

ДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

D. N. Nesterov, E. M. Nesterova,
A. A. Gromakov, V. V. Turchin

THE EFFECT OF GROWTH REGULATORS AND MINERAL FERTILIZERS
ON CORN PRODUCTIVITY IN THE CHERNOZEM OF ROSTOV REGION

Нестеров Дмитрий Николаевич – асп. каф. агрохимии и экологии им. профессора Е.В. Агафонова Донского государственного аграрного университета, Ростовская обл., Октябрьский р-н, п. Персиановский.

E-mail: nester04ez@gmail.com

Нестерова Екатерина Михайловна – асп. каф. агрохимии и экологии им. профессора Е.В. Агафонова Донского государственного аграрного университета, Ростовская обл., Октябрьский р-н, п. Персиановский.

E-mail: katiuha1993@yandex.ru

Громаков Антон Александрович – канд. с.-х. наук, доц. каф. агрохимии и экологии им. профессора Е.В. Агафонова Донского государственного аграрного университета, Ростовская обл., Октябрьский р-н, п. Персиановский.

E-mail: agromakow@rambler.ru

Турчин Владимир Валерьевич – канд. с.-х. наук, доц., зав. каф. агрохимии и экологии им. профессора Е.В. Агафонова Донского государственного аграрного университета, Ростовская обл., Октябрьский р-н, п. Персиановский.

E-mail: vl.turchin@mail.ru

Nesterov Dmitry Nikolaevich – Post-Graduate Student, Chair of Agrochemistry and Ecology named after Professor E. V. Agafonov, Don State Agrarian University, Rostov Region, Oktyabrsky District, S. Persianovsky.

E-mail: nester04ez@gmail.com

Nesterova Ekaterina Mikhaylovna – Post-Graduate Student, Chair of Agrochemistry and Ecology named after Professor E. V. Agafonov, Don State Agrarian University, Rostov Region, Oktyabrsky District, S. Persianovsky.

E-mail: katiuha1993@yandex.ru

Gromakov Anton Alexandrovich – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agrochemistry and Ecology named after Professor E. V. Agafonov, Don State Agrarian University, Rostov Region, Oktyabrsky District, S. Persianovsky.

E-mail: agromakow@rambler.ru

Turchin Vladimir Valeryevich – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Agrochemistry and Ecology named after Professor E. V. Agafonov, Don State Agrarian University, Rostov Region, Oktyabrsky District, S. Persianovsky.

E-mail: vl.turchin@mail.ru

Цель исследования – оценка эффективности отдельного и совместного применения традиционных средств химизации и регуляторов роста на посевах кукурузы на зерно в условиях Ростовской области. Полевые опыты проводились на районированном в регионе среднераннем гибриде кукурузы Краснодарский 291 АМВ в Азовском районе Ростовской области. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Агрохимическая характеристика почвы: содержание гумуса в пахотном слое – 3,11 %; рН солевой вытяж-

ки – 7,2; валовое содержание азота – 0,235 %; содержание подвижного фосфора – от 20,3 до 21,8 мг/кг; обменного калия – от 285,3 до 305,6 мг/кг. Полевой опыт – двухфакторный с расщеплением делянок. Фактор А включает три варианта с минеральными удобрениями: 1 – контроль (без удобрений); 2 – сульфоаммофос $N_{50}P_{50}S_{20}$; 3 – азофоска $N_{50}P_{50}K_{50}$. Фактор В включает 7 вариантов с применением регуляторов роста посредством обработки семян (*) и однократной некорневой подкормки (**): 1 – контроль (без агрохимиката); 2 – монокалийфосфат ($1,0 \text{ кг/м}^* + 1,0 \text{ кг/га}^{**}$); 3 – «Аквамикс

СТ» (0,1 кг/м* + 0,5 кг/га**); 4 – «Экстрасол» (1,0 л/м* + 1,0 л/га**); 5 – «Мизорин» (0,5 л/м* + 0,5 л/га**); 6 – «Росток» (0,5 л/м* + 0,5 л/га**); 7 – «Боро-Н» + хелат Zn + хелат Mn + магний сернокислый (0,5 л/га**+0,25 кг/га**+0,25 кг/га** + 1 кг/га**). В результате экспериментов установлено положительное действие совместного применения минеральных удобрений и регуляторов роста на продуктивность кукурузы. В среднем за 2 года повышение урожайности кукурузы на зерно по сравнению с контрольным вариантом составило от 0,24 до 0,80 т/га. Применение регуляторов роста «Аквамикс СТ», «Мизорин», «Экстрасол» и «Росток» было эффективнее по влиянию на урожайность кукурузы традиционных минеральных удобрений на 6–11 %. Максимальную эффективность проявило сочетание допосевного внесения азофоски N₅₀P₅₀K₅₀ с обработкой семян и некорневой подкормкой посева регулятором роста «Мизорин» – прибавка урожайности к контролю достигла 27,0 %.

Ключевые слова: регуляторы роста, кукуруза на зерно, минеральные удобрения, урожайность.

The research objective was the assessment of the efficiency of separate and combined use of traditional means of chemicalisation and growth regulators on the crops of the corn for grain in the conditions of Rostov Region. Field experiments were made on mid-early hybrid of the corn zoned in the region of Krasnodar 291 AMB in Azov area of Rostov Region. The soil of experimental site was ordinary chernozem carbonate hard loamy loessoid loam. Agrochemical characteristic of the soil was: humus content in arable layer – 3.11 %; pH of salt extract – 7.2; the gross content of nitrogen – 0.235 %; the content of mobile phosphorus – from 20.3 to 21.8 mg/kg; exchange potassium – from 285.3 to 305.6 mg/kg. Field experiment was two-factorial with allotments splitting. A factor included three options with mineral fertilizers: 1 – control (without fertilizers); 2 – sulphoammophos N₅₀P₅₀S₂₀; 3 – azophoska N₅₀P₅₀K₅₀. B factor included 7 options with growth regulators by means of processing of seeds (*) and single not root top dressing (**): 1 – control (without agrochemical); 2 – monokalyphosphate (1.0 kg/t* + 1.0 kg/hectare**); 3 – "Aquamix ST" (0,1 kg/t* + 0,5 kg/hectare**); 4 –

"Extrasol" (1,0 l/t* + 1,0 l/hectare**); 5 – "Mizorin" (0,5 l/t* + 0,5 l/hectare**); 6 – "Rostock" (0,5 l/t* + 0,5 l/hectare**); 7 – "Boro-N" + chelate Zn + chelate Mn + magnysulphate (0,5 l/hectare** + 0,25 kg/hectare** + 0,25 kg/hectare** + 1 kg/hectare**). As a result of the experiments positive influence of combined using of mineral fertilizers and growth regulators on the efficiency of the corn was found out. For 2 years the increase of the productivity of the corn for grain in comparison with control option averaged from 0.24 to 0.80 t/hectare. Using growth regulators "Aquamix ST", "Mizorin", "Extrasol" and "Rostock" was more effective in the influence on the productivity of the corn of traditional mineral fertilizers by 6–11 %. Maximum efficiency was shown by the combination pre-sowing application of azophoska N₅₀P₅₀K₅₀ to seeds processing and not root top dressing of crops by the growth regulator "Mizorin": the increase of the productivity to the control made 27.0 %.

Keywords: growth regulators, corn on grain, mineral fertilizers, yield.

Введение. Эффективным и оперативно доступным земледельцу инструментом повышения урожайности кукурузы является регулирование минерального питания растений [1–3]. Оно возможно как с помощью совершенствования системы удобрения культуры, так и посредством воздействия на метаболизм растений – так называемой биологической коррекции [4]. Поиск оптимального соотношения введения новых биогенных элементов питания в агроценоз и регулирования их использования в системе почва-растение, а также управление утилизацией минеральной пищи в самом растительном организме приобретает в последнее время острую актуальность [5].

Высокая эффективность регуляторов роста в решении обозначенных выше задач рядом исследователей объясняется ухудшением погодноклиматических условий выращивания сельскохозяйственных культур. Зачастую усиление аридности климата приводит к снижению агрономической и экономической эффективности минеральных удобрений. Сочетание относительно низкой стоимости приобретения и применения природных и синтетических росторегулирующих препаратов с высокой эффективностью закономерно

влечет расширение их ассортимента в настоящее время [6, 7].

Вместе с тем использование регуляторов роста требует высокой культуры земледелия и взвешенного их применения. Передозировка этих агрохимикатов крайне нежелательна – можно не только не получить ожидаемого эффекта, но и столкнуться с угнетением роста и развития растений. Осложняет положение крайне узкий диапазон рабочих концентраций регуляторов роста. Выход за границы этого диапазона способен трансформировать стимулирующее действие регуляторов роста в прямо противоположное – ингибирующее. Поэтому в комплексе мер совершенствования технологии возделывания кукурузы важное место должен занять поиск оптимального сочетания традиционных удобрений и регуляторов роста растений.

Цель исследования: оценка эффективности отдельного и совместного применения традиционных средств химизации и регуляторов роста на посевах кукурузы на зерно в условиях Ростовской области.

Объекты и методика исследования. Для решения поставленных задач в 2017–2018 гг. были проведены полевые эксперименты в Азовском районе Ростовской области на черноземе обыкновенном карбонатном мощном среднесуглинистом. Агрохимическая характеристика почвы: содержание гумуса в пахотном слое – 3,11 %; pH солевой вытяжки – 7,2; валовое содержание азота – 0,235 %; содержание подвижного фосфора – от 20,3 до 21,8 мг/кг; обменного калия – от 285,3 до 305,6 мг/кг.

Полевой опыт – двухфакторный с расщеплением делянок. Фактор А включает три варианта с минеральными удобрениями: 1 – контроль (без удобрений); 2 – сульфоаммофос $N_{50}P_{50}S_{20}$; 3 – азофоска $N_{50}P_{50}K_{50}$. Фактор В включает 7 вариантов с применением регуляторов роста посредством обработки семян (*) и однократной некорневой подкормки (**): 1 – контроль (без агрохимиката); 2 – монокалийфосфат ($1,0 \text{ кг/т}^* + 1,0 \text{ кг/га}^{**}$); 3 – «Аквамикс СТ» ($0,1 \text{ кг/т}^* + 0,5 \text{ кг/га}^{**}$); 4 – «Экстрасол» ($1,0 \text{ л/т}^* + 1,0 \text{ л/га}^{**}$); 5 – «Мизорин» ($0,5 \text{ л/т}^* + 0,5 \text{ л/га}^{**}$); 6 – Росток ($0,5 \text{ л/т}^* + 0,5 \text{ л/га}^{**}$); 7 – «Боро-Н» + хелат Zn + хелат Mn + магний серноокислый ($0,5 \text{ л/га}^{**} + 0,25 \text{ кг/га}^{**} + 0,25 \text{ кг/га}^{**} + 1 \text{ кг/га}^{**}$).

Объект исследования – среднеранний гибрид кукурузы Краснодарский 291 АМВ. Предшественник в опыте – озимая пшеница. Повторность опыта – четырехкратная. Площадь опытной делянки – 112 м^2 ($10 \times 11,2 \text{ м}$), учетной – 28 м^2 ($5 \times 5,6 \text{ м}$). Агротехника выращивания культуры – общепринятая для зоны. Закладка полевых опытов, наблюдения и учеты проводились согласно требованиям методики опытного дела и проведения агрохимических исследований [8, 9]. Некорневая подкормка растений проводилась в фазу 6–8 листьев ручным ранцевым опрыскивателем. Внесение минеральных удобрений осуществлялось разбрасыванием вручную под предпосевную культивацию. Уборка урожая осуществлялась методом пробных площадок по методике Госсортокмиссии РФ [10].

Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [11].

Результаты исследования. В условиях Ростовской области запас почвенной влаги зачастую выступает лимитирующим продуктивностью полевых культур фактором. В 2017 с.-х. г. годовой приход атмосферной влаги превосходил 2018 г. менее чем на 10 %, однако снабжение кукурузы на зерно доступной водой различалось радикально. В первый год исследования пополнение фонда почвенной влаги было сдвинуто на весенне-летний период (более 50 % годового прихода осадков), тогда как в 2018 г. 67 % осадков приходилось на период сентябрь-февраль. Особенно благоприятным было увлажнение почвы в 2017 г. непосредственно перед посевом и на ранних этапах развития растений. За период апрель-июнь выпало 131,9 мм дождей, что в 2,7 раза больше, чем в этот же временной промежуток годом позднее. В июле приход атмосферной влаги составлял 51,1 и 26,6 мм в 2017 и 2018 гг. соответственно, в августе 2018 г. формирование и налив зерна кукурузы проходили в условиях атмосферной засухи – выпало 2 мм дождей. Такое различие в режиме атмосферного увлажнения отразилось в варьировании продуктивности посева кукурузы по годам – на контрольном варианте урожайность кукурузы в 2017 г. была выше в 1,6 раза по сравнению с 2018 г. (табл. 1).

**Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений
на урожайность кукурузы, т/га**

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка к контролю	
	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2 года	т/га	%
Контроль (без удобрений)	3,67	2,25	2,96	–	–
N ₅₀ P ₅₀ S ₂₀ (сульфоаммофос)	3,95	2,44	3,20	0,24	8,1
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀ (азофоска)	4,09	2,58	3,34	0,38	12,8
Монокалийфосфат	4,15	2,57	3,36	0,40	13,5
Аквамикс СТ	4,22	2,78	3,50	0,54	18,2
Экстрасол	4,24	2,82	3,53	0,57	19,3
Мизорин	4,31	2,95	3,63	0,67	22,6
Росток	4,16	2,78	3,47	0,51	17,2
Боро-Н+хелат Zn+хелат Mn+ магний сернокислый	4,01	2,47	3,24	0,28	9,5
Монокалийфосфат+N ₅₀ P ₅₀ S ₂₀	4,19	2,68	3,43	0,47	15,9
Аквамикс СТ+N ₅₀ P ₅₀ S ₂₀	4,25	2,84	3,55	0,59	19,9
Экстрасол+ N ₅₀ P ₅₀ S ₂₀	4,26	2,89	3,58	0,62	20,9
Мизорин+ N ₅₀ P ₅₀ S ₂₀	4,33	3,05	3,69	0,73	24,7
Росток + N ₅₀ P ₅₀ S ₂₀	4,20	2,86	3,53	0,57	19,3
Боро-Н+хелат Zn+хелат Mn+ магний сернокислый + N ₅₀ P ₅₀ S ₂₀	4,05	2,54	3,30	0,34	11,5
Монокалийфосфат + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,21	2,74	3,48	0,52	17,6
Аквамикс СТ + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,27	2,90	3,59	0,63	21,3
Экстрасол + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,28	2,93	3,61	0,65	22,0
Мизорин + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,35	3,17	3,76	0,80	27,0
Росток + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,21	2,94	3,58	0,62	21,2
Боро-Н+хелат Zn+хелат Mn+ магний сернокислый + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,11	2,62	3,37	0,41	13,9
НСП ₀₅ А (удобрения)	0,45	0,21	–	–	–
НСП ₀₅ В (регуляторы роста)	0,21	0,11	–	–	–
НСП ₀₅ АВ	0,06	0,03	–	–	–

В 2017 г. действие минеральных удобрений на продуктивность посева кукурузы было слабым – на этих вариантах изменения урожайности не превышали НСП опыта. Достоверное влияние на урожайность зерна кукурузы оказали регуляторы роста за исключением сложносоставного агрохимиката («Боро-Н» + хелат Zn + хелат Mn+MgSO₄). По влиянию на продуктивность посева выделился препарат «Мизорин» – здесь прибавка урожайности к контролю составила 0,64 т/га, или 17,4 %. «Аквамикс СТ» и «Экстрасол» повысили урожайность кукурузы на 0,55–0,57 т/га, монокалийфосфат и «Росток» изменили продуктивность посева слабее – пре-

вышение над контролем составило 0,48–0,49 т/га.

Добавление к обработке семян и посева регуляторами роста допосевого внесения сульфосоаммофоса и азофоски в 2017 г. было неэффективным, поскольку обозначило лишь тенденции к изменению урожайности культуры.

В 2018 г. допосевное внесение азофоски обеспечило существенный, на 0,33 т/га (14,7 %), рост урожайности кукурузы. Сопоставимое действие на посев оказала обработка семян и посева Монокалийфосфатом. Остальные регуляторы роста, за исключением сложносоставного, были эффективнее. Так, применение «Аквамик-

са СТ», «Ростка» и «Экстрасола» повысило сбор зерна на 0,53–0,57 т/га, «Мизорина» – на 0,70 т/га или 31,1% по отношению к контролю.

Добавление к фону стимулирования семян и растений допосевого внесения минеральных удобрений выявило преимущество применения азофоски. Если внесение сульфоаммофоса на фоне регуляторов роста обозначило тенденции повышения урожайности от 0,06 до 0,11 т/га, то применение азофоски – на уровне 0,11–0,22 т/га. Максимум продуктивности в этом году получен при сочетании допосевого внесения $N_{50}P_{50}K_{50}$ и применения регулятора роста «Мизорин» – прибавка к контролю достигла 0,92 т/га, или 40,9 %. Сочетание азофоски с обработкой семян и растений «Аквамиксом СТ», «Экстрасолом» и «Ростком» было также целесообразно – повышение сбора зерна по сравнению с контролем составляло 0,65–0,69 т/га.

В среднем за 2 года исследований допосевное внесение азофоски по влиянию на урожайность кукурузы было в 1,5 раза эффективнее, чем применение сульфоаммофоса в равной по азоту и фосфору дозе. Прибавки урожайности кукурузы составили 0,38 и 0,24 т/га соответственно.

Сложносоставной препарат, содержащий В, Zn, Mn и Mg, проявил эффективность по влиянию на урожайность кукурузы на уровне сульфоаммофоса. Действие монокалийфосфата было сопоставимо с влиянием азофоски. Остальные регуляторы роста были эффективнее и обеспечили прибавку урожайности в 2,1–2,8 раза больше, чем сульфоаммофос, и в 1,3–1,8 раза – по сравнению с азофоской. В среднем за два года исследований выделился вариант с обработкой семян и некорневой подкормкой растений «Мизорином». Здесь прибавка урожайности к контролю превысила 22 % по сравнению с минеральными фонами питания получено на 0,29–0,43 т/га зерна больше. Сочетание допосевого применения $N_{50}P_{50}K_{50}$ и «Мизорина» позволило достичь максимума урожайности в опыте – прибавка к контролю составила 0,80 т/га, или 27 % в относительном исчислении. Эффективно было также сочетание азофоски с «Аквамиксом СТ», «Экстрасолом» и «Ростком». На этих вариантах прибавка урожайности зерна находилась в пределах 0,62–0,65 т/га.

Выводы. Результаты 2-летних полевых экспериментов показали целесообразность включения в технологию возделывания среднераннего

гибрида кукурузы Краснодарский 291 АМВ применения регуляторов роста. Действие регуляторов роста «Аквамикс СТ», «Мизорин», «Экстрасол» и «Росток» на урожайность кукурузы превысило отдачу от традиционных минеральных удобрений.

Максимальный эффект получен при сочетании регулятора роста «Мизорин» с допосевным внесением азофоски $N_{50}P_{50}K_{50}$ – продуктивность посева была на 0,13–0,42 т/га выше, чем от применения этих элементов технологии в отдельности, и на 0,80 т/га выше контроля.

Литература

1. Багринцева В.Н., Сухоярская Г.Н. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы // Кукуруза и сорго. 2010. № 4. С. 12–14.
2. Семина С.А., Иняхин А.Г. Продуктивность кукурузы в зависимости от приемов возделывания // Кормопроизводство. 2013. № 6. С. 15–17.
3. Шелганов И.И. Особенности минерального питания кукурузы // Кукуруза и сорго. 2008. № 4. С. 10–11.
4. Шершнева А.А., Петров Н.Ю. Влияние регуляторов роста на продуктивность зерновой кукурузы // Аграрный вестник Урала. 2007. № 5. С. 40.
5. Вакуленко В.В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. 2004. № 1. С. 24–26.
6. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений // Защита и карантин растений. 2008. № 12. С. 53–88.
7. Воскобулова Н.И., Невверов А.А., Верещагин А.С. Эффективность использования росторегулирующих препаратов в технологии выращивания зерна кукурузы // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2 (90). С. 118–122.
8. Юдин М.И. Планирование эксперимента и обработки результатов. Краснодар: Изд-во КГАУ, 2004. 239 с.
9. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. М.: Колос, 1980. 366 с.
10. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 263 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки ре-

зультатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Литература

1. *Bagrinceva V.N., Suhojarskaja G.N.* Vlijanie vidov udobrenij na urozhajnost' kukuruzy // Kukuруза i sorgo. 2010. № 4. S. 12–14.
2. *Semina S.A., Injahn A.G.* Produktivnost' kukuruzy v zavisimosti ot priemov vozdeleyvaniya // Kormoproizvodstvo. 2013. № 6. S. 15–17.
3. *Shelganov I.I.* Osobennosti mineral'nogo pitaniya kukuruzy // Kukuруза i sorgo. 2008. № 4. S. 10–11.
4. *Shershnev A.A., Petrov N.Ju.* Vlijanie reguljatorov rosta na produktivnost' zernovoy kukuruzy // Agrarnyj vestnik Urala. 2007. № 5. S. 40.
5. *Vakulenko V.V.* Reguljatory rosta // Zashhita i karantin rastenij. 2004. № 1. S. 24–26.
6. *Shapoval O.A., Vakulenko V.V., Prusakova L.D.* Reguljatory rosta rastenij // Zashhita i karantin rastenij. 2008. № 12. S. 53–88.
7. *Voskobulova N.I., Neverov A.A., Vereshhagin A.S.* Jefferektivnost' ispol'zovanija rostoregulirujushhijh preparatov v tehnologii vyrashhivaniya zerna kukuruzy // Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2015. № 2 (90). S. 118–122.
8. *Judin M.I.* Planirovanie jeksperimenta i obrabotki rezul'tatov. Krasnodar: Izd-vo KGAU, 2004. 239 s.
9. *Judin F.A.* Metodika agrohimicheskijh issledovanij. M.: Kolos, 1980. 366 s.
10. *Fedin M.A.* Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozejstvennyh kul'tur. M., 1985. 263 s.
11. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-е изд., доп. i pererab. M.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

