

УДК 633.11«321» (476.6)

Эффективность применения КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы

А. Г. Ганусевич, Г. А. Гесть, кандидаты с.-х. наук
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 02.10.2021)

Внесение карбамидно-аммиачной смеси совместно с микроэлементами меди и марганца и регуляторами роста растений Гидрогуматом и Эпином способствовало увеличению урожайности зерна яровой пшеницы на 3,5–6,9 ц/га, уровня рентабельности – на 1,2–11,9 п. п., биоэнергетического коэффициента – на 0,3–0,6 ед. по сравнению с контрольным вариантом. Лучшим является вариант, где карбамидно-аммиачная смесь применялась совместно с Cu и Mn, регулятором роста Эпин на фоне $N_{15}P_{55}K_{120}$. Получена урожайность яровой пшеницы 63,3 ц/га. При этом уровень рентабельности составил 52,5 %, биоэнергетический коэффициент – 9,4 ед.

Введение

Яровая пшеница является высокоценной культурой, продукты переработки которой используются в хлебопечении и в изготовлении кондитерской выпечки. Культура появилась задолго до формирования современного общества и сейчас возделывается во всех странах мира. Яровая пшеница завоевала лидерские позиции среди сельскохозяйственных культур и возделывается в умеренных широтах всего земного шара. В Республике Беларусь в последние годы она занимает все более значительное место. Так, по посевным площадям и валовым сборам она сравнялась с озимой пшеницей. Яровая пшеница способна адаптироваться к сложным условиям произрастания, а поэтому может использоваться как уплотняющая культура, когда часть озимых зерновых погибает. Урожайность яровой пшеницы высокая при соблюдении всех элементов технологии ее возделывания. Положительными качествами яровой пшеницы можно считать ее устойчивость к умеренным пониженным температурам, низкий порог осыпаемости, иммунитет к фузариозу, меньшие затраты на средства защиты растений, более высокое качество зерна, широкий спектр районированных сортов. К факторам, отрицательно влияющим на урожайность яровой пшеницы, необходимо отнести: засуху, проливные дожди, сильные ветры, а также вредные организмы [1, 3].

Яровая пшеница больше всего нуждается в азотных удобрениях. Дозы внесения фосфорных и калийных удобрений зависят от их запасов в почве. На формирование 1 т зерна она потребляет 30,4 кг азота, 11,6 кг фосфора и 27,7 кг калия. Наибольшую потребность в азоте яровая пшеница испытывает в период от начала кущения до выхода в трубку. За это время поглощается около 40 % азота, потребляемого за весь вегетационный период.

Критическим периодом потребности в фосфоре является начальный период роста растений. Фосфор способствует росту корневой системы, формированию крупного колоса и более раннему созреванию. По

The introduction of the urea-ammonia mixture together with trace elements of copper and manganese and plant growth regulators Hydrohumate and Epin contributed to an increase in the yield of spring wheat grain by 3,5–6,9 c/ha, the level of profitability – by 1,2–11,9 p. p., bioenergy coefficient – by 0,3–0,6 unit.. compared to the control option. The best option is where the urea-ammonia mixture was used together with Cu and Mn, an Epin growth regulator against the background of $N_{15}P_{55}K_{120}$. The yield of spring wheat was 63,3 c/ha. At the same time, the level of profitability was 52,5 %, the bioenergy coefficient was 9,4 units.

сравнению с азотными удобрениями фосфорные дают меньшую прибавку урожая, но без них растения хуже усваивают доступный азот и калий из почвы.

Самое большое количество калия поглощается растениями в начальные периоды роста и развития яровой пшеницы.

Если дозы азотных удобрений не превышают 60 кг/га д. в., то их эффективнее вносить в один прием под предпосевную культивацию. Высокие дозы азотных удобрений (более 60 кг/га д. в.) с целью снижения полегаемости растений следует вносить дробно. Доза азотных удобрений для подкормки может корректироваться в зависимости от содержания азота в растениях на основании данных растительной диагностики.

Подкормка яровой пшеницы азотными удобрениями может быть эффективной только при условии достаточного увлажнения почвы. Лучшая форма азотных удобрений для основного внесения – это карбамидно-аммиачная смесь (КАС), так как в этом случае обеспечивается наиболее высокая равномерность распределения удобрения по поверхности почвы. Для подкормки растений КАС ее следует смешивать с водой в соотношении 1 : 4; 1 : 5.

Фосфорные и калийные удобрения следует вносить осенью с заделкой под зяблевую вспашку, культивацию или весной под предпосевную культивацию.



Внесение азотных удобрений с добавками микроэлементов и регуляторов роста под сельскохозяйственные культуры позволяет улучшить режим азотного питания растений, повысить эффективность их применения, сократить затраты на внесение, увеличить урожайность и качество зерна, а следовательно, повысить основные экономические показатели. Это и определило выбор темы наших исследований [2, 4].

Цель работы – обосновать эффективность применения карбамидно-аммиачной смеси (КАС) с добавками микроэлементов и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы сорта Рассвет на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Материал и методика исследований

На современном этапе развития растениеводства в условиях дефицита финансовых и материальных ресурсов ставится задача снизить затраты на производство сельскохозяйственной продукции и получить максимальную отдачу от вложенных средств. При этом необходимо увеличивать уровень производства и постоянно улучшать качество продукции. Это возможно при использовании интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Опыты проводили в 2016–2018 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве производственного участка «Лापенки» УО СПК «Путришки» Гродненского района. Общая площадь делянки в полевых опытах составляла 48 м², учётная площадь – 35 м². Повторность во все годы исследований 4-кратная.

Агрохимические показатели пахотного горизонта дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы следующие: рН_{KCl} – 6,0, содержание гумуса – 2,05 %, подвижного фосфора – 211 мг/кг почвы, обменного калия – 225, меди – 3,5, магния – 92, марганца – 0,73, цинка – 3,1 и бора – 0,75 мг/кг почвы.

Схема опыта включала варианты, представленные в таблице 1. В первом варианте опыта удобрения не вносили (контроль). В качестве фонового варианта были взяты дозы минеральных удобрений N₁₅P₅₅K₁₂₀. Из фосфорных удобрений применяли аммонизированный суперфосфат, калийных – хлористый калий. На данном фоне изучали эффективность внесения КАС.

Из азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы в третьем и последующих вариантах дополнительно применяли карбамидно-аммиачную смесь (КАС₃₀). Ее вносили в чистом виде в количестве 90 кг/га д. в.

(60 кг д. в. в основное внесение, 30 кг д. в. – в подкормку), а также с добавками микроэлементов меди, марганца и регуляторов роста растений Гидрогумата и Эпина. Фосфорные и калийные удобрения вносили осенью, азотные – в основное внесение (N₆₀) и в некорневую подкормку (N₃₀). Дозы удобрений рассчитаны на основании агрохимических показателей почвы, на которой проводили исследования.

Урожайность зерна яровой пшеницы по вариантам опыта учитывали путем уборки учетной площади делянок комбайном «Сампо» с последующим взвешиванием полученной продукции. Аминокислотный состав зерна определяли согласно ГОСТ 9353-90.

Расчет экономической и энергетической эффективности применения минеральных удобрений, микроэлементов и регуляторов роста в посевах яровой пшеницы проводили на основании технологической карты возделывания культуры с применением балансового и монографического методов, а также отдельных приемов экономико-статистического метода.

Результаты исследований и их обсуждение

Нами установлено, что за три года исследований самая низкая урожайность яровой пшеницы была в контрольном варианте, где минеральные удобрения не применялись – 40,7 ц/га (таблица 1). В фоновом варианте она увеличилась в среднем за три года на 11,5 ц/га. Внесение КАС дало прибавку 15,7 ц/га зерна по сравнению с контрольным вариантом. Дальнейший анализ полученных данных показал, что самые высокие прибавки урожая яровой пшеницы были в вариантах с внесением КАС с микроэлементами и регуляторами роста (в среднем за три года – 3,5–6,9 ц/га). Лучшим оказался вариант с внесением КАС совместно с Эпином, медью и марганцем (+6,9 ц/га; НСР₀₅ = 2,7–3,2 ц/га).

Минеральные удобрения, наряду с урожайностью, оказали заметное влияние на аминокислотный состав зерна (таблица 2). За три года исследований было отмечено увеличение содержания в зерне таких аминокислот, как валин (5,19–6,52 г/кг), фенилаланин (4,84–6,21 г/кг), лейцин (3,40–4,69 г/кг зерна). Самое большое общее количество аминокислот отмечено в вариантах, где КАС применяли совместно с микроэлементами и регуляторами роста (37,3–38,4 г/кг зерна). В зерне яровой пшеницы в этих вариантах получено высокое содержание критических аминокислот (треонин + метионин + лизин) – 9,5–10,5 г/кг зерна. Лучшим по аминокислотному составу

Таблица 1 – Влияние КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы

Вариант	Урожайность, ц/га							
	2016 г.	±	2017 г.	±	2018 г.	±	среднее	±
1. Контроль (без удобрений)	44,1	–	41,8	–	36,3	–	40,7	–
2. N ₁₅ P ₅₅ K ₁₂₀ (фон)	51,3	–	63,5	–	41,7	–	52,2	–
3. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀	55,9	–	67,4	–	46,0	–	56,4	–
4. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu и Mn	59,1	3,2	71,8	4,4	48,7	2,7	59,9	3,5
5. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Гидрогумат	60,8	4,9	68,1	0,7	47,2	1,2	58,7	2,3
6. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu	63,8	7,9	73,1	5,7	49,6	3,6	62,2	5,8
7. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu + Эпин	60,9	5,0	73,7	6,3	52,1	6,1	62,2	5,8
8. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Эпин + Cu и Mn	62,9	7,0	75,7	8,3	51,4	5,4	63,3	6,9
НСР ₀₅	3,2		3,0		2,7			

зерна был вариант, где применяли КАС совместно с микроэлементами меди и марганца и регулятором роста Эпин – 10,5 г/кг зерна.

На основании полученных данных были рассчитаны экономическая и энергетическая эффективность применения различных форм удобрений.

Установлено, что в фоновом варианте и в варианте с применением КАС дополнительный чистый доход составил 206,7–217,1 руб./га. Уровень рентабельности варьировал от 40,6 до 41,8 % (таблица 3).

Применение КАС, микроэлементов, регуляторов роста как совместно, так и в отдельности обусловило увеличение затрат на их внесение на 10,3–15,3 руб./га

по сравнению с фоновым вариантом. Однако при этом дополнительный чистый доход увеличился на 4,8–63,8 руб./га, уровень рентабельности – на 1,2–11,9 п. п.

Наиболее экономически оправданным является вариант, где вносили КАС с микроэлементами Cu, Mn и регулятором роста Эпин, так как здесь получен самый высокий дополнительный чистый доход – 280,9 руб./га и уровень рентабельности 52,5 %.

Наиболее стабильным показателем эффективности любого технологического процесса является энергетический, выраженный в мегаджоулях (МДж).

Энергетическая оценка проводилась на основании технологической карты возделывания яровой пшеницы

Таблица 2 – Влияние КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста на аминокислотный состав зерна яровой пшеницы

Вариант	Содержание аминокислот, г/кг зерна								
	треонин*	валин	метионин*	фенилаланин	изолейцин	лейцин	лизин*	итого	итого критических
1. Контроль (без удобрений)	2,59	5,19	1,23	4,84	4,34	7,64	3,40	29,2	7,22
2. N ₁₅ P ₅₅ K ₁₂₀ (фон)	2,89	5,44	1,51	5,11	4,61	8,00	3,61	31,2	8,01
3. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀	3,19	5,69	1,79	5,38	4,87	8,35	3,82	33,1	8,80
4. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu и Mn	3,27	6,04	1,89	5,77	5,21	8,91	3,96	35,1	9,12
5. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Гидрогумат	3,5	6,46	2,0	6,19	5,6	9,52	3,98	37,3	9,5
6. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu	3,67	6,52	2,00	6,2	5,64	9,58	3,84	37,5	9,54
7. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu + Эпин	3,73	6,46	2,01	6,18	5,61	9,65	4,20	37,8	9,94
8. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Эпин + Cu и Mn	3,78	6,40	2,00	6,21	5,60	9,72	4,69	38,4	10,5

Примечание – *Критические аминокислоты.

Таблица 3 – Влияние КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста на экономическую эффективность производства зерна яровой пшеницы

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Стоимость прибавки, руб.	Затраты на производство дополнительной продукции, руб.	Дополнительный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
1. Контроль (без удобрений)	40,7	–	–	–	–	–
2. N ₁₅ P ₅₅ K ₁₂₀ (фон)	52,2	11,5	715,2	508,5	206,7	40,6
3. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀	56,4	15,7	736,8	519,7	217,1	41,8
4. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu и Mn	59,9	19,2	763,1	530,4	232,7	43,9
5. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Гидрогумат	58,7	18,0	749,8	527,9	221,9	42,0
6. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu	62,2	21,5	776,2	514,6	261,6	50,8
7. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu + Эпин	62,2	21,5	776,2	510,7	265,5	51,9
8. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Эпин + Cu и Mn	63,3	22,6	815,9	535,0	280,9	52,5

Таблица 4 – Биоэнергетическая оценка применения макроудобрений, микроэлементов и регуляторов роста в посевах яровой пшеницы

Вариант	Урожайность, ц/га	Затраты энергии, МДж/га	Энергоемкость, МДж/ц	Выход энергии с 1 га, МДж	БЭК
1. Контроль (без удобрений)	40,7	8054	197,9	66951	8,3
2. N ₁₅ P ₅₅ K ₁₂₀ (фон)	52,2	10299	197,3	85869	8,3
3. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀	56,4	10497	186,1	92779	8,8
4. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu и Mn	59,9	10843	181,0	98536	9,1
5. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Гидрогумат	58,7	10620	180,9	96726	9,1
6. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu	62,2	11050	177,6	102319	9,2
7. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Cu + Эпин	62,2	11050	176,6	102319	9,2
8. N ₆₀₊₃₀ P ₅₅ K ₁₂₀ + Эпин + Cu и Mn	63,3	11152	176,2	104129	9,4

цы. При этом рассчитывались прямые энергетические затраты по каждому варианту опыта.

Нами установлено (таблица 4), что самые высокие затраты энергии (11 152 МДж/га) наблюдались в варианте, где совместно с КАС вносились микроэлементы меди и марганца, а также регулятор роста Эпин. При этом в данном варианте отмечен самый высокий выход энергии с 1 га – 104 129 МДж. Биоэнергетический коэффициент (БЭК) составил 9,4 ед.

В остальных вариантах опыта затраты энергии находились в пределах 8 054–11 050 МДж/га. Выход энергии с 1 га варьировал от 66 951 до 102 319 МДж, а биоэнергетический коэффициент составлял 8,3–9,2 ед.

Заключение

Проведенные исследования показали, что внесение карбамидно-аммиачной смеси совместно с микроэлементами меди и марганца и регулятором роста Эпин на фоне $N_{15}P_{55}K_{120}$ на дерново-подзолистой легкосуглинистой

почве способствовало получению урожайности зерна яровой пшеницы 63,3 ц/га. Уровень рентабельности при этом составил 52,5 %, биоэнергетический коэффициент – 9,4 ед.

Литература

1. Гриб, С. И. Производство яровой пшеницы / Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / сост. д-р с.-х. наук, проф. М. А. Кадыров; канд. с.-х. наук Д. В. Лужинский, А. Н. Киселева; под общ. ред. М. А. Кадырова. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2005. – С. 42–55.
2. Система применения удобрений: уч. пособие / В. В. Лапа [и др.]; под науч. ред. В. В. Лапа. – Гродно, 2011. – С. 206–216.
3. Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Г. Гусаков [и др.]; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) / Нац. акад. наук Беларуси. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск: Белорусская наука, 2020. – С. 414–416.
4. Системы применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / М. В. Рак [и др.]; РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». – Минск, 2006. – 28 с.

УДК 633.11:631.67.03

Влияние вариантов магнитной обработки поливной воды на сельскохозяйственные культуры

А. В. Клочков, доктор технических наук, О. Б. Соломко, кандидат с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 10.09.2021)

В статье анализируются возможности использования магнитных устройств для изменения свойств воды, которая может эффективно использоваться в системах полива и орошения различных сельскохозяйственных культур. Данный технологический прием наиболее приемлем при возделывании растений в условиях защищенного грунта, но может применяться и для полевых систем орошения. При этом параметры и конструкция устройств для омагничивания воды оказывают существенное влияние на развитие и урожайность возделываемых растений. Исследование 10 различных вариантов использования постоянных магнитов позволило установить преимущества при выращивании различных сельскохозяйственных культур с улучшением итоговых показателей при более высоких параметрах магнитной индукции и увеличении зоны действия магнитного поля на подаваемую воду.

Введение

Перспективным направлением повышения урожайности сельскохозяйственных культур является использование при поливе растений омагниченной воды. Данная технология характеризуется экологичностью и относительно невысокими затратами на ее реализацию. Многими отечественными и зарубежными исследователями установлено, что магнитная обработка изменяет параметры воды [1–11]:

- микроскопические электронные характеристики;
- молекулярный состав;
- атомное строение;
- поверхностное натяжение;

The article analyzes the possibilities of using magnetic devices to change the properties of water, which can be effectively used in irrigation and irrigation systems of various crops. This technological reception is most appropriate when cultivating plants in the conditions of protected soil, but can also be applied for field irrigation systems. In this case, the parameters and design of water metering devices have a significant impact on the development and yield of cultivated plants. A study of 10 different options for using permanent magnets made it possible to establish advantages in the cultivation of various crops with achievement in the best embodiments of the final indicators with higher parameters of magnetic induction and increasing the zone of the magnetic field to the supplied water.

- вязкость;
- электропроводность;
- кислотность pH.

Изучались возможности использования омагниченной воды в различных сферах практической деятельности: теплоэнергетике, строительстве, медицине, животноводстве [12–15]. Рассматривая влияние магнитного поля на воду, необходимо представить себе упорядоченное движение молекул в результате данного воздействия. Было доказано, что вода, которая проходит через постоянный источник силового поля, становится структурированной. Химические реакции, происходящие внутри жидкости, ускоряются в несколько раз, хотя сущность этих явлений пока точно не выяснена. В. И. Классен [16], известный