ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧЕСНОКА (*ALLIUM SATIVUM* L.)

(✉) Поляков А.В.^{1,2}, Логинов С.В.³, Алексеева Т.В.^{1,2}, Котлярова О.В.⁴

¹Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального научного центра овощеводства

Московская область, д. Верея, Россия

²Московский государственный областной университет

Московская область, г. Мытищи, Россия

³Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений

Москва, Россия

⁴Бирючукская овощная селекционная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства

Ростовская область, г. Новочеркасск, Россия

(✉) e-mail: vita100plus@yandex.ru

Представлены результаты исследований регуляторов роста нового поколения при выращивании посадочного материала чеснока (*Allium sativum* L.). Эксперименты (2019–2021 гг.) проведены в полевых опытах в Московской области. Растения выращены на почве, содержащей 3,2% гумуса, 2,9 мг азота/100 г почвы, 26,8 мг фосфора/100 г почвы, 3,9 мг калия/100 г почвы, рН солевой вытяжки – 5,2. В период вегетации растений проведены три подкормки: первая – в фазу начала интенсивного роста листьев аммиачной селитрой (в дозе 30 г/м²), вторая – через 2 нед после первой нитроаммофоской (30 г/м²), третья – через 2 нед после второй сульфатом калия (50 г/м²). Погодные условия в целом были благоприятными для выращивания чеснока. Полив растений проводили по мере необходимости. Опыты проведены на чесноке озимом сорта Гладиатор. Обработку посевного (воздушных луковичек) и посадочного материала (однозубковых луковиц и зубков) проводили путем замачивания в течение 30 мин, растения, полученные из них, – опрыскиванием растворами регуляторов роста. Препараты Лостор и Энергия М использовали в концентрации 0,01%, препарат Циркон – в концентрации 0,025% для обработки посадочного материала и в концентрации 0,1% при обработке надземной части растений. Установлено, что обработка воздушных луковичек и растений препаратом Лостор способствует повышению урожайности однозубковых луковиц на 18,8%, препаратом Энергия М – на 8,1%. Обработка однозубковых луковиц и растений препаратом Лостор способствует повышению урожайности многозубковых луковиц на 24,3%, препаратом Энергия М – на 16,2%. Применение препарата Лостор способствует увеличению содержания сухих веществ на 8,0% и увеличению суммы сахаров на 9,2%.

Ключевые слова: чеснок, воздушная луковичка, однозубковая луковица, многозубковая луковица, масса луковицы, урожайность, регуляторы роста

EFFECTIVENESS OF GROWTH REGULATORS IN GARLIC (*ALLIUM SATIVUM* L.) PRODUCTION

(✉) Polyakov A.V.^{1,2}, Loginov S.V.³, Alekseeva T.V.^{1,2}, Kotlyarova O.V.⁴

¹All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – Branch of Federal Research Centre of Vegetables
Vereya village, Moscow region, Russia

²Moscow Region State University

Mytishchi, Moscow region, Russia

³State Research Institute for Chemistry and Technology of Organoelement Compounds

Moscow, Russia

⁴Biryuchekut Vegetable Breeding Experimental Station - Branch of Federal Research Centre of Vegetables

Novocherkassk, Rostov region, Russia

(✉) e-mail: vita100plus@yandex.ru

The results of the studies of new generation growth regulators in the cultivation of planting material of garlic (*Allium sativum* L.) are presented. The experiments (2019–2021) were conducted in the field trials in the Moscow region. The plants were grown on the soil containing 3.2% humus, 2.9

mg nitrogen/100 g soil, 26.8 mg phosphorus/100 g soil, 3.9 mg potassium/100 g soil, pH of the salt extract - 5.2. During the growing season of the plants three fertilizer applications were made: the first - in the phase of intensive leaf growth with ammonium nitrate (at a dose of 30 g/m²), the second - 2 weeks after the first with nitroammophoska (30 g/m²), the third - 2 weeks after the second with potassium sulfate (50 g/m²). The weather conditions were generally favorable for garlic cultivation. The plants were watered as needed. The experiments were conducted on winter garlic of the Gladiator variety. Seed (aerial bulbs) and planting material (one-toothed bulbs and cotyledons) were treated by soaking for 30 min, and the plants obtained from them were sprayed with growth regulator solutions. The preparations Loston and Energy M, were used at a concentration of 0.01%, Zircon at a concentration of 0.025% for the treatment of the planting material and at a concentration of 0.1% for the treatment of the above-ground part of the plants. It was found that treatment of aerial bulbs and plants with Loston promotes an increase in the yield of one-toothed bulbs by 18.8%, and by 8.1% with Energy M. Treatment of single-toothed bulbs and plants with Loston increases the yield of multitoothed bulbs by 24.3%, and with Energy M by 16.2%. Application of Loston promotes an increase in the dry matter content by 8.0% and an increase in the sum of sugars by 9.2%.

Keywords: garlic, aerial bulbil, monoclove bulb, multiclove bulb, bulb weight, yield, growth regulators

Для цитирования: Поляков А.В., Логинов С.В., Алексеева Т.В., Котлярова О.В. Эффективность применения регуляторов роста при производстве чеснока (*Allium sativum* L.) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 34–41. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-4>

For citation: Polyakov A.V., Loginov S.V., Alekseeva T.V., Kotlyarova O.V. Effectiveness of growth regulators in garlic (*Allium sativum* L.) production. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 34–41. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-4>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В растениеводстве используется несколько тысяч соединений химического, микробного и растительного происхождения, характеризующихся способностью регулировать многочисленные процессы, связанные с ростом и развитием растений. Они позволяют уменьшать нежелательные последствия отрицательного воздействия факторов среды на культивируемые растения, увеличивают их устойчивость к болезням, способствуют повышению урожайности, качества и сохранности продукции в послуборочный период [1–3].

Исследователями показана роль кремний-содержащих соединений в почвообразовательном процессе, в увеличении доступности фосфора и азота для растений из почвенных комплексов. Установлено стимулирующее и протекторное влияние таких соединений на растения [4]. Показано, что добавление ре-

гуляторов роста Вигор Форте и Гуми-20 к протравителям снижало их негативное влияние на динамику всходов, рост и развитие растений картофеля и его урожайность [5]. Выявлена важная роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса [6].

Исследования, проведенные на чесноке, показали высокую эффективность применения регуляторов роста различного происхождения. Так, установлено, что использование гибберелловой кислоты (GA 3) на луке и чесноке активизирует рост растений и приводит к повышению урожая в богарных и орошаемых условиях [7–10]. При использовании препаратов Эпин Экстра (в концентрации 0,5 мл/л для предпосадочного замачивания зубков в течение 24 ч) и Циркон (в концентрации 1,0 мл/л) урожайность луковиц повысилась на 33,0 и 45,0% по сравнению с контролем [11].

Установлено, что использование препаратов Эпин Плюс (в концентрации 0,002% при предпосадочной обработке зубков в фазу 3–5 листьев и в фазу выхода стрелок из пазух листьев) и Ростмомент (0,1%) оказывает благоприятное действие на зимостойкость растений [12]. Положительное влияние тиомочевина в концентрации 100 ppm проявилось в увеличении размера зубков, массы луковиц, урожайности и в показателе соотношения затрат и выгод, который составил 1 : 3,19 [13]. Показано, что регулятор роста G2 (Цикоцел), используемый в концентрации 1000 ppm, способствует увеличению продолжительности срока хранения чеснока в обычных условиях окружающей среды [14].

Установлено увеличение массы однозубковых луковиц в 1,2–1,8 раза, урожайности – на 13–43%, снижение концентрации свинца и кадмия более чем в 2 раза, уменьшение инфицированности луковиц бактериальными болезнями при использовании композиций ряда росторегулирующих веществ [15].

При исследовании влияния регуляторов роста Энергия М, Силиплант, Циркон установлено, что использование препарата Циркон способствует повышению урожайности луковиц чеснока на 10,6–18,9%, а применение препаратов Энергия М и Силиплант – снижению доли зубков, пораженных фитопатогенами до 4,7 и 6,4%, в то время как в контроле этот показатель составлял 15,3%¹. Высокая эффективность применения препарата Энергия М и других регуляторов роста нового поколения показана на различных видах культурных растений [16–22].

Цель исследования – выявить эффективность применения регуляторов роста при производстве посадочного материала чеснока озимого.

Задачи исследований – показать эффективность применения современных высокоэффективных регуляторов роста в посадках чеснока при обработке посадочного материала (воздушные луковички, однозубковые и многозубковые луковички) и растений в период вегетации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Закладка опытов и исследования проведены на базе Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиала Федерального научного центра овощеводства (д. Верея Раменского района Московской области) в 2019–2021 гг.

Почвенные условия опыта: содержание гумуса в почве составляло 3,2%, рН солевой вытяжки 5,2, содержание азота – 2,9 мг/100 г почвы (по Кьельдалю), фосфора – 26,8 мг/100 г почвы (по Чирикову), калия – 3,9 мг/100 г почвы (по Масловой). Материалом для исследований служили воздушные луковички, однозубковые и многозубковые луковички чеснока озимого (*Allium sativum* L.) сорта Гладиатор. Исследования проведены с использованием общепринятых методик^{2–5}.

В период вегетации растений использовали подкормки: первую в фазе начала интенсивного роста листьев – аммиачной селитрой (в дозе 30 г/м²), вторую через 2 нед после первой – нитроаммофоской (30 г/м²), третью через 2 нед после второй – сульфатом калия (50 г/м²). Погодные условия в целом были благоприятными для выращивания чеснока. Полив растений проводили по мере необходимости, борьбу с сорной растительностью вручную.

Обработку посевного (воздушных луковичек) и посадочного материала (однозубковых луковиц и зубков) осуществляли путем

¹Поляков А.В., Алексеева К.Л., Алексеева Т.В. Влияние регуляторов роста на урожайность и пораженность фитопатогенами чеснока озимого в Московской области // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Рязань, 2018. С. 318–322.

²Методические указания по селекции луковых культур. Под ред. И.И. Ершова, А.Ф. Агафонова. М.: ВНИИССОК, 1997. 122 с.

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М.: Альянс, 2011. 350 с.

⁴Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ГНУ ВНИИО, 2011. 650 с.

⁵Ершов И.И., Воробьева А.А., Абрахина Ю.В. Методические указания по селекции лука и чеснока. М.: ВАСХНИЛ, 1984. 36 с.

замачивания в течение 30 мин, растения, полученные из них, – опрыскиванием растворами регуляторов роста. Для обработки посадочного материала применяли препараты: Лостор, Энергия М в концентрации 0,01% и препарат Циркон – 0,025%. Обработку надземной части растений осуществляли этими же препаратами в концентрации 0,1%. Обработку растений в период вегетации проводили первый раз в фазе начала интенсивного роста листьев и второй – через 3 нед. В качестве контроля использовали обработку водой. Опыт при использовании воздушных луковичек заложен в 5-кратной повторности, площадь учетной делянки 1 м², способ посадки рядовой, расстояние между рядами 25 см, расстояние между растениями в ряду 0,5 см. Опыт с однозубковыми луковичками и зубками заложен в 4-кратной повторности, площадь учетной делянки 2,5 м². Способ посадки – рядовой, расстояние между рядами 25 см, расстояние между растениями в ряду 10 см.

Материалом для исследования служили воздушные луковички массой 0,8 г, однозубковые луковички – 2,0 г и зубки – 3,0 г. Производитель препаратов Энергия М и Лостор – ООО «Флора Си», препарата Циркон – АНО «НЭСТ М»⁶.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что при обработке воздушных луковичек и растений, полученных из них, препаратом Лостор урожайность однозубковых луковичек повысилась на 18,8% по сравнению с контролем, а при использовании препарата Энергия М – на 8,1%. В этих вариантах отмечена лучшая выживаемость растений, что и объясняет причину получения прибавки урожая (см. табл. 1). Доля пораженных фитопатогенами однозубковых луковичек во всех вариантах была не выше 1,2%. Положительное влияние препарата на воздушные луковички и полученные из них растения не установлено.

Табл. 1. Влияние регуляторов роста на урожайность лукович, 2019–2021 гг.

Table 1. Effect of growth regulators on the bulb yield, 2019-2021

Вариант опыта	Число растений во время уборки		Масса луковички		Урожайность лукович	
	шт./м ²	% к контролю	г	% к контролю	т/га	% к контролю
<i>Воздушные луковички</i>						
Контроль	484	100,0	1,6	100,0	5,1	100,0
Лостор	560	115,7	1,6	100,0	6,1	118,8
Энергия М	507	104,7	1,6	100,0	5,6	108,1
Циркон	450	93,0	1,0	63,0	4,6	90,0
НСР ₀₅					0,4	
<i>Однозубковые луковички</i>						
Контроль	42,8	100,0	25,9	100,0	11,1	100,0
Лостор	47,8	111,7	28,8	111,2	13,8	124,3
Энергия М	48,6	113,6	26,6	102,7	12,9	116,2
Циркон	47,8	111,7	28,7	110,8	13,7	123,4
НСР ₀₅					0,6	
<i>Зубки</i>						
Контроль	30,6	100,0	38,8	100,0	11,8	100,0
Лостор	28,0	91,5	45,6	117,5	12,8	108,0
Энергия М	30,2	98,7	39,7	102,3	12,0	101,7
Циркон	28,7	93,8	46,3	119,3	13,3	112,7
НСР ₀₅					0,7	

⁶Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2022. URL: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook>.

При использовании регуляторов роста на посадочном материале и растениях, полученных из однозубковых луковиц, положительное влияние было отмечено по всем анализируемым показателям. Так, отрастание луковиц в варианте применения препарата Лостор зарегистрировано выше на 11,7%, Энергия М – на 13,6%. В этих вариантах масса луковиц была больше на 11,2 и 2,7%, урожайность луковиц – на 24,3 и 16,2% по сравнению с контролем. Эффективность действия препарата Циркон была аналогична действию препарата Лостор (см. табл. 1).

Установлено, что при обработке чеснока, выращенного из зубков, препаратом Лостор масса луковиц превысила контроль на 17,5%, урожайность – на 8,0%. При использовании препарата Циркон масса луковиц превысила контроль на 19,3%, урожайность – на 12,7% (см. табл. 1).

Анализ однозубковых луковиц после 9 мес хранения показал, что при обработке препаратом Лостор убыль массы оставалась на уровне контроля, при этом отмечены минимальные потери от болезней, которые составили 4,3%. Использование препаратов Энергия М и Циркон положительно не повлияло на анализируемые показатели (см. табл. 2).

Проведенные нами ранее исследования показали, что применение элементооргани-

ческих соединений приводит у чеснока к снижению концентрации свинца и кадмия более чем в 2 раза, меди и цинка – более чем на 20% по отношению к контролю, показатели в котором составляли 12,54; 15,88; 1,30; 0,07 мг/кг соответственно [15].

Однако в случае пониженного содержания этих микроэлементов в почве использование препарата Лостор не приводило к снижению содержания меди, цинка и кадмия в зубках. Тем не менее и в аналогичном случае содержание свинца в однозубковых луковицах ($0,008 \pm 0,0016$) было значительно меньше по сравнению с контролем ($0,04 \pm 0,006$).

Химический анализ показал, что содержание сухого вещества, а также дисахаров в зубках чеснока, полученного при обработке препаратами Лостор и Энергия М, зарегистрировано выше по сравнению с контролем (см. табл. 3).

Снижение содержания аскорбиновой кислоты, по-видимому, обусловлено тем, что в луковице эндогенный анион аскорбиновой кислоты вытесняет из гидросукцината триэтанолamina (ТЭА), который входит в состав препарата Лостор, анион янтарной кислоты с образованием аскорбата ТЭА. Аналогичная ситуация отмечена и в случае применения препарата Энергия М, когда аскорбат анион вытесняет анион о-крезоксисукусной кислоты из Крезацина, входящего в его состав.

Табл. 2. Лежкоспособность однозубковых луковиц чеснока после 9 мес хранения

Table 2. Shelf life of one-toothed garlic bulbs after 9 months of storage

Вариант опыта	Масса луковиц, заложенных на хранение, г	Масса луковиц после хранения, г	Убыль массы		Масса больных луковиц	
			г	%	г	%
Контроль	1430	1200	230	16,1	105	7,3
Лостор	1550	1295	255	16,5	66	4,3
Энергия М	2355	1860	495	21,0	190	8,1
Циркон	1900	1530	370	19,5	130	6,8

Табл. 3. Химический анализ зубков

Table 3. Chemical analysis of cloves

Вариант опыта	Сухое вещество, %	Сахара, %			Аскорбиновая кислота, мг%
		Моно-	Ди-	Сумма	
Контроль	37,4	0,2	19,3	19,5	5,4
Лостор	40,4	0,2	21,0	21,3	4,0
Энергия М	40,2	0,2	19,0	19,2	4,3

Возможность такого механизма подтверждена на опыте с использованием чистого Крезацина и аскорбиновой кислоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали высокую эффективность применения препарата Лостор в посадках чеснока. Доказано, что предпосевная (предпосадочная) и двукратная обработки растений в период вегетации способствуют повышению урожайности однозубковых и многозубковых луковок на 8,0–24,3%, увеличению содержания сухого вещества в зубках на 8,0% и дисахаров на 9,2%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костин В.И., Исайчев В.А., Костин О.В. Элементы минерального питания и росторегулирования в онтогенезе сельскохозяйственных культур: монография. М.: Колос, 2006. С. 113–114.
2. Bisht T.S., Rawat L., Chakraborty B., Yadav V. A recent advances in use of plant growth regulators (PGRs) in fruit crops - a review // International journal of current microbiology and applied sciences, 2018. Vol. 7. N 5. P. 1307–1336. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.705.159.
3. Васильева С.В., Зейрук В.Н., Деревягина М.К., Белов Г.Л., Барков В.А. Эффективность применения регуляторов роста растений на картофеле // Агрехимия. 2019. № 7. С. 45–51. DOI: 10.1134/S0002188119070135.
4. Тараканов И.Г., Паничкин Л.А., Коваленко И.М., Абрашкина Е.Д. Полифункциональный кремний в растениях // Картофель и овощи. 2019. № 12. С. 14–16. DOI: 10.25630/PAV.2019.22.76.004.
5. Заикин Б.А., Зейрук В.Н., Белов Г.Л., Хуснетдинова Т.И., Кутузова И.А., Федотова Л.С., Еланский С.Н. Совместное применение протравителей с регуляторами роста растений на картофеле // Агрехимический вестник. 2019. № 5. С. 72–76. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10079.
6. Наумов М.М., Зимина Т.В., Хрюкина Е.И., Рябчинская Т.А. Роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса // Агрехимия. 2019. № 5. С. 21–28. DOI: 10.1134/S0002188119050077.
7. Ouzounidou G., Giannakoula A., Asfi M., Ilias I. Differential responses of onion and garlic against plant growth regulators // Pakistan journal of botany. 2011. Vol. 43. N 4. P. 2051–2057.
8. Bizuayehu D., Kebede W., Wassu M., Netsanet T. Duration of low-temperature storage, clove topping and gibberellic acid on emergence, yield and yield components of garlic // Hindawi scientific world journal. 2022. Article ID 2998190. P. 13. DOI: 10.1155/2022/2998190.
9. Woldeyes F., Kebede W., Tabor G. Emergence of garlic (*Allium sativum* L.) as Influenced by low storage temperature and gibberellic acid treatments // Journal of agriculture and ecology research international. 2017. DOI: 10.9734/JAERI/2017/29843.
10. Rahman M.H., Haque M.S., Karim M.A., Ahmed A. Effects of Gibberellic acid on breaking dormancy in garlic (*Allium sativum* L.) // International journal of agriculture and biology. 2006. Vol. 1. P. 63–65.
11. Ляцева Л.В., Сергеева Д.П. Влияние регуляторов роста на урожайность и биохимический состав ярового чеснока в северной лесостепи Тюменской области // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2014. № 1 (24). С. 14–18.
12. Почтовая Н.Л., Скорина В.В., Комедько Т.Н. Применение регуляторов роста при возделывании чеснока озимого // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2015. № 11. С. 417–421.
13. Chattopadhyay N., Lalrinpui F., Thapa U. Influence of plant growth regulators on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) // Journal crop and weed, 2015. Vol. 11, N 2. P. 67–71.
14. Gautam Nidhish, Kanwar H.S., Mehta D.K., Kansal Sandeep, Kumar Sandeep. Effect of clove weight and plant growth regulators on shelf-life of garlic (*Allium sativum* L.) // Journal of pharmacognosy and phytochemistry. 2018. Vol. 7. N 2. P. 1696–1700.
15. Поляков А.В., Алексеева Т.В., Логинов С.В., Даин И.А. Влияние биологически активных росторегулирующих композиций на урожайность и качество однозубковых луковок чеснока озимого (*Allium sativum* L.) // Агрехимический вестник. 2017. № 6. С. 32–35.
16. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю. Влияние регуляторов роста на урожайность перца сладкого // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3 (39). С. 11–14. DOI: 10.18286/1816-4501-2017-3-11-14.
17. Петров Н.Ю., Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В. Повышение продуктивности перца сладкого при обработке регуляторами роста в условиях Волгоградской области // Известия

- Нижевожского агроуниверситетского комплекса. 2017. № 4 (47). С. 1–9.
18. Калмыкова Е.В., Новиков А.А., Петров Н.Ю., Калмыкова О.В. Комплексные научные исследования ресурсосберегающих приемов повышения продуктивности томатов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство. 2019. Т. 14. № 4. С. 329–346. DOI: 10.22363/2312-797X-2019-14-4-329-346.
 19. Петров Н.Ю., Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В. Повышение продуктивности и качества растений томата под действием регуляторов роста // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. Вып. 6. С. 109–118. DOI: 10.34677/0021-342X-2018-1-109-118.
 20. Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В. Влияние урожаяобразующих факторов на качественные характеристики лука репчатого при хранении // Известия Нижевожского агроуниверситетского комплекса. 2022. № 1 (65). С. 48–57. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-04.
 21. Кадырова Д.И., Ляцева Л.В. Влияние регуляторов роста на морфологические признаки и урожайность сортов земляники садовой (*Fragaria × ananassa*) в условиях юга Тюменской области // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. 2018. № 51. С. 58–64.
 22. Ляцева Л.В., Подковкина Е.А. Влияние регуляторов роста на урожайность и структуру урожая сортов картофеля в условиях лесостепной зоны Северного Зауралья // Агропродовольственная политика России. 2012. № 12. С. 44–46.
- ## REFERENCES
1. Kostin V.I., Isaichev V.A., Kostin O.V. *Elements of mineral nutrition and growth regulation in the ontogenesis of agricultural crops*. Moscow, Kolos, 2006, pp. 113–114. (In Russian).
 2. Bisht T.S., Rawat L., Chakraborty B., Yadav V. A recent advances in use of plant growth regulators (PGRs) in fruit crops - a review. *International journal of current microbiology and applied sciences*, 2018, vol. 7, no. 5, pp. 1307–1336. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.705.159.
 3. Vasil'eva S.V., Zeiruk V.N., Derevyagina M.K., Belov G.L., Barkov V.A. Efficiency of plant growth regulators application on potato. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2019, no. 7, pp. 45–51. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119070135.
 4. Tarakanov I.G., Panichkin L.A., Kovalenko I.M., Abrashkina E.D. Plant and multifunctional silicon. *Kartofel' i ovoshchi = Potato and Vegetables*, 2019, no. 12, pp. 14–16. (In Russian). DOI: 10.25630/PAV.2019.22.76.004.
 5. Zaikin B.A., Zeiruk V.N., Belov G.L., Khusnetdinova T.I., Kutuzova I.A., Fedotova L.S., Elanskii S.N. Combined use of protectants with plant growth regulators on potatoes. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2019, no. 5, pp. 72–76. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10079.
 6. Naumov M.M., Zimina T.V., Khryukina E.I., Ryabchinskaya T.A. Role of multifunctional plant growth regulators in overcoming the herbicide stress. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2019, no. 5, pp. 21–28. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119050077.
 7. Ouzounidou G., Giannakoula A., Asfi M., Ilias I. Differential responses of onion and garlic against plant growth regulators. *Pakistan journal of botany*, 2011, vol. 43, no. 4, pp. 2051–2057.
 8. Bizuayehu D., Kebede W., Wassu M., Netsanet T. Duration of low-temperature storage, clove topping and gibberellic acid on emergence, yield and yield components of garlic. *Hindawi scientific world journal*, 2022, article ID 2998190, p. 13. DOI: 10.1155/2022/2998190.
 9. Woldeyes F., Kebede W., Tabor G. Emergence of garlic (*Allium sativum* L.) as Influenced by low storage temperature and gibberellic acid treatments. *Journal of agriculture and ecology research international*, 2017, DOI: 10.9734/JAERI/2017/29843.
 10. Rahman M.H., Haque M.S., Karim M.A., Ahmed A. Effects of Gibberellic acid on breaking dormancy in garlic (*Allium sativum* L.). *International journal of agriculture and biology*, 2006, vol. 1, pp. 63–65.
 11. Lyashcheva L.V., Sergeeva D.P. Influence of growth regulators on the yield and biochemical composition of spring garlic in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Vestnik gosudarstvennogo agrarnogo universiteta severnogo Zaural'ya. = Bulletin of Northern Trans-Ural state agricultural university*, 2014, no. 1 (24), pp. 14–18. (In Russian).
 12. Pochtovaya N.L., Skorina V.V., Komedko T.N. Application of growth regulators in the cultivation of winter garlic. *Novy'e i netraditsionny'e rasteniya i perspektivy` ix ispol'zovaniya = New and nontraditional plants and prospects of their utilization*, 2015, no. 11, pp. 417–421. (In Russian).

13. Chattopadhyay N., Lalrinpui F., Thapa U. Influence of plant growth regulators on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal crop and weed*, 2015, vol. 11, no. 2, pp. 67–71.
14. Gautam Nidhish, Kanwar H.S., Mehta D.K., Kansal Sandeep, Kumar Sandeep. Effect of clove weight and plant growth regulators on shelf-life of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, 2018, vol. 7, no. 2, pp. 1696–1700.
15. Polyakov A.V., Alekseeva T.V., Loginov S.V., Dain I.A. Influence of biologically active growth-regulating compositions on the yield and quality of single-tooth bulbs of winter garlic (*Allium sativum* L.). *Agroximicheskij vestnik = Agrochemical Herald*, 2017, no. 6, pp. 32–35. (In Russian).
16. Kalmykova E.V., Petrov N.Yu. The influence of growth regulators on sweet pepper yield. *Vestnik Ulyanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Vestnik of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2017, no. 3 (39), pp. 11–14. (In Russian). DOI: 10.18286/1816-4501-2017-3-11-14.
17. Petrov N.Yu., Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Increase of sweet pepper productivity at the treatment by growth regulators in the conditions of Volgograd region. *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, 2017, no. 4 (47), pp. 1–9. (In Russian).
18. Kalmykova E.V., Novikov A.A., Petrov N.Yu., Kalmykova O.V. Resource-saving techniques for increasing tomato productivity. *Vestnik rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo = RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2019, vol. 14, no. 4, pp. 329–346. (In Russian). DOI: 10.22363/2312-797X-2019-14-4-329-346.
19. Petrov N.Yu., Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Improving tomato productivity and quality under growth regulator action. *Izvestiya timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 2018, is. 6, pp. 109–118. (In Russian). DOI: 10.34677/0021-342X-2018-1-109-118.
20. Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Influence of yield forming factors on the qualitative characteristics of onion during storage. *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, 2022, no. 1 (65), pp. 48–57. (In Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-04.
21. Kadyrova D.I., Lyasheva L.V. Influence of growth regulators on morphological characteristics and yield of strawberry varieties (*Fragaria × ananassa*) in the conditions of the south of the Tyumen region. *Izvestiya Sankt-peterburgskogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2018, no. 51, pp. 58–64. (In Russian).
22. Lyashcheva L.V., Podkovkina E.A. The influence of growth regulators on the yield and yield structure of potato varieties in the conditions of the forest-steppe zone of the northern Trans-Urals. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii = Agro-food policy in Russia*, 2012, no. 12, pp. 44–46. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Поляков А.В.**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий кафедрой; **адрес для переписки:** Россия, 140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, строение 500; e-mail: vital00plus@yandex.ru

Логинов С.В., доктор химических наук, ведущий научный сотрудник

Алексеева Т.В., кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник, доцент

Котлярова О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Alexey V. Polyakov**, Doctor of Science in Biology, Professor, Head Researcher, Department Head; **address:** 500, Vereya vil., Ramensky District, Moscow Region, 140153, Russia; e-mail: vital00plus@yandex.ru

Sergey V. Loginov, Doctor of Science in Chemistry, Lead Researcher

Tatiana V. Alekseeva, Candidate of Science in Agriculture, Junior Researcher, Associate Professor

Oksana V. Kotlyarova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 01.08.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 18.10.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023