

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

6. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / И. А. Голуб [и др.] // утвержден Минсельхозпрод РБ. – Минск: РУП «Институт льна», 2019. – 15 с.

7. Heller, K. Fibre flax cultivation in sustainable agriculture / K. Heller, P. Baraniecki, M. Praczyk // Handbook of natural fibres. – 2012. – V. 1 – С. 508-531.

8. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия. СТБ 1195-2008. – Введ. 01.11.2008. – Минск: Госстандарт РБ, 2008. – 18 с.

EFFECT OF HERBICIDES ON THE FORMATION OF ELEMENTS OF PRODUCTIVITY AND QUALITY OF FIBER FLAX IN ONTOGENESIS

N.V. Stepanova, S.R. Chuiko

In 2021-2023 the effect of active ingredients of the main herbicides on ontogenesis of fiber flax was studied; the shortage of yield and quality of flax products against the background of manual weeding of the cenosis was identified. Herbicides based on clopyralid and quizalofop-P-ethyl have the minimal inhibition of plant development with a reduction in seed and fiber yields of up to 5%. The maximum inhibition of plants was identified due to the use of herbicides with the active ingredient of MCPA acid, which provided the shortage of seed yield up to 14%, long scutched fiber up to 27% and its quality reduction by 1-2 numbers in comparison with manual weeding. Therefore, it is recommended to use this group of herbicides as a part of tank mixtures with herbicides based on sulfonylurea and clopyralid derivatives and with reduced doses, at which the fiber shortage was reduced to 13-15%.

УДК 633.111«324»:631.84

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ РАННЕВЕСЕННЕМ ВНЕСЕНИИ ПОД ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ

И.В. Сацюк, кандидат с.-х. наук, **А.Ю. Шанбанович**, **В.В. Кот**,

А.Н. Лученок, **А.А. Ардашникова**, **В.Ю. Трушко**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 12.03.2024)

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

Аннотация. В статье изложены результаты исследований, проведенных в 2020–2022 гг., по изучению эффективности внесения различных видов азотных удобрений на посевах озимой пшеницы сорта Элегия в ранневесеннюю подкормку в зависимости от срока внесения. Установлено, что эффективность изучаемых видов азотных удобрений зависит от погодных условий на момент внесения удобрений. При необоснованно раннем (до возобновления вегетации) внесении КАС прибавка урожайности зерна от его внесения снижалась с

27,1 % до 5 %. Внесение сульфата аммония до возобновления вегетации позволило получить максимальную прибавку урожайности по отношению к контролю – 21,0 %, а при внесении через 14 дней после возобновления вегетации – только 9,9 %. Внесение карбамида независимо от срока применения позволило получить прибавку урожайности 13,6–15,8 % по отношению к контрольному варианту.

Введение

Получение высокого урожая озимой пшеницы возможно только при достаточной обеспеченности растений элементами питания на протяжении всего периода вегетации. Ведущую роль из основных элементов питания в формировании продуктивности этой культуры играет азот [1]. Азот является одним из основных макроэлементов, необходимых для роста и развития растений. Основным источником его поступления при производстве сельскохозяйственных культур является внесение минеральных удобрений. На сегодняшний день основными видами азотных минеральных удобрений как используемых, так и производимых на территории Республики Беларусь, являются:

КАС (карбамидно-аммиачная смесь) – жидкое азотное удобрение ТУ РБ 500036524.054-2004, получаемое из смеси аммиачной селитры и карбамида с содержанием 32 процентов азота. В состав удобрения КАС-32 входит карбамид – 35 %, аммиачная селитра – 45 % и вода – 20 % [2].

Карбамид марки Б – универсальное азотное удобрение ГОСТ 2081-2010, применяется в сельском хозяйстве для основного внесения в почву, подкормки ранней весной и в период вегетации. Физико-химические показатели удобрения карбамид марки Б: азот – 46,2 %, биурет – 1,4 %, вода – 0,5 % [3].

Сульфат аммония синтетический (сернокислый аммоний) – азотно-серное минеральное удобрение ГОСТ-9097-82. Сульфат аммония содержит 21 % азота и 24 % серы. Это химически нейтральная кристаллическая соль белого цвета, хорошо растворимая в воде [4].

Все виды азотных удобрений хорошо растворяются в воде, а некоторые из них быстро вымываются из почвы или происходят их газообразные потери, что может приводить к неэффективному использованию. Моделирование особенностей действия различных видов азотных удобрений необходимо для повышения как экономической эффективности его использования, так и для повышения урожайности и качества получаемой продукции.

Методика и условия проведения исследований

При ранневесенней подкормке почва насыщена влагой, азотные удобрения быстро растворяются и переходят в почвенно-поглощающий комплекс. Через некоторое время при возобновлении поглощающей функции корневой системы азот как в нитратной, так и аммонийной форме, доступен растениям и способствует увеличению числа продуктивных стеблей и накоплению зеленой массы озимой пшеницы [5].

Целью наших исследований было изучить эффективность внесения ранней весной (то есть в первую подкормку) трех различных видов минеральных азотных удобрений (КАС, карбамид и сульфат аммония) при возделывании озимой пшеницы.

Условия и методика проведения исследований

Опыты закладывали в 2020–2022 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой легкосуглинистой, подстилаемой с глубины 30–50 см рыхлым песком. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН 6,0–6,2, содержание гумуса – от 1,8 до 2,4 %, фосфора – 183–230 и калия – 210–250 мг на 1 кг почвы.

Сорт озимой пшеницы – *Элегия*. Норма высева – 4,0 млн всхожих семян на 1 га. Предшественник – озимый рапс.

Первый срок внесения азотных удобрений по мерзлotalой почве соответствовал:

1. Полный сход снежного покрова;
2. Наличие отрицательных ночных температур;
3. Наличие положительных дневных температур (возобновления весенней вегетации не наблюдалось, среднесуточная температура не превышала +5 °С).

Второй срок ранневесеннего внесения проводился при устойчивом возобновлении весенней вегетации соответствующей отрастанию зеленой массы и появлению двух-трех корешков длиной не менее 0,5 см.

Третий срок проводился через четырнадцать дней после второго срока.

Вторая подкормка проводилась общим фоном в виде карбамида в конце кущения культуры.

Технология возделывания за исключением изучаемых агроприемов – в соответствии с отраслевым регламентом возделывания [6].

Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7] с помощью пакета программ, входящих в Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ СТАТ.

Метеорологические условия в период исследований изменялись по годам и в достаточной полной степени характеризовали особенности агроклиматических ресурсов данной зоны.

В связи с изменением климатических условий за три года исследований средняя температура воздуха в феврале превышала среднееголетние значения, это оказывало определенное влияние на особенности развития озимых культур в весенний период, что послужило основанием для проведения наших исследований (рисунки).

Результаты и обсуждение

В 2020 г. при сверххраннем (25 февраля) внесении различных видов азотного минерального удобрения было установлено: в контрольном варианте, предусматривающем отсутствие первой азотной подкормки, урожайность зерна ози-

мой пшеницы сорта *Элегия* составила 48,9 ц/га. Вариант с внесением сульфата аммония обеспечил достоверную прибавку урожайности 11,4 ц/га (при

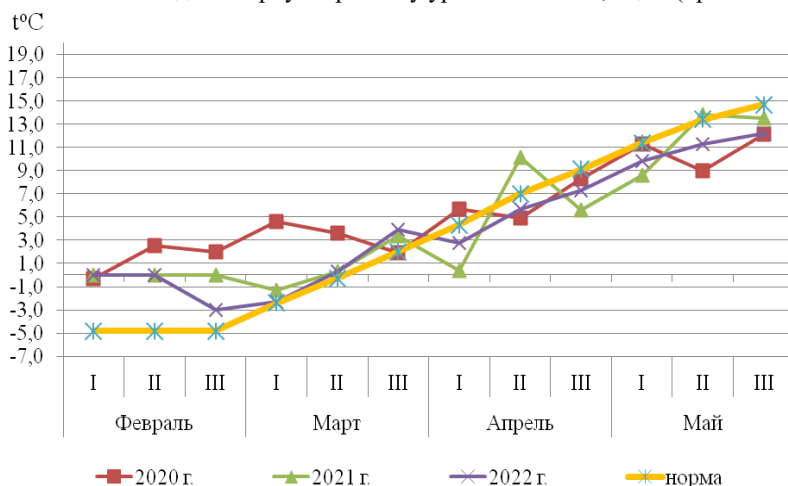


Рисунок – Среднесуточная температура воздуха в 2020–2022 гг., °C (метеостанция г. Борисов)

НСР₀₅ 3,84) или 23,3 % по сравнению с контрольным вариантом, тогда как применение карбамида позволило увеличить урожайность на 5,7 ц/га (11,7 %). КАС, в свою очередь, обеспечил прибавку урожайности на 4,1 ц/га или 8,3 % (таблица 1). В последующие годы из-за более позднего схода снежного покрова внесение (применение) азота в сверххранние сроки не было возможности осуществить.

Прибавка урожайности зерна озимой пшеницы при внесении азотных удобрений по мерзлоталой почве (9 марта) составила при внесении КАС 5,3 ц/га (11,1 %), карбамида 3,5 ц/га (7,4 %) и сульфата аммония 8,3 ц/га (17,4 %).

Внесение азотных удобрений при устойчивом возобновлении весенней вегетации (4 апреля) позволило повысить урожайность контрольного варианта при внесении КАС 4,8 ц/га (10,3 %), карбамида 4,2 ц/га (9,0 %) и сульфата аммония 10,6 ц/га (22,7 %).

Внесение различных видов азотных удобрений позже оптимального срока (17 апреля) позволило получить следующие результаты: самая большая прибавка урожайности зафиксирована при применении КАС – 16,4 ц/га (36,4 %). Внесение карбамида позволило увеличить урожайность на 3,4 ц/га (7,5 %). Использование сульфата аммония увеличило урожайность на 2,5 ц/га (5,5 %).

В 2021 г. при внесении различных видов азотных удобрений по мерзлоталой почве в первый срок внесения (24 марта) карбамид и сульфат аммония увеличили урожайность на 12,1 ц/га (19,5 %) и 14,3 ц/га (23,1 %) соответственно.

При применении КАС прибавка урожайности составила 1,2 ц/га или 1,9 % при НСР₀₅ 2,56 ц/га.

Таблица. Урожайность озимой пшеницы сорта Элегия в зависимости от вида азотного удобрения и срока внесения, ц/га

Год исследования	Срок внесения	Вариант					Среднее	
		контроль	КАС	карбамид	сульфат аммония	среднее	год	срок внесения
2020	Сверхранний (25 февраля)	48,9	52,9	54,6	60,3	54,2	51,4*	
	I (9 марта)	47,6	52,9	51,1	55,9	51,9		55,1
	II (4 апреля)	46,6	51,4	50,8	57,2	51,5		56,4
	III (17 апреля)	45,1	61,5	48,5	47,6	50,7		54,9
	Среднее	46,4*	55,3*	50,1*	53,6*			
2021	I (24 марта)	62,0	63,2	74,1	76,3	68,9	69,6	
	II (9 апреля)	64,2	73,3	71,8	72,2	70,4		
	III (19 апреля)	62,0	76,6	71,8	68,1	69,6		
	Среднее	62,7	71,0	72,6	72,2			
2022	I (24 марта)	40,0	41,2	48,2	49,0	44,6	45,7	
	II (11 апреля)	41,1	47,8	50,2	50,2	47,3		
	III (28 апреля)	39,1	47,4	46,4	44,9	44,5		
	Среднее	40,1	45,5	48,3	48,0			
Среднее по удобрению		49,8*	57,3*	57,0*	57,9*			
2020-2022	I	49,9	52,4	57,8	60,4			
	II	50,7	57,5	57,6	59,8			
	III	48,7	61,9	55,6	53,5			

* без учёта сверхраннего срока внесения

2020 г.

НСР₀₅ для частных средних 7,49

НСР₀₅ по фактору А (срок внесения) 3,84

НСР₀₅ по фактору В (вид удобрения) 3,84

2022 г.

НСР₀₅ для частных средних 5,22

НСР₀₅ по фактору А (срок внесения) 2,61

НСР₀₅ по фактору В (вид удобрения) 3,01

2021 г.

НСР₀₅ для частных средних 4,43

НСР₀₅ по фактору А (срок внесения) 2,22

НСР₀₅ по фактору В (вид удобрения) 2,56

Внесение азотных удобрений при устойчивом возобновлении весенней вегетации (9 апреля) повышало урожайность озимой пшеницы на 9,1 ц/га (14,2 %) при внесении жидкого азотного удобрения КАС, а карбамида и сульфата аммония – на 7,6 ц/га (11,8 %) и 8,0 ц/га (12,5 %) соответственно.

При более позднем сроке внесения азотных удобрений (19 апреля) в условиях 2021 г. применение КАС на озимой пшенице превысило урожайность на 14,6 ц/га (23,5 %). При использовании карбамида прибавку урожайности зерна составила 9,8 ц/га (15,8 %), в свою очередь, сульфат аммония повысил на 6,1 ц/га (9,8 %).

В условиях 2022 г. раннее внесение (24 марта) по мерзлоталой почве карбамида и сульфата аммония позволило увеличить урожайность зерна на 8,2 ц/га (20,6 %) и 9,0 ц/га (22,5 %) соответственно. При использовании КАС урожайность повысилась на 1,2 ц/га или 3 % при НСР₀₅ – 3,01 ц/га.

При втором сроке внесения (11 апреля) азотных удобрений карбамид и сульфат аммония позволили получить аналогичную достоверную прибавку – 9,1 ц/га (22,1 %) соответственно. Внесение жидкого удобрения КАС увеличило урожайность зерна озимой пшеницы на 6,7 ц/га (16,3 %) к контрольному варианту.

Внесение жидкого азотного удобрения КАС в поздний срок (28 апреля) способствовало увеличению урожайности зерна на 8,3 ц/га (21,3 %). Внесение карбамида позволило получить достоверную прибавку 7,3 ц/га (18,8 %). Сульфат аммония превысил контроль на 5,8 ц/га (14,8 %).

В среднем за период проведения исследований (2020–2022 гг.) урожайность зерна в контрольном варианте (без учета сверххранного внесения в 2020 г.) варьировала в зависимости от года и срока внесения от 39,1 до 64,2 ц/га и в среднем по опыту составила 49,8 ц/га.

Применение минерального азотного удобрения КАС в среднем по опыту позволило получить урожайность зерна озимой пшеницы на 7,5 ц/га выше, чем в контрольном варианте. При этом прибавка на первом сроке внесения (до возобновления весенней вегетации) составила 2,5 ц/га (или 5,0 %) статистически значима это прибавка была только в 2020 г., в последующие годы исследования прибавка находилась в пределах ошибки опыта. На втором (при возобновлении весенней вегетации) 6,8 ц/га (или 13,4 %), на третьем (после возобновления весенней вегетации) 13,2 ц/га (или 27,1 %).

При внесении азотного удобрения карбамид в среднем по опыту была получена урожайность 57,0 ц/га. На первом сроке внесения прибавка по отношению к контрольному варианту составила 7,9 ц/га (или 15,8 %), на втором и третьем 6,9 ц/га (или 13,6 % и 14,1 % соответственно).

Внесение сульфата аммония позволило сформировать урожайность в среднем по опыту 57,9 ц/га. На первом сроке внесения прибавка составила 10,5 ц/га (или 21,0 %), на втором 9,1 ц/га (или 17,9 %) и на третьем – 4,8 ц/га или 9,9 %.

Выводы

При большой напряженности полевых работ, а также на переувлажненных участках, на которых внесение первой азотной подкормки в оптимальные сроки является затруднительным, допускается ее внесение по мерзлоталой почве твердыми минеральными азотными удобрениями не ранее, чем за 10–14 дней до предполагаемого возобновления весенней вегетации. При использовании сульфата аммония и карбамида необходимо соблюдать следующие условия:

1. Полный сход снежного покрова;
2. Наличие слабо отрицательных ночных температур;
3. Наличие положительных дневных температур.

Эффективность внесения жидкого азотного удобрения КАС (карбамидно-аммиачная смесь) по мерзлotalой почве ниже, чем при использовании твердых азотных минеральных удобрений. Одним из условий на момент внесения КАС является минимальная среднесуточная температура +3...+5 °С и отсутствие заморозков на протяжении трех-четырех дней до и после внесения.

При запаздывании с первой азотной подкормкой минеральными удобрениями (более 10–14 дней после возобновления весенней вегетации), снижается эффективность удобрения сульфат аммония и существенно увеличивается эффективность внесения жидкого азотного удобрения КАС.

Литература

1. Кравцов, А. М. Влияние азотных удобрений при внесении их в подкормку на продуктивность озимой пшеницы / А. М. Кравцов, А. В. Загоруйко // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год : Матер. Юбилейной науч.-практ. конф., посв. 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 06 апреля 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кошаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 29–30.
2. Смеси карбамидо-аммиачные (КАС) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://azot.by/products/osnovnoe-proizvodstvo/osnovnoe-proizvodstvo.php?ID=523>. – Дата доступа: 01.03.2024 г.
3. Карбамид [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://azot.by/products/osnovnoe-proizvodstvo/osnovnoe-proizvodstvo.php?ID=251>. – Дата доступа: 01.03.2024 г.
4. Сульфат аммония [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://azot.by/products/osnovnoe-proizvodstvo/osnovnoe-proizvodstvo.php?ID=520>. – Дата доступа: 01.03.2024 г.
5. Сухарев, А. А. Выбор срока и способа внесения азотной подкормки под мягкую озимую пшеницу в южной зоне Ростовской области / А. А. Сухарев, Г. М. Зеленская // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 3(69). – С. 43–47.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ. : Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 45–62.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. / Б.А. Доспехов / Учебник для студентов высших с.-х. учебных заведений. – Москва: Агропромиздат, 1985. – С. 346.

EFFICIENCY OF DIFFERENT TYPES OF NITROGEN FERTILIZERS APPLIED IN EARLY SPRING TO WINTER WHEAT

**I.V. Satsiuk, A.Yu. Shanbanovich, V.V. Kot, A.N. Luchenok, A.A.Ardashnikova,
V.Yu. Trushko**

The paper presents the results of the research conducted in 2020–2022 to study the efficiency of applying various types of nitrogen fertilizers to the winter wheat variety Elegy in early spring, depending on the period of application. It's established that the efficiency of the studied types of nitrogen fertilizers depends on weather conditions at the time of fertilizers application. With unreasonably early (before vegetation) application of UAN, the increase in grain yield decreased from 27.1% to 5%. The application of ammonium sulfate before vegetation made it possible to

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].