трансформации органических остатков и мобилизации элементов питания для последующей культуры севооборота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Масютенко, Н. П. К оценке состояния здоровья почвы по показателям ее плодородия / Н. П. Масютенко // В сборнике: Перспективные направления рационального землепользования и цифровизация земледелия. Сборник докладов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук. – Курск, 2023. – С. 388-392.
2. Баланс элементов питания за ротацию зернопропашного севооборота при различном уровне интенсификации технологий / С. И. Тютюнов [и др.] // Земледелие. – 2025. – № 4. – С. 24-28.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.forbes.ru/biznes/549180-kak-na-drozzah-pocemu-rossijskie-proizvoditeli-udobrenij-ne-boatsa-padenia-cen?ysclid=mm09vhsczi237537431>. – Дата доступа: 12.02.2026 г.

4. Минакова, О. А. Влияние удобрений на баланс NPK в 10-й ротации зерносвекловичного севооборота в ЦЧР при запашке побочной продукции и при ее отчуждении / О. А. Минакова, Л. В. Александрова, Т. Н. Подвигина // Агрохимия. – 2025. – № 5. – С. 53-60.
5. Хазиев, Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М.: Наука, 2005. – 252 с.

УДК 632 [654.2 + 7]:631.563

СТРУКТУРА ДОМИНИРОВАНИЯ ЭНТОМО-АКАРОКОМПЛЕКСА В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Бречко Е. В.

РУП «Институт защиты растений»

аг. Прилуки, Минский район, Республика Беларусь

***Аннотация.** В статье представлены результаты анализа структуры доминирования членистоногих в фуражных зернохранилищах. Установлено, что классификация вредителей запасов определяется видом продукции и применяемым методом мониторинга. Посредством метода отбора средних проб в партиях зерновых колосовых культур выявлено преобладание акароидных клещей и жесткокрылых, в то время как комплекс методов в партиях зерна кукурузы обнаруживает доминирование чешуекрылых и жесткокрылых. Определена высокая изменчивость энтомо-акарокомплекса в зависимости от условий хранения. Обоснована необходимость совершенствования систем контроля вредителей путем использования различных типов ловушек (феромонных и пищевых).*

***Summary.** The article presents the results of an analysis of the structure of arthropod dominance in feed granaries. It has been established that the classification of stock pests is determined by the type of product and the monitoring method used. Using the method of taking average samples in batches of grain crops, the predominance of Acaroid mites and Coleoptera was revealed, while a complex of methods in batches of grain corn reveals the dominance of Lepidoptera and Coleoptera. The high variability of the entomoacarocomplex has been determined depending on the storage conditions. The necessity of improving pest control systems through the use of various types of traps (pheromone and food traps) is substantiated.*

***Ключевые слова:** вредители запасов, структура доминирования, фураж, хранение.*

***Kew words:** stock pests, dominance structure, forage, storage.*

Для успешного развития животноводства крайне важно обеспечить сохранность и высокое качество кормов. Установлено, что в 90,0 % случаев причиной болезней, нарушений пищеварения и снижения продуктивности скота становятся ошибки в кормлении и содержании животных [4]. Одним из главных факторов, снижающих качество зерна при хранении, являются вредители запасов. В процессе их жизнедеятельности разрушаются ценные части зерна, содержащие белки и жиры, увеличивается кислотность и