

УДК 631.82 : 631.445.24

Г. В. Пироговская, И. М. Богдевич, В. И. Сороко, А. М. Русалович,  
О. Е. Шаковец, О. П. Сазоненко, А. С. Силкова, Г. В. Наумова,  
Т. Ф. Овчинникова, Н. А. Жмакова, Н. Л. Макарова, В. А. Хрипач

## ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

*Представлены результаты исследований по оценке эффективности применения регуляторов роста растений из природного сырья для некорневой обработки клеверно-злаковых смесей, их влияния на урожайность и содержание радионуклидов в сене.*

Использование регуляторов роста растений в технологии выращивания сельскохозяйственных культур является малозатратным приемом, обеспечивающим повышение их урожайности и улучшение качества целевой продукции [1, 5].

К сожалению, многие регуляторы роста, поступающие на международный рынок, относятся к продуктам глубокого химического синтеза, а поэтому они небезопасны для окружающей среды и здоровья человека. Особенно опасно применение таких препаратов на почвах, содержащих повышенное количество радионуклидов, учитывая, что при их совместном воздействии на живые организмы проявляется эффект синергизма. Так, на землях, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, ограничено применение некоторых пестицидов и регуляторов роста растений [2]. Следовательно, земледелие в указанных зонах нуждается в биологически активных препаратах, благоприятно влияющих на качественные показатели выращиваемой продукции и, в первую очередь, по содержанию в ней радионуклидов.

Значительный научный интерес представляет исследование в этих регионах эффективности регуляторов роста растений природного происхождения, полученных в ИГИПРЭ НАН Беларуси на основе гумуссодержащего сырья — торфа (препарат — Гидрогумат), ростков солода (препарат Мальтамин) и лузги гречневой (препарат Феномелан), а также регулятора роста растений Эпин, полученного в ИБОХ НАН Беларуси.

Гидрогумат — продукт гидролитической деструкции торфа, в составе которого содержатся активизированные гуминовые кислоты, меланоидины, пектины, карбоновые кислоты и другие биологически активные соединения [4].

Мальтамин — продукт ступенчатого гидролиза ростков солода, основным действующим веществом которого являются меланоидины, органические кислоты и широкий спектр аминокислот [6].

Феномелан — продукт двухступенчатого гидролиза лузги гречневой, содержит биологически активные природные меланины, меланоиди-

ны, аминокислоты, карбоновые и фенолкарбоновые кислоты.

Эпин — фитогормон, относящийся к классу brassinosterоидов. Обладает способностью в чрезвычайно низких дозах стимулировать рост и развитие растений.

Препараты всесторонне исследованы НИИСГ МЗ РБ с точки зрения токсикологии. Установлено, что они относятся к малоопасным химическим композициям (4 класс опасности). Препараты не обладают мутагенными и потенциальными канцерогенными свойствами, не проявляют аллергенного действия, не накапливаются в организме животных, а их рабочие растворы не вызывают раздражения или ожогов живых тканей.

Гидрогумат, мальтамин, феномелан как регуляторы роста прошли испытания на основных культурах региона (картофель, зерновые и овощные) в Беларуси, а также в России, Украине, Молдове, Туркмении, Узбекистане — на рисе, хлопчатнике, сахарной свекле.

Учитывая экологическую безопасность этих препаратов для окружающей среды и здоровья человека, Государственная комиссия по химическим средствам защиты растений Республики Беларусь рекомендовала их для применения на землях, загрязненных радионуклидами с плотностью свыше 15 Ки/км<sup>2</sup>.

Известно, что различные сельскохозяйственные культуры чутко реагируют на воздействие гуматов, а именно: при внесении гуматсодержащих соединений в почву, в чистом виде или в составе минеральных удобрений, активизируется корнеобразование у проростков и обеспечивается ускоренное развитие растений, повышается урожайность сельскохозяйственных культур и устойчивость растений к высоким дозам минеральных удобрений, снижается миграционная способность ионов, в том числе и радионуклидов и пестицидов, а также уменьшается нитратонакопление в сельскохозяйственной продукции.

Внекорневые обработки регуляторами роста растений на основе торфа и растительного сырья также способствуют повышению урожай-

ности сельскохозяйственных культур и улучшению качества конечной продукции: увеличению содержания белка, крахмала, витаминов, снижению количества нитратов [6].

Среди множества факторов, влияющих на поступление радионуклидов в растения, биологически активные препараты относятся к наименее изученным.

Как известно, значительное место среди сельскохозяйственных культур, выращиваемых на территориях с повышенным уровнем радиации, занимают многолетние травы. Однако систематических исследований по оценке действия различных регуляторов роста растений, полученных на основе природного или растительного сырья, при некорневой обработке клеверо-злаковых смесей на «загрязненных» территориях не проводилось.

Целью настоящей работы являлось изучение эффективности применения некорневых подкормок регуляторами роста на основе природного сырья клеверо-злаковых смесей (клевер луговой, тимофеевка, ежа сборная) с последующей оценкой урожайности и содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в сене.

Исследования проводили на дерново-подзолистой временно избыточно увлажняемой супесчаной почве, развивающейся на связных супесях, подстилаемых с глубины 0,45 м моренными суглинками (КСУП «Новоселки» Ветковского района Гомельской области).

Агрохимические показатели пахотного горизонта перед закладкой опытов следующие: pH в KCl 5,7–6,3, содержание  $P_2O_5$  – 287–313 и  $K_2O$  – 315–324 мг/кг почвы (по Кирсанову), содержание гумуса (по Тюрину) – 1,85 %. Плотность загрязнения почвы по цезию-137 – 10,6–12,8 Ки/км<sup>2</sup>, по стронцию-90 от 0,40 до 0,60 Ки/км<sup>2</sup>. Эффективность регуляторов роста растений изучалась на фоне внесения стандартных,

фосфорных (аммонизированный суперфосфат) и калийных (гранулированный хлористый калий) удобрений. Азотные удобрения под клеверо-злаковые смеси не вносились.

Погодные условия в период вегетации многолетних трав в 2001 и 2002 г. существенно различались как по количеству выпавших осадков, так и температурным условиям. Количество атмосферных осадков за время вегетации многолетних трав (с апреля по сентябрь) выпало в 2001 г. – 641 мм, в 2002 г. – 221,9, при среднемноголетнем – 327 мм. Сумма температур воздуха выше 5–10 °С за этот период составила в 2001 г. – 2783,9, в 2002 г. – 3134,4, при среднемноголетнем – 2565 °С, что соответственно на 8,5 и 22,2 % выше среднемноголетних. Вегетационный период 2001 г. характеризовался как влажный (гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову равен 2,30), 2002 г. – засушливый (ГТК = 0,71), при среднемноголетнем ГТК = 1,27.

Результаты исследований показывают, что в условиях влажного года достоверная прибавка (2,8–3,3 ц/га) сена клеверо-злаковых смесей (клевер 70 % + тимофеевка 30 %) в сумме по двум укосам трав получена при некорневой обработке посевов регуляторами роста растений Эпин, Мальтамин и Гидрогумат на фоне фосфорно-калийных удобрений, по сравнению с вариантами без обработки регуляторами роста растений (табл. 1).

В условиях засушливого года обработка посевов клеверо-злаковых смесей первого года пользования (клевер 60 % + ежа сборная 40 %) регуляторами роста растений различной природы и происхождения не привела к достоверному увеличению урожая сена. На травах второго года пользования максимальное увеличение урожайности сена трав (2,1–2,6 ц/га) получено при обработке трав Мальтамином и Гидрогуматом (табл. 1).

Таблица 1

Влияние различных регуляторов роста растений на урожайность сена клеверо-злаковых смесей

Вариант	Урожайность, ц/га							
	2001 г.				2002 г.			
	1-й укос	2-й укос	сумма	прибавка, ц/га	1-й укос	прибавка, ц/га	1-й укос	прибавка, ц/га
	травы 1-го года пользования				травы 1-го года пользования		травы 2-го года пользования	
Контроль без удобрений	42,8	13,8	55,7	–	40,4	–	36,4	–
$P_{60}K_{120}$ (фон)	47,6	14,2	61,8	–	53,3	–	41,5	–
$P_{60}K_{120}$ + Эпин	49,7	14,9	64,6	2,8	54,8	1,5	43,2	1,7
$P_{60}K_{120}$ + Феномелан	48,9	14,6	63,6	1,8	55,3	2,0	43,3	1,8
$P_{60}K_{120}$ + Мальтамин	50,7	15,2	64,9	3,1	53,7	0,4	44,1	2,6
$P_{60}K_{120}$ + Гидрогумат	50,1	15,0	65,1	3,3	55,4	2,1	43,6	2,1
НСР <sub>0,05</sub>	2,65	0,92	2,19	–	2,37	–	2,04	–

При некорневых обработках регуляторами роста растений (Эпин, Феномелан, Мальтамин, Гидрогумат) клеверо-злаковых смесей в условиях влажного года наблюдалась тенденция снижения в сене клевера лугового первого укоса удельной активности по Cs-137 на 5–14 %, соответственно в сене клевера второго укоса – на 8 % только при внесении Эпина по сравнению с вариантами без обработки регуляторами роста растений.

В засушливом году в сене клевера как первого, так и второго года пользования первого укоса некорневые обработки регуляторами роста

растений способствовали снижению цезия-137 на 9–37 % (табл. 2).

В годы исследований при некорневых обработках регуляторами роста растений (Эпин, Феномелан, Мальтамин и Гидрогумат) клеверо-злаковых смесей выявлено снижение удельной активности стронция-90 в сене клевера лугового первого укоса от 6 до 27 % в зависимости от регулятора роста растений, в сене второго укоса (2001 г.) содержание стронция-90 во всех вариантах опыта находилось примерно на одном уровне (табл. 3).

Таблица 2

Влияние некорневых обработок регуляторами роста растений на снижение загрязнения цезием-137 сена клевера лугового на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Удельная активность сена клевера, Бк/кг							
	2001 г.				2002 г.			
	клевер 1-го года пользования		клевер 2-го года пользования		клевер 1-го года пользования		клевер 2-го года пользования	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Бк/кг	+, -, % к фону	Бк/кг	+, -, % к фону	Бк/кг	+, -, % к фону	Бк/кг	+, -, % к фону	
Контроль без удобрений	93	–	100	–	130	–	140	–
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> (фон)	76	–	85	–	117	–	148	–
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Эпин	70	-7,9	78	-8,2	94	-19,7	114	-23,0
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Феномелан	65	-14,5	84	-1,2	102	-12,8	124	-16,2
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Мальтамин	68	-10,5	89	+4,7	106	-9,4	93	-37,2
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Гидрогумат	72	-5,3	88	+3,5	102	-12,8	95	-35,8
HCP <sub>0,05</sub>	8,1	10,7	9,2	10,8	14,0	10,3	19,1	12,9

Таблица 3

Влияние некорневых обработок регуляторами роста растений на снижение загрязнения стронцием-90 сена клевера лугового на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Удельная активность сена клевера, Бк/кг							
	2001 г.				2002 г.			
	клевер 1-го года пользования		клевер 2-го года пользования		клевер 1-го года пользования (1 укос, поле 2)		клевер 2-го года пользования (1 укос, поле 1)	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Бк/кг	+, -, % к фону	Бк/кг	+, -, % к фону	Бк/кг	+, -, % к фону	Бк/кг	+, -, % к фону	
Контроль без удобрений	239	–	241	–	199	–	249	–
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> (фон)	194	–	218	–	172	–	222	–
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Эпин	174	-10,3	218	0	157	-8,7	175	-21,2
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Феномелан	167	-13,9	214	-1,8	135	-21,5	207	-6,7
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Мальтамин	173	-10,8	216	-0,9	161	-6,4	189	-14,9
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Гидрогумат	162	-16,5	198	-9,2	141	-18,0	162	-27,0
HCP <sub>0,05</sub>	8,9	4,6	9,5	4,4	19,0	11,0	25,0	13,2

Установлено, что на дерново-подзолистой супесчаной почве при некорневых обработках различными регуляторами роста растений злаковых трав наблюдалась лишь тенденция снижения поступления <sup>137</sup>Cs в сено тимофеевки на 9–12 % от применения Эпина и Гидрогумата, а на еже сборной – на 10–14 % при использовании

Мальтамина и Гидрогумата, по сравнению с вариантами без обработки регуляторами роста растений (табл. 4). Содержание <sup>90</sup>Sr в сене злаковых трав при некорневых обработках регуляторами роста растений уменьшалось от 12 до 33 % (табл. 5).

Таблица 4

Влияние некорневых обработок регуляторами роста растений на снижение загрязнения цезием-137 сена злаковых трав на дерново-подзолистой супесчаной почве в 2002 г.

Вариант	Удельная активность сена, Бк/кг			
	1-й укос	+, -, % к фону	1-й укос	+, -, % к фону
	тимopheевка		ежа	
Контроль без удобрений	108	—	149	—
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> (фон)	105	—	133	—
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Эпин	96	-8,6	129	-3,0
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Феномелан	103	-1,9	134	+0,7
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Мальтамин	100	-4,8	120	-9,8
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Гидрогумат	92	-12,3	114	-14,3
HCP <sub>0,05</sub>	14,7	14,0	20,7	15,6

Таблица 5

Влияние некорневых обработок регуляторами роста растений на снижение загрязнения стронцием-90 сена злаковых трав на дерново-подзолистой супесчаной почве в 2002 г.

Вариант	Удельная активность сена, Бк/кг			
	1-й укос	+, -, % к фону	1-й укос	+, -, % к фону
	тимopheевка		ежа	
Контроль без удобрений	62	—	80	—
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> (фон)	64	—	57	—
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Эпин	53	-17,2	50	-12,3
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Феномелан	50	-21,9	38	-33,3
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Мальтамин	49	-23,4	45	-21,1
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Гидрогумат	55	-14,1	41	-28,1
HCP <sub>0,05</sub>	10,1	15,8	5,8	10,2

Приведенные результаты исследований позволяют заключить следующее:

- тенденция уменьшения (на 7–8 %) удельной активности сена клевера лугового по цезию-137 отмечена во влажный год от регуляторов роста Эпин и Феномелан, в засушливый – на 13–37 % от Эпина, Феномелана, Мальтамина и Гидрогумата, соответственно по стронцию-90 – на 6–27 %, по сравнению с вариантами без внесения регуляторов роста растений;

- уменьшение содержания цезия-137 в сене тимopheевки на 9–12 % наблюдалось при внесении Эпина и Гидрогумата, а в сене ежи сборной на 10–14 % от Мальтамина и Гидрогумата. Все применяемые регуляторы роста расте-

ний способствовали снижению удельной активности стронция-90 от 12 до 33 % в сене злаковых трав.

- при некорневых обработках посевов клеверо-злаковых смесей различными регуляторами роста растений (Эпин, Феномелан, Мальтамин и Гидрогумат) на дерново-подзолистой супесчаной почве в различные по степени увлажнения годы наблюдается тенденция увеличения урожайности сена от 1,5 до 3,3 ц/га;

- чистый доход при некорневой обработке многолетних трав регуляторами роста растений составил от 3 до 10 долларов США на гектар в зависимости от применяемого препарата.

#### Литература

1. Гуминовые вещества в биосфере // Под ред. Д. С. Орлова. М., 1993.
2. Каталог пестицидов, разрешенных для применения в Республике Беларусь на 2000–2010 гг. / Сост. А. В. Бутько и др. Мн., 2000.
3. Наумова Г. В., Кособокова Р. В., Косоногова Л. В. Гуминовые препараты и технологические приемы их получения // Гуминовые вещества в биосфере. М., 1993. С. 178–189.
4. Овчинникова Т. Ф. Обоснование и разработка технологических приемов гидролитической деструкции торфа с получением регуляторов роста: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Мн., 1996.
5. Понаморенко С. П. Регуляторы роста растений на основе N-оксида производных пиридина. Киев, 1999.
6. Хрипович А. А. Технологические основы совместной гидролитической деструкции торфа и гемицеллюлозосодержащего сырья с получением регулятора роста растений: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Мн., 2000.