

obtain the maximum yield increase of 21.0% compared to the control, when applied 14 days after the resumption of vegetation - only 9.9%. The application of urea regardless of the period of application, made it possible to obtain the yield increase of 13.6–15.8% compared to the control variant.

УДК 633.854.54:631.1(003.13):631.811.98

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЧУМИЗЫ НА ЗЕРНО

Е.М. Чирко, кандидат с.-х. наук, **Т.В. Гончаревич**, научный сотрудник

РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси»

(Дата поступления статьи в редакцию 24.01.2024)

Рецензент: Булавин Л.А., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по изучению влияния карбамида и сульфата аммония на урожайность и качество зерна чумизы в почвенно-климатических условиях юго-западной части Республики Беларусь. Установлено, что сульфат аммония по эффективности не уступает карбамиду и оказывает положительное влияние на качество зерна чумизы.

Повышение и стабилизация продуктивности полевого кормопроизводства в значительной степени базируется на создании высокопродуктивных агроценозов. При этом агроценозы должны включать в себя культуры разного назначения, в том числе однолетние травы, которые способны в силу своих биологических особенностей наиболее полно использовать агроклиматические ресурсы региона [1].

В этой связи заслуживают особого внимания просовидные и сорговые культуры, которые обладают комплексом хозяйственно полезных признаков, главными из которых являются экологическая пластичность, высокая продуктивность, универсальность использования, сбалансированность питательной ценности, высокий коэффициент размножения при устойчивом семеноводстве, слабое поражение болезнями и вредителями, относительная холодостойкость и высокая засухоустойчивость [2].

Из достаточно обширного набора просовидных культур особое внимание заслуживает чумиза (*Setaria italica*). Как показали исследования, в условиях дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава юго-западного региона республики ее зерновая продуктивность находится на уровне в среднем 30–35 ц/га, а в благоприятные годы превышает 40 ц/га [3].

В научной литературе имеется небольшое количество сведений об эффективности использования минеральных удобрений при возделывании чумизы на зерно. Ввиду своей высокой биологической пластичности чумиза очень отзывчива на изменение условий выращивания. При этом содержание химических элементов в чумизе изменяется не только по фазам развития, но и зависит от агротехнических приемов возделывания [4].

Азотные удобрения являются наиболее существенным фактором повышения урожайности и качества продукции. В настоящее время в структуре мирового потребления минеральных удобрений именно азотные удобрения занимают основной удельный вес (56 %). Ежегодно спрос на азотные удобрения повышается на 3 % [5]. При этом эффективность их использования во многом определяется не только нормой внесения, но зависит также от формы и вида удобрения.

Из азотных удобрений наиболее широкое применение в производстве получили карбамид и сульфат аммония, которые используются как для основного внесения, так и для подкормки практически на всех культурах. Различие между ними заключается в том, что карбамид содержит азот в амидной форме, а сульфат аммония – в аммонийной [6].

Цель исследований: изучить влияние различных форм азотных удобрений на продуктивность чумизы, а также на качество зерна и зеленой массы.

Методика и условия проведения исследований

Полевые исследования проводились на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве опытных полей РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в 2021–2023 гг. Агрохимические показатели пахотного горизонта участков в годы исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. Агрохимические показатели пахотного горизонта почвы в годы проведения исследований

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.
pH, ед.	5,64	6,32	5,24
P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг	195	279	284
K ₂ O (по Кирсанову), мг/кг	139	246	227
Гумус (по Тюрину), %	2,03	2,44	2,09

Предшественник – яровые зерновые. Посев рядовой. Норма высева – 3,0 млн всх. семян на 1 га. Фон минерального питания – N₆₀P₆₀K₉₀. Азотные удобрения вносились в виде карбамида и сульфата аммония. Размер делянки 27 м², повторность опыта четырехкратная. Уборка на зерно проводилась прямым комбайнированием в фазу полной физической спелости.

Объектом исследований являлись сорта чумизы *Золушка* и *Красуня*.

В годы исследований на протяжении вегетационного периода наблюдались различия по температурному режиму и по количеству выпавших осадков. Учитывая количество выпавших осадков и сумму активных температур (1925°С и 360 мм) 2021 г. характеризовался как избыточно влажный, о чем свидетельствует величина ГТК 1,9. Исходя из величины ГТК в 2022 г. и 2023 г. (1,0 и 1,1 соответственно) данные вегетационные периоды следует отнести к категории слабо-засушливых. Сумма активных температур в эти годы составила 1900 °С,

однако количество осадков было значительно меньше, чем в 2021 г. – 198 мм и 203 мм соответственно.

Результаты исследований и обсуждение

Одним из важнейших факторов почвенного плодородия является жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. Считается, что условия жизнедеятельности целлюлозоразлагающих организмов близки к оптимальным для произрастания полевых культур [7]. Активность почвенной микрофлоры, главным образом, зависит от наличия органического вещества, влажности, температуры, уровня кислотности почвы и минеральных удобрений [8].

В наших исследованиях целлюлозоразлагающую способность почвы в пахотном горизонте на фоне внесения мочевины и сульфата аммония определяли аппликационным методом по степени разложения льняного полотна [9]. Установлено, что форма азота, в которой он содержится в удобрении, оказывает влияние на микробиологическую активность почвы (таблица 2).

Таблица 2. Влияние азотных удобрений на интенсивность разложения целлюлозы (льняного полотна), %

Слой почвы, см	Карбамид, 60 кг/га д.в.			Сульфат аммония, 60 кг/га д.в.		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
0–10	71,4	64,2	67,8	64,5	50,8	57,7
10–20	44,3	47,1	45,7	31,8	39,1	35,5

Установлено, что на фоне применения амидной формы азота разложение целлюлозы в слое 0–10 см составило в среднем 67,8 %, что на 10,1 % выше, чем при внесении сульфата аммония. В слое 10–20 см интенсивность разложения льняного полотна была слабее, но тенденция сохранялась – 45,7 % при использовании карбамида и 35,5 % – сульфата аммония.

Жизнедеятельность почвенной микрофлоры в значительной степени зависит от содержания органического вещества в почве и от уровня кислотности. Чем больше содержание гумуса и pH среды ближе к нейтральному показателю, тем активнее протекают все микробиологические процессы. Исходя из агрохимической характеристики опытных участков (таблица 1), можно сделать вывод, что более благоприятные условия для деятельности микрофлоры складывались в 2022 г. По сравнению с 2023 г. на фоне внесения карбамида в слое 0–10 см интенсивность разложения льняного полотна была выше на 2,2 %, при использовании сульфата аммония – на 3,2 %.

Известно, что внесение удобрений оказывает влияние на полевую всхожесть семян полевых культур. При этом отмечается как положительное влияние, так и отрицательное в зависимости количества удобрений, а также от сроков и способов их внесения [10, 11, 12].

В наших исследованиях азотные удобрения карбамид и сульфат аммония вносились из расчета 60 кг д.в. под культивацию на глубину 8–10 см.

Учет полевой всхожести показал, что имеется разница в количестве всходов на единице площади между изучаемыми сортами в зависимости от фона азотного питания (таблица 3). Кроме этого полевая всхожесть в значительной степени определялась погодными условиями, складывающимися в период от посева до появления всходов культуры.

Таблица 3. Влияние азотных удобрений на полевую всхожесть семян чумизы, %

Сорт	Азотные удобрения							
	Сульфат аммония, 60 кг/га д.в.				Карбамид, 60 кг/га д.в.			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Золушка	44	86	70	67	48	88	76	71
Красуна	40	75	61	59	43	82	74	66
НСР ₀₅	4,32	7,21	5,34		3,67	5,49	2,97	

В среднем за три года исследований, как свидетельствуют опытные данные, разница по полевой всхожести семян у сортов между изучаемыми фонами была существенной. Полевая всхожесть при посеве чумизы с использованием карбамида составила 69 %, что на 6 % выше, чем при предпосевном внесении сульфата аммония. Во все годы исследований полевая всхожесть семян сорта *Золушка* в опыте была выше, чем у сорта *Красуна*. Так, при внесении карбамида полевая всхожесть сорта *Золушка* в среднем составляла 71 %, что на 5 % выше, чем у сорта *Красуна*. Различия в полевой всхожести при посеве по сульфату аммония составили 8 %. Литературные данные свидетельствуют, что негативное влияние сульфата аммония на полевую всхожесть отмечается и на других культурах [13].

Урожайность зерна чумизы значительно варьировала по годам. Самая низкая урожайность была получена в 2021 г. и в зависимости от изучаемого варианта находилась в пределах 11,1–17,5 ц/га, а самая высокая – в 2022 г., когда урожайность в опыте составляла от 37,9 до 42,5 ц/га (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние азотных удобрений на урожайность зерна чумизы, ц/га

Сорт	Азотные удобрения							
	Сульфат аммония, 60 кг/га д.в.				Карбамид, 60 кг/га д.в.			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее.
Золушка	11,1	37,9	18,5	22,5	13,0	38,6	25,9	25,8
Красуна	12,7	41,0	23,9	25,9	17,5	42,5	29,7	29,9
НСР ₀₅	2,91	3,12	3,34		3,06	2,97	3,57	

Зерновая продуктивность чумизы оказалась выше при возделывании с применением в качестве основного азотного удобрения карбамида. По отношению к сульфату аммония прибавка урожайности у сорта *Золушка* составила в среднем 3,3 ц/га, а у сорта *Красуна* – 4,0 ц/га.

Урожайность – интегральный признак, зависящий от выраженности всех составляющих его компонентов, характеризующих степень реакции растений

на внешние условия вегетации. Реакция каждого генотипа на изменение условий среды выражается формированием элементов структуры продуктивности [14].

При выполнении исследований проведен анализ изменения индивидуальной продуктивности растений сортов чумизы в зависимости от применяемых азотных удобрений (таблица 5).

Таблица 5. Влияние азотных удобрений на индивидуальную продуктивность растений чумизы (среднее за 2021-2023 гг.)

Азотные удобрения	Сорт	Длина метелки, см	Вес зерна с метелки, г	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г
Карбамид, 60 кг/га д.в.	Золушка	14,6	4,5	1521	2,94
	Красуня	14,8	5,7	1842	3,08
Сульфат аммония, 60 кг/га д.в.	Золушка	14,5	4,3	1450	3,01
	Красуня	14,7	5,3	1763	3,03

Полученные результаты свидетельствуют о том, что изучаемые сорта имеют различия в элементах индивидуальной продуктивности метелки. Независимо от формы используемого азотного удобрения сорт *Красуня* имеет преимущество перед сортом *Золушка* по всем изучаемым показателям, за исключением длины метелки.

При использовании карбамида отмечается тенденция к увеличению изучаемых показателей, за исключением массы 1000 зерен как у сорта *Золушка*, так и у сорта *Красуня*. В частности, продуктивность метелки, выражаемая в массе зерна и количестве зерен, в среднем по опыту на фоне амидной формы удобрения на 6 % и 5 % соответственно выше, чем при внесении азота в аммонийной форме.

Использование серосодержащих удобрений положительно влияет на улучшение качества зерна сельскохозяйственных культур [15, 16]. В наших исследованиях также было установлено положительное влияние использования сульфата аммония на содержание сырого протеина и жира в зерне чумизы (рисунок 1).

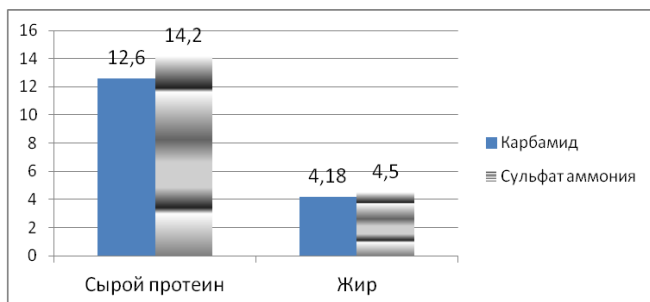


Рисунок 1. Влияние азотных удобрений на качество зерна чумизы, %, (среднее за 2021-2023 гг.)

В среднем за три года исследований при внесении азотных удобрений в аммонийной форме содержание протеина и жира было на 1,6 % и 0,32 % соответственно выше, чем при использовании азота в амидной форме.

Заключение

При возделывании чумизы в условиях дерново-подзолистых почв юго-западной части Беларуси возможно использование азотных удобрений в виде карбамида или сульфата аммония, вносимых в один прием под предпосевную культивацию из расчета 60 кг/га д.в. В целом при внесении в равных количествах азота сульфат аммония по эффективности не уступает карбамиду, но имеет более низкую стоимость. При этом если карбамид в большей степени способствует росту урожайности, то внесение сульфата аммония положительно сказывается на улучшении качества продукции, поскольку оптимизирует не только азотное но и серное питание.

Литература

1. Михайличенко, Б.П. Биологические факторы повышения устойчивости кормопроизводства // Б.П. Михайличенко / Адаптивное кормопроизводство. – 2010. – № 3. – С. 11-18.
2. Кулемина, Т.В. Биохимические показатели качества зерна просовидных культур в условиях юга Нечерноземной зоны РФ / Т.В. Кулемина [и др.] // Аграрная Россия. – 2010. – №1. – С. 19-23.
3. Чирко, Е.М. Влияние приемов возделывания на урожайность зерна чумизы / Е.М. Чирко, О.Н. Якута // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Науч.-прак. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2015. – Вып.51. – С.153-161.
4. Летучий, С. В. Приемы адаптивной технологии выращивания чумизы в одновидовых и поливидовых посевах в сухостепной зоне Поволжья : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук / С. В.Летучий. - Саратов, 2009. – 23 с. / С.В. Летучий [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003487868/.
5. Рынок минеральных удобрений: азотные удобрения. Итоги 2021, Каталог маркетинговых исследований, ID-Marketing Исследовательская компания, 2022 г.
6. Паращенко, В.Н. Эффективность различных способов внесения крупнокристаллического сульфата аммония и карбамида на посевах сортов риса различных групп спелости / В.Н. Паращенко [и др.] // Рисоводство. – №11. – С.84-86.
7. Общия, Е.Н. Целлюлозоразлагающая активность почвы в условиях склоновых земель ландшафтов как один из элементов биологической активности почвы / Е.Н. Общия, А.И. Хрипунов // Сельскохозяйственный журнал. – 2019. – №2 (12). – С.25-28.
8. Новиков, В.М. Влияние агротехнологических приемов и погодных условий на биологическую активность темно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур / В.М. Новиков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 4 (20). – С.116-120.
9. Мишустин, Е.Н. Аппликационные методы в почвенной микробиологии / Е.Н. Мишустин, И.С. Востров // Микробиологические и биохимические исследования почв: сб. науч. статей. – Киев, 1971. – 110 с.
10. Глухих, А. М. Оптимизация технологий применения минеральных удобрений / А. М. Глухих // Земледелие. – 2005.- №6.- С.18-20.
11. Вареница, Е. Т. Чумиза. Биология, селекция и агротехника / Е. Т. Вареница. – Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. – Москва: Сельхозгиз, 1958. – 431 с.

12. Сонде, Т.А. Влияние режима орошения и доз азотного удобрения на всхожесть семян и интенсивность роста проростков риса / Т.А. Сонде, В.А. Масливец, А.Я. Барчукова [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://science-biology.ru/pdf/2019/1/1126.pdf> (дата обращения 28.06.2023).

13. Общие вопросы применения основных форм азотных удобрений [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://agro-portal24.ru/mineralnie-udobrenija> (дата обращения 12.01.2024).

14. Очкас, Н.А. Оценка и группировка селекционного материала по элементам структуры урожайности [Электронный ресурс] : Дис. ...канд. с.-х. наук : 06.02.09 : Краснодар, 2017, 177 с. – Режим доступа : <https://kubsau.ru/upload/iblock/8fd>. – Дата доступа 31.01.2022.

15. Мирошниченко, Н.Н. Эффективность применения сульфата аммония для подкормки озимой пшеницы на черноземах типичных Левобережной лесостепи Украины / Н.Н. Мирошниченко [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – №1 (51). – С. 202-211.

16. Лапа, В.В. Качество семян ярового рапса в зависимости от систем удобрения / В.В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – №2 (49). – С. 109-121.

USE OF NITROGEN FERTILIZERS IN CULTIVATING SIBERIAN MILLET FOR GRAIN

E.M. Chirko, T.V. Goncharevich

The paper states the results of the studies on the impact of urea and ammonium sulfate on the yield and quality of Siberian millet grain under soil and climatic conditions of the south-western part of the Republic of Belarus. It's established that ammonium sulfate is not inferior to urea in terms of efficiency and has a positive effect on the grain quality.

УДК 631.[531.04+531.048]:633.13:631.559

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА

А.Г. Власов, С.П. Халецкий, кандидаты с.-х. наук

Булавина Т.М., доктор с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино

(Дата поступления статьи в редакцию 03.04.2024)

Рецензент: Холодинский В.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния на урожайность зерна голозерного овса сроков сева и норм высева семян. Установлено, что фотосинтетический потенциал посевов при севе культуры в ранний срок и через 7 дней позже этого срока при нормах высева 5,5–6,5 млн/га всхожих семян был примерно на одном уровне – 2106–2203 тыс. м²/га × дней. Максимальная урожайность зерна голозерного овса (48,4 ц/га) получена при севе этой культуры через 7 дней после наступления физической спелости почвы с нормой высева 5,5 млн/га всхожих семян.