

УДК 633.13:631.84:581.14.04:631.81.095.337

А. Р. ЦЫГАНОВ¹, И. Р. ВИЛЬДФЛУШ², М. А. ЛЕЩИНА²

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНОГО И РАЗДЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
КАС С РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА И МИКРОУДОБРЕНИЯМИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
ОВСА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

¹Президиум НАН Беларуси,

²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Поступила в редакцию 20.05.2009)

Для продовольственной безопасности страны необходимо обеспечить высокий уровень продуктивности сельскохозяйственных культур при оптимальном качестве продукции, сохранении или улучшении агроэкологических показателей окружающей среды. По имеющимся расчетам, для удовлетворения потребностей республики в зерне всех видов его валовые сборы необходимо довести до оптимальных – 10 млн т в год, а урожайность – до 40 ц/га [1].

Одним из вопросов, требующим дальнейшего изучения, при выращивании зерновых культур по интенсивным технологиям является раздельное внесение удобрений, гербицидов, фунгицидов и регуляторов роста, что вызывает необходимость в многократных проходах по посевам техники, и, следовательно, уплотнения почвы, дополнительные затраты. Совмещение операций по внесению удобрений и средств защиты растений позволяет избежать этого и добиться повышения эффективности применяемых средств [2].

Большая роль в повышении продуктивности и улучшении качества сельскохозяйственных культур принадлежит регуляторам роста, поскольку в исключительно малых концентрациях они способны стимулировать прорастание семян, рост и развитие растений, повышать устойчивость к стрессовым условиям произрастания [3].

Использование регуляторов роста в исключительно малых дозах имеет большое экологическое значение. Уже обнаружено около 5000 соединений химического, микробного и растительного происхождения, обладающих регуляторным действием, но в мировой практике используется только около 50 [4].

При применении интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур роль регуляторов роста растений значительно возросла. Для более эффективного использования имеющихся ресурсов требуется комплексное применение всех средств химизации: удобрений, пестицидов и регуляторов роста растений при оптимальном их соотношении [5].

Доказано положительное влияние микроэлементов на показатели структуры урожая растений, обеспечивающих повышение урожайности. Они способны ускорять появление всходов, развитие растений, цветение и созревание плодов [6]. Под влиянием микроэлементов повышается устойчивость растений к болезням и вредителям, прочность стеблей. Положительное влияние микроэлементы оказывают на устойчивость к засухе, к резким перепадам температур [7].

Внесение повышенных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений сдвигает ионное равновесие почвенного раствора часто в сторону, не благоприятную для поглощения микроэлементов, что увеличивает потребность в микроудобрениях. На почвах с низким содержанием микроэлементов внесение микроудобрений может повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 10–15% и более. Микроудобрения положительно влияют на накопление белков и углеводов, существенно улучшая качество растениеводческой продукции [8].

Комплексное использование КАС и средств защиты растений возможно, если оптимальные сроки применения удобрений и препаратов для борьбы с вредителями, возбудителями болезней, сорняками совпадают. Но имеются данные, свидетельствующие, что при совместном использовании КАС с пестицидами и/или регуляторами роста возможно усиление фитотоксичности препаратов, которая может вызвать ожоги листовых пластинок при повышенных дозах КАС, а также при внесении баковых смесей в поздние фазы развития культур [9].

Цель настоящих исследований – изучить действие комплексных микроудобрений и регуляторов роста растений при совместном и раздельном внесении с КАС на урожайность и качество зерна овса, агрономическую и экономическую эффективность применения средств химизации.

Объекты и методы исследований. Исследования с овсом сорта Стрелец проводили в 2006–2008 гг. на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Почва опытного участка характеризовалась низким и недостаточным содержанием гумуса (1,3–1,6%), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (175–235 мг/кг), повышенной обеспеченностью подвижным калием (200–240 мг/кг), слабокислой и близкой к нейтральной ($\text{pH}_{\text{КСИ}} 6,0\text{--}6,3$) реакцией почвы.

Предшественник овса – бобово-злаковая смесь. Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 39,5 м², повторность вариантов – четырехкратная. Посев овса осуществляли сеялкой RAU при норме высева 5,5 млн /га всхожих семян во II–III декаде апреля.

В опытах применялись: мочевины (46% N), КАС (30% N), аммофос (10% N и 50% P₂O₅) и хлористый калий (60% K₂O).

Химическую прополку овса проводили в фазу кущения препаратом линтур в дозе 150 г/га.

Регуляторы роста эпин (24-эпибрасинолид) в дозе 20 мг/га и экосил (5% в. э. тритерпеновых кислот, экстракт хвои пихты сибирской) в дозе 75 мл/га применяли раздельно и в составе баковых смесей в фазу начала выхода в трубку.

Комплексное микроудобрение на основе хелатов (Республика Беларусь) витамин-3, содержащее в 1 л раствора 220 г MgSO₄·7 H₂O, 20 г H₃BO₃, 20 г ZnSO₄·7 H₂O, 120 г MnSO₄·4 H₂O, 260 г CuSO₄·5 H₂O, 10 г (NH₄)₆Mo₇O₂₄, 120 г FeSO₄·7 H₂O, 10 г соли Мора (NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6 H₂O, 50 мл гидрогуматы, применяли в фазе начала выхода в трубку. Также для некорневой подкормки применяли жидкое комплексное удобрение эколист-3 (Экоплон, Польша) в дозе 3 л/га (N – 10,5%, K₂O – 5,1, MgO – 2,5, B – 0,38, Cu – 0,45, Fe – 0,07, Mn – 0,05, Mo – 0,0016, Zn – 0,19%).

Овес возделывали в соответствии с агротехническими требованиями для условий Могилевской области. Учет урожая производили сплошным методом. Урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [10]. Площадь листьев овса определяли в фазы кущения, конец выхода в трубку, колошения и молочно-восковой спелости по общепринятой методике [11]. Общий азот определяли после мокрого озоления методом Кьельдаля, сырой белок – расчетным путем (умножением содержания общего азота на коэффициент 5,7) [12].

Результаты и их обсуждение. Наименьшая площадь листовой поверхности в среднем за 2006–2008 гг. была в контрольном (без удобрений) и в фоновом вариантах с пониженной дозой азотных удобрений (N₁₄). При применении полной дозы минеральных удобрений (N₇₀P₆₀K₉₀) и некорневой подкормки жидким азотным удобрением КАС (N₂₀) наблюдалось увеличение площади листьев (табл. 1).

Варианты, где применялся регулятор роста эпин, имели более высокие значения площади листьев, чем вариант без применения данного препарата. Действие же эпина в составе баковой смеси с КАС и раздельно с КАС по влиянию на площадь листовой поверхности было равнозначным.

В вариантах с применением экосила и витамин-3 в фазах колошения и молочно-восковой спелости было отмечено увеличение площади листьев по сравнению с фоном. Совместное внесение вышеуказанных препаратов с КАС способствовало возрастанию площади листовой поверхности.

Т а б л и ц а 1. Влияние комплексного применения КАС с регуляторами роста и микроудобрениями на величину площади листовой поверхности овса, среднее за 2006–2008 гг.

Вариант опыта	Площадь листовой поверхности по фазам развития, тыс. м ² /га			
	кущение	выход в трубку	колошение	молочно-восковая спелость
I. Без удобрений	14,3	24,1	32,8	21,4
II. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	15,2	31,1	37,6	24,5
III. N ₇₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₂₀ КАС (фон)	18,3	41,8	50,6	30,2
IV. Фон + эпин	19,2	44,1	55,9	32,9
V. Фон с эпином	18,5	44,0	55,3	32,5
VI. Фон + экосил	19,0	43,6	55,0	33,0
VII. Фон с экосилом	19,2	44,0	57,4	35,5
VIII. Фон + витамар–3	19,5	44,4	53,7	30,9
IX. Фон с витамаром–3	19,2	45,8	57,5	32,7
X. Фон + эколист–3	19,4	43,8	56,3	35,5
XI. Фон с эколистом–3	19,0	45,3	57,8	35,9
НСР _{0,05}	1,6	2,0	2,2	1,8

Применение удобрения эколист–3 вызывало увеличение площади листьев овса по сравнению с вариантом без данного препарата. Однако совместное его внесение с КАС по действию на площадь листовой поверхности было равнозначно разделному их применению.

Наибольшая площадь листовой поверхности в фазу колошения зафиксирована в варианте с применением баковой смеси КАС с эколистом–3 в фазу выхода в трубку. В этом варианте опыта отмечена и максимальная урожайность зерна овса.

При применении N₁₄P₆₀K₉₀ урожайность зерна овса в среднем за годы исследований по сравнению с неудобренным контролем возросла на 9,8 ц/га, а при внесении N₇₀₊₂₀P₆₀K₉₀ – на 20,5 ц/га (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Влияние разделного и совместного применения КАС с регуляторами роста и микроэлементами на урожайность зерна овса

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК, кг зерна
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	средняя		
I. Без удобрений	23,4	31,3	39,0	31,2	–	–
II. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	34,2	43,4	48,3	41,0	9,8	6,0
III. N ₇₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₂₀ КАС (фон)	38,7	49,3	67,3	51,7	20,5	8,5
IV. Фон + эпин	43,7	52,2	72,3	56,1	24,9	10,4
V. Фон с эпином	44,5	52,3	70,2	55,7	24,5	10,2
VI. Фон + экосил	43,2	51,8	70,6	55,2	24,0	10,0
VII. Фон с экосилом	44,4	55,3	73,6	57,8	26,6	11,1
VIII. Фон + витамар–3	43,8	52,1	71,1	55,7	24,5	10,2
IX. Фон с витамаром–3	45,3	53,4	72,8	57,2	26,0	10,8
X. Фон + эколист–3	44,3	54,8	74,0	57,7	26,5	11,0
XI. Фон с эколистом–3	43,6	56,7	75,1	58,4	27,2	11,3
НСР _{0,05}	1,4	1,5	1,6	–	–	–

Под действием регулятора роста эпин в среднем за три года на фоне N₇₀P₆₀K₉₀ + N₂₀ как при совместном, так и разделном внесении с КАС урожайность зерна овса возросла на 4,0 и 4,4 ц/га соответственно.

При совместном применении экосила с КАС урожайность зерна овса увеличилась на 2,6 ц/га по сравнению с разделным их внесением, а по сравнению с фоновым вариантом – на 6,1 ц/га. Эффективным было совместное применение витамара с КАС. Урожайность в среднем за три года в данном варианте возросла по сравнению с фоном на 5,5 ц/га и составила 57,2 ц/га, что на 1,5 ц/га больше, чем при разделном их применении.

Максимальная урожайность зерна овса в среднем за годы исследований отмечена в вариантах с совместным внесением КАС с экосилом и эколистом–3 – 57,8 и 58,4 ц/га. При раздельном применении эколиста–3 и КАС также отмечена высокая урожайность – 57,7 ц/га.

Наибольшая окупаемость 1 кг NPK кг зерна в среднем за три года была отмечена в варианте $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС с эколистом–3 – 11,3 кг, по сравнению с фоном она возросла на 2,8 кг.

Содержание сырого белка в зерне в среднем за годы исследований наибольшим было в варианте $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС + эколист–3 и $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС с витамаром–3, которое составило 11,3 и 11,2% соответственно (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Влияние регуляторов роста и микроэлементов на качество зерна овса, среднее за 2006–2008 гг.

Вариант опыта	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Масса 1000 зерен, г
I. Без удобрений	8,8	2,8	30,1
II. $N_{14}P_{60}K_{90}$	9,1	3,7	31,7
III. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС (фон)	9,4	4,9	31,9
IV. Фон + эпин	11,1	6,2	32,3
V. Фон с эпином	10,8	6,0	33,2
VI. Фон + экосил	11,1	6,1	33,8
VII. Фон с экосилом	11,0	6,4	34,0
VIII. Фон + витамар–3	11,0	6,1	33,6
IX. Фон с витамаром–3	11,2	6,4	32,9
X. Фон + эколист–3	11,3	6,5	33,7
XI. Фон с эколистом–3	11,0	6,4	34,8
НСР _{0,05}	0,2		1,3

Высокое содержание сырого белка наблюдалось также при раздельном применении эпина и экосила с КАС (11,1%). Наибольший выход сырого белка (6,5 ц/га) отмечен при раздельном с КАС применении эколиста–3. При совместном с КАС применении эколиста–3, витамара–3 и экосила выход сырого белка находился на уровне 6,4 ц/га.

Самая низкая масса 1000 зерен овса в среднем за три года наблюдалась в вариантах без применения удобрений и при внесении $N_{14}P_{60}K_{90}$. Наиболее высокая она была при применении совместно с КАС эколиста–3 и экосила и составила 34,8 и 34,0 г соответственно.

Расчеты экономической эффективности показали, что в варианте $N_{14}P_{60}K_{90}$ совокупные затраты не значительно, но превысили стоимость прибавки, что не позволило получить чистый доход. Все варианты с совместным с КАС применением изучаемых препаратов имели более высокие показатели чистого дохода и рентабельности, чем при раздельном внесении с КАС (табл. 4). Максимальный чистый доход получен при применении баковой смеси КАС и комплексного удобрения эколист–3 – 379,6 тыс. руб/га.

Т а б л и ц а 4. Экономическая эффективность применения КАС с регуляторами роста и микроэлементами на овсе

Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб/га	Затраты, тыс. руб/га			Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
			приобретение и внесение удобрений	уборка и доработка дополнительной продукции	всего		
I. Без удобрений	–	–	–	–	–	–	–
II. $N_{14}P_{60}K_{90}$	9,8	278,3	271,2	9,2	280,4	–2,1	–
III. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС (фон)	20,5	582,2	349,5	19,3	368,9	213,3	57,8
IV. Фон + эпин	24,9	707,2	371,3	23,5	394,7	312,4	79,2
V. Фон с эпином	24,5	695,8	360,8	23,1	383,8	312,0	81,3
VI. Фон + экосил	24,0	681,6	367,1	22,6	389,7	291,9	75,0
VII. Фон с экосилом	26,6	755,4	356,5	25,1	381,6	373,8	98,0
VIII. Фон + витамар–3	24,5	695,8	370,1	23,1	393,1	302,7	77,0
IX. Фон с витамаром–3	26,0	738,4	359,5	24,5	384,1	354,3	92,3
X. Фон + эколист–3	26,5	752,6	377,8	24,90	402,7	349,9	86,9
XI. Фон с эколистом–3	27,2	772,5	367,3	25,6	392,9	379,6	96,6

Более высокая рентабельность (98,0, 96,6 и 92,3%) отмечена в вариантах с применением баковой смеси КАС с экосилом, эколистом–3 и витамаром–3. В варианте $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС без применения изучаемых препаратов рентабельность составила 57,8%.

Выводы

1. Наибольшая площадь листовой поверхности овса в фазе колошения (57,4–57,8 тыс. м²/га) отмечена в вариантах с совместным внесением N_{20} КАС с регулятором роста экосило, комплексными микроудобрениями витамар–3 и эколист–3 на фоне $N_{70}P_{60}K_{90}$.

2. Совместное внесение регулятора роста экосил с КАС усиливало его действие. При раздельном внесении экосила с КАС прибавка урожайности зерна овса на фоне $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС составила 3,5 ц/га, а при совместном – 6,1 ц/га.

3. Эффективность некорневых подкормок комплексным удобрением витамар–3 при совместном внесении с КАС возрастала и прибавка урожайности зерна к фону $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС при раздельном применении витамара с КАС составила 4,0, при совместном – 5,5 ц/га.

4. Применение некорневых подкормок комплексным микроудобрением эколист–3 совместно и раздельно с КАС по действию было на одном уровне и повышало по сравнению с фоном урожайность зерна овса на 6,0–6,7 ц/га.

5. Максимальная урожайность зерна овса, выход сырого белка с 1 га, чистый доход при высоком уровне рентабельности наблюдались при внесении $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС с эколистом–3 и $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС с экосилом.

6. Применение баковых смесей КАС с эколистом–3, витамаром–3 и экосилом повышало чистый доход на 29,7–81,9 тыс. руб., а уровень рентабельности – на 6,8–23,0% по сравнению с раздельным применением препаратов.

Литература

1. Шапиро, С. Б. Актуальные проблемы агропромышленного комплекса республики / С. Б. Шапиро // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. наук. – 2008. – № 4. – С. 20–27.
2. Груздев, Г. С. Эффективность баковых смесей пестицидов с азотными удобрениями / Г. С. Груздев, К. В. Дейков // Земледелие. – 1992. – № 6. – С. 27–28.
3. Прусакова, Л. Д. Применение brassinosteroidов в экстремальных для растений условиях / Л. Д. Прусакова, С. И. Чицова // Агрехимия. – 2005. – № 7. – С. 87–94.
4. Шевелуха, В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе / В. С. Шевелуха. – М.: Колос, 1992. – С. 430–472.
5. Шевелуха, В. С. Регуляторы роста растений / В. С. Шевелуха, И. К. Блиновский. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 6–35.
6. Дорожкин, Н. А. Влияние микроэлементов на повышение урожая картофеля и его устойчивости к болезням / Н. А. Дорожкин, А. И. Кустова // Земледелие. – 1956. – № 6. – С. 27–31.
7. Окунцов, М. М. Влияние меди на водный режим и повышение засухоустойчивости растений / М. М. Окунцов, О. П. Левцова // Науч. тр. Томск. гос. ун-та. – 1952. – Т. 117. – С. 168–180.
8. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск: БелНИИПА, 2002. – 184 с.
9. Гейтманец, А. Я. Использование жидких удобрений с алироком / А. Я. Гейтманец, С. М. Крамарев, А. М. Носенко // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 6. – С. 54–55.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: учебник / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – С. 311–317.
11. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 113–119.
12. Практикум по агрохимии: учеб. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша. – Минск: Ураджай, 1998. – 270 с.

A. R. TSYGANOV, I. R. VILDFLUSH, M. A. LIASHCHYNA

EFFICIENCY OF COMPLEX AND SEPARATE APPLICATION OF CAS (MIXTURE OF CARBAMIDE AND AMMONIUM SALTPETER SOLUTION, 30% N) WITH GROWTH REGULATORS AND MICROFERTILIZERS AT CULTIVATION OF OATS ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAM SOIL

Summary

The article presents the three-year research results on the efficiency of combination of operations of introducing growth regulators and complex microfertilizers being applied separately and jointly with CAS (mixture of carbamide and ammonium saltpeter solution, 30% N) on oats. The action of the studied preparations on qualitative and quantitative parameters of crops is estimated: the area of a sheet surface, productivity, payback of fertilizers, weight of 1000 grains, maintenance and yield of crude protein. The calculations of the net profit and the profitability level have revealed that joint entering CAS with the studied preparations is more preferable in comparison with separate one, which is caused by the growth of the analyzed indicators.