

Интенсивность роста и развития томата при применении регуляторов роста

**З.-Г. С. Шибзухов, А. Ю. Кишев, Р. А. Тиев, Б. Б. Бесланеев,
Т. Б. Жеруков, М. Ш. Ахундзада**

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова
360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в

Аннотация. В условиях роста значения экологизации необходимо изучение и совершенствование использования регуляторов роста при выращивании овощных культур. Одним из главных факторов эффективности возделывания овощей является научно обоснованное применение регуляторов роста растений. Ежегодно на рынок поступают новые биологически активные препараты для выращивания сельскохозяйственных растений. Для эффективного использования биопрепаратов нужно подобрать оптимальные дозы и нормы расхода рабочей жидкости. Применение регуляторов роста растений в первую очередь направлено на повышение урожайности и качества получаемой продукции. В наших исследованиях изучался высокоурожайный томат сорта Альфа, который является одним из самых перспективных сортов для открытого грунта. Для изучения выбрали перспективные регуляторы роста, рекомендованные для использования на овощных культурах: Гумат калия, Энерген, Гетероауксин, Фитоспорин, Циркон. Данными препаратами обрабатывали семена и взрослые растения. Все опыты были проведены в соответствии с общепринятыми методиками. Опыты закладывали по следующей схеме: контроль (семена замачивали в дистиллированной воде), в опытных вариантах обрабатывали семена и по вегетации проводили внекорневую подкормку рабочими растворами применяемых регуляторов роста. Длительность замачивания семян – 2 часа, при подкормках растений во время вегетации расход рабочей жидкости составляет 500 л/га. Применяемая агротехника в исследованиях общепринятая в хозяйстве. Замачивание семян в растворах стимуляторов показало эффективность в сравнении с контролем, но максимальная прибавка обеспечена при сочетании обработки семян с подкормкой стимуляторами во время вегетации. Научная новизна работы состоит в том, что впервые в условиях предгорной зоны КБР проведены исследования по определению влияния регуляторов роста на рост и развитие томата в условиях открытого грунта.

Ключевые слова: томат, регуляторы роста растений, Гумат калия, Энерген, Гетероауксин, Фитоспорин, Циркон, фазы роста растений, биомасса надземных органов, сухая масса растений

Поступила 24.05.2022, одобрена после рецензирования 01.06.2022, принята к публикации 05.06.2022

Для цитирования. Шибзухов З. С., Кишев А. Ю., Тиев Р. А. и др. Интенсивность роста и развития томата при применении регуляторов роста // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 3 (107). С. 57–66. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-3-107-57-66

Original article

The intensity of tomato growth and development when using growth regulators

**Z.S. Shibzukhov, A.Yu. Kishev, R.A. Tiev, B.B. Beslaneev,
T.B. Zherukov, M.Sh. Akhundzada**

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov
360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue

Annotation. In the context of the growing importance of ecology, it is necessary to study and improve the use of growth regulators in the cultivation of vegetable crops. One of the main factors in the efficiency of vegetable cultivation is the scientifically based use of plant growth regulators. Every year, new biologically active preparations for growing agricultural plants enter the market. For the effective use of biological products, it is necessary to select the optimal doses and consumption rates of the working fluid. The use of plant growth regulators is primarily aimed at increasing the yield and quality of the products obtained. In our research, we studied the high-yielding tomato variety Alpha, which is one of the most promising varieties for open ground. For the study, we chose promising growth regulators recommended for use on vegetable crops: Potassium Humate, Energen, Heteroauxin, Fitosporin, Zircon. Seeds and adult plants were treated with these preparations. All experiments were carried out in accordance with generally accepted methods. The experiments were laid according to the following scheme: Control (the seeds were soaked in distilled water); in the experimental variants, the seeds were treated, and during the growing season, foliar top dressing was carried out with working solutions of the applied growth regulators. The duration of soaking the seeds is 2 hours; when feeding plants during the growing season, the consumption of the working fluid is 500 l/ha. The agricultural technique used in the research is generally accepted in the economy. Soaking seeds in solutions of stimulants showed efficiency in comparison with the control ones, but the maximum increase was achieved when the seed treatment was combined with feeding with stimulants during the growing season.

Key words: tomato, plant growth regulators, Potassium humate, Energen, heteroauxin, Phytosporin, Zircon, plant growth phases, biomass of aboveground organs, dry mass of plants

Submitted 24.05.2022,

approved after reviewing 01.06.2022,

accepted for publication 05.06.2022

For citation. Shibzukhov Z.S., Kishev A.Yu., Tiev R.A., Beslaneev B.B [et al.] The intensity of tomato growth and development when using growth regulators. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 3 (107). Pp. 57–66. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-3-107-57-66

Одной из самых актуальных и требующих всестороннего изучения вопросов остается регуляция роста и развития овощных культур с помощью биологически активных веществ. Значительным достижением современной науки является выявление роли биологически активных веществ в улучшении ростовых процессов растений и повышении иммунитета к неблагоприятным условиям [1–6].

Применение регуляторов роста делает производство наиболее рентабельным и выгодным. С каждым годом на рынок выпускают новые соединения биологически активных препаратов для эффективного выращивания сельскохозяйственных растений. Возникают вопросы по эффективной обработке растений регуляторами роста. Нужно подобрать наиболее оптимальные дозы и нормы расхода препарата. Выпуск новых препаратов в основном направлен на улучшение характеристик старых образцов и безопасное их применение. Регуляторы роста растений должны быть направлены в первую очередь на повышение урожайности и качества получаемой продукции [7–10].

Значимость проведения данной работы по изучению воздействия регуляторов роста на томаты была аргументирована решением следующих вопросов:

- получение максимального эффекта от использования регуляторов роста на растениях томата;
- максимальное снижение себестоимости производства единицы продукции;

- повышение естественного иммунитета растений томата для снижения пестицидной нагрузки и как следствие повышения экологичности производства.

Цель работы заключается в изучении регуляторов роста и возможности их включения в агротехнику выращивания овощных культур.

Объектом исследования выбрали высокоурожайный томат сорта Альфа, который является одним из самых перспективных сортов для открытого грунта.

Для изучения выбрали перспективные регуляторы роста, рекомендованные производителем для использования на овощных культурах в концентрациях рабочих растворов: Гумат калия – 0,1 %, Энерген – 0,05 %, Гетероауксин – 0,01 %, Фитоспорин – 0,005 %, Циркон – 0,001 %. Данными препаратами обрабатывали семена и взрослые растения. Все опыты были проведены в соответствии с общепринятыми методиками.

В лабораторных условиях проводили исследования, направленные на изучение воздействия регуляторов роста на интенсивность роста и развития томата.

Опыты закладывали по следующей схеме: контроль (семена замачивали в дистиллированной воде), в опытных вариантах семена замачивали в рабочих растворах применяемых регуляторов роста и в качестве подкормок во время вегетации. Применяли рекомендованные производителем концентрации растворов: Гумат калия – 0,1 %, Энерген – 0,05 %, Гетероауксин – 0,01 %, Фитоспорин – 0,005 %, Циркон – 0,001 %. Длительность замачивания семян – 2 часа, расход рабочей жидкости при внекорневой подкормке – 500 л/га.

Исследования проводили в производственных условиях ООО «ЮгАгро», расположенного в черте города Нальчик Кабардино-Балкарской Республики.

Семена замачивали согласно регламенту. Обработку томата рабочими растворами во время вегетации делали ручным опрыскивателем марки «Comfort - 18» в фазу цветения.

У большинства овощных культур в нормальных условиях первые листья появляются через 6–10 дней. Томаты вначале растут очень медленно, поэтому в первое время могут довольствоваться малой площадью питания [11–14]. После появления 2–3 настоящих листьев хорошо переносят пикировку на доращивание и пересадку растения на постоянное место.

Испытываемые препараты благотворно повлияли на рост растений томатов. Высота растений в фазе образования бутонов на контрольном варианте составила 23,0 см, при применении регуляторов роста этот показатель составлял от 23,9 до 25,7 см. Такая же картина наблюдалась и по остальным фазам роста и развития. Так, в начале цветения разница между вариантами уже была существеннее – 41,4 см на контроле, 47,3 – максимальное значение в варианте с Гуматом калия и 45,6 см с Цирконом.

Высокие показатели в варианте с Гуматом калия объясняются тем, что препарат более активно действует на растения, при обработке Гуматом калия во время вегетации томаты получают активные молекулы гуминовых веществ, что способствует стимуляции ростовых процессов.

Из данных таблиц 1–2 видно, что препараты существенно влияют на нарастание надземных органов томатов. Обработка семян и подкормка растений регуляторами роста во время вегетации в наибольшей степени стимулировали процесс нарастания биомассы в сравнении с разовой обработкой семян.

Таблица 1

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА
НА ДИНАМИКУ НАРАСТАНИЯ БИОМАССЫ ТОМАТА, Г/РАСТЕНИЕ
EFFECT OF TREATMENT OF SEEDS WITH GROWTH REGULATORS
ON THE DYNAMICS OF GROWTH OF TOMATO BIOMASS, G/PLANT

Вариант	Образование бутонов			Начало цветения		
	стеблей	листьев	Σ	стеблей	листьев	Σ
Контроль	17,88	37,67	55,55	35,71	75,23	110,94
Гумат калия	23,03	48,51	71,54	42,25	88,99	131,24
Энерген	20,33	42,84	63,17	37,87	79,79	117,66
Гетероауксин	19,08	40,20	59,28	36,57	77,05	113,62
Фитоспорин	20,55	43,30	63,83	38,88	81,91	120,79
Циркон	21,27	44,48	66,75	39,25	83,72	125,97
НСР ₀₅	0,68	1,49	2,21	1,35	2,75	3,93

Таблица 2

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА
НА ДИНАМИКУ НАРАСТАНИЯ СУХОЙ МАССЫ ТОМАТА, Г/РАСТЕНИЕ
EFFECT OF TREATMENT OF SEEDS WITH GROWTH REGULATORS
ON THE DYNAMICS OF GROWTH OF TOMATO DRY WEIGHT, G/PLANT

Вариант	Образование бутонов			Начало цветения		
	стеблей	листьев	Σ	стеблей	листьев	Σ
Контроль	3,73	6,32	10,05	7,40	12,56	19,96
Гумат калия	4,24	7,21	11,45	9,10	15,44	24,54
Энерген	3,86	6,56	10,45	8,36	14,23	22,59
Гетероауксин	3,82	6,49	10,31	8,26	14,01	22,27
Фитоспорин	4,21	7,16	11,37	9,05	15,35	24,40
Циркон	3,91	6,96	10,87	8,79	14,35	23,14
НСР ₀₅	0,14	0,24	0,38	0,29	0,49	0,78

С увеличением высоты растений как следствие возрастает и биомасса, особенно с применением изучаемых препаратов. При обработке семян и растений результаты нарастания биомассы существеннее, чем при обработке семян. Это означает, что препараты оказывают благотворное влияние на взрослое растение, стимулируя его рост и развитие. Самые высокие показатели увеличения биомассы томата отмечены в варианте с Гуматом калия во всех фазах вегетации. По сравнению с контролем варианты с использованием препаратов были лучше по нарастанию биомассы. Таким образом, применение регуляторов роста не угнетало растения томата, а наоборот, стимулировало их рост и развитие. В наших опытах в фазах формирования и созревания плодов биомасса нарастало больше, но при

созревании плодов наблюдалось ее снижение. Так, прирост биомассы в фазе бутонизации составлял от 3 до 30 %, при созревании – от 1 до 15 %. Такое явление, скорее, связано с тем, что при созревании идет отток органических соединений из листьев в плоды томатов. «При этом процессы старения и отмирания листьев в варианте с Гуматом калия протекают более замедленно» [3], поэтому прирост биомассы в фазе созревания плодов максимальный среди других изучаемых препаратов.

Таблица 3

ВЛИЯНИЕ ДВУКРАТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА
НА ДИНАМИКУ НАРАСТАНИЯ БИОМАССЫ ТОМАТА, Г/РАСТЕНИЕ
EFFECT OF TWICE TREATMENT WITH GROWTH REGULATORS
ON THE DYNAMICS OF GROWTH OF TOMATO BIOMASS, G/PLANT

Вариант	Начало образования плода			Начало созревания		
	стеблей	листьев	Σ	стеблей	листьев	Σ
Контроль	53,10	111,86	164,96	57,28	120,67	177,95
Гумат калия	63,81	134,41	198,22	65,91	138,84	204,75
Энерген	56,64	119,33	175,97	59,52	125,37	184,89
Гетероауксин	53,19	112,04	165,23	57,76	121,69	179,45
Фитоспорин	56,74	119,53	176,27	59,77	125,90	185,67
Циркон	59,26	118,24	167,50	59,96	125,25	185,21
НСР ₀₅	2,09	4,31	5,26	2,15	4,52	6,28

Таблица 4

ВЛИЯНИЕ ДВУКРАТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА
НА ДИНАМИКУ НАКОПЛЕНИЯ СУХОЙ МАССЫ ТОМАТА Г/РАСТЕНИЕ
EFFECT OF TWICE TREATMENT WITH GROWTH REGULATORS
ON THE DYNAMICS OF ACCUMULATION OF THE DRY MASS OF TOMATO G/PLANT

Вариант	Начало образования плода			Начало созревания		
	стеблей	листьев	Σ	стеблей	листьев	Σ
Контроль	13,08	22,22	35,30	16,89	28,68	45,57
Гумат калия	16,21	27,53	43,74	19,96	33,88	53,84
Энерген	15,07	25,58	40,65	18,37	31,18	49,55
Гетероауксин	14,88	25,27	40,15	18,29	31,06	49,35
Фитоспорин	16,20	27,51	43,71	19,41	32,95	52,36
Циркон	15,84	25,81	41,65	19,46	31,93	51,39
НСР ₀₅	0,51	0,86	1,37	0,64	1,08	1,72

С увеличением возраста растений томата в листьях снижается активность фитогормонов, замедляется дыхание, а активность абсцизина увеличивается, тем самым угнетая растение. «Переломным моментом в направленности некоторых сторон метаболизма в листьях является фаза бутонизации растений. В целом наблюдается одинаковая закономерность в

изменении изученных физиолого-биохимических процессов в листьях как в связи с их собственным возрастом, так и общим возрастом растения» [8].

Продуктивность растений можно определить по накоплению сухого вещества в надземных органах. По результатам опытов можем видеть, что использование регуляторов роста усиливает процесс накопления сухого вещества.

Интенсивность фотосинтетической деятельности напрямую влияет на накопление сухого вещества в растениях, поэтому важно создание оптимальных условий питания и освещения, поддержание уровня влаги.

Анализ данных из таблиц показывает, что максимальное накопление сухой массы отмечено в варианте, где семена и растения обрабатывали препаратом Гумат калия. По данным показателям немногим уступают показания препарата Циркон. Наименьшую эффективность по всем вариантам опытов показывал препарат Гетероауксин.

В наших опытах мы наблюдаем, что процессы роста и развития наиболее активно протекают с применением Гумата калия, это согласуется с данными других авторов, указывающих на то, что содержащиеся в нем гуминовые вещества значительно улучшают режим минерального питания [11, 15].

Для накопления фитогормонов и активных веществ в необходимом количестве площадь листьев должна быть соответствующей возрасту растений. Нужный объем активных веществ достигается при наличии необходимого количества или площади листьев. Сверх этого количества листьев никак не влияет на дальнейший рост и развитие растений.

Применяемые препараты стимулировали процесс накопления сухого вещества надземными органами растений. Во всех опытных вариантах, где применяли регуляторы роста, вырос процент накопления сухого вещества в зависимости от фазы роста от 16 до 29 %. Интересным остается факт, что препараты Гумат калия, Энерген и Циркон, которые активнее всех стимулировали нарастание биомассы растений, по процентному содержанию в них сухого вещества значительно уступали варианту с Гетероауксином и Фитоспорином, в вариантах которых значения биомассы и сухой массы были самые низкие. Исходя из этого можно сделать вывод, что в большей степени формирование плодов и интенсивность их созревания зависят от скорости образования сухого вещества надземными органами растений, а не от их количества.

Резюмируя результаты исследований, пришли к выводу, что регуляторы роста благотворно влияют на интенсивность ростовых процессов растений томата. Среди изучаемых препаратов наибольшую активность по нарастанию биомассы, а также сухого вещества надземными органами проявлял Гумат калия (обработка семян и растений). Также на данном варианте отмечались максимальные темпы роста и развития растений. По содержанию сухого вещества в надземной части растений томатов показатели с Гуматом калия были самыми низкими по сравнению с другими препаратами на 0,5–2 %. Как известно, нарастание биомассы надземных органов до определенных величин приводит к затенению листьев растений, тем самым падению фотосинтетической деятельности и оттоку питательных веществ в стебли и листья растений, все это ведет к снижению интенсивности образования плода и урожайности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Езаов А. К., Шибзухов З. С. Оптимизация технологии выращивания томата в условиях защищенного грунта // Сборник трудов II международной научно-практической интернет-

конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2017. С. 625–629.

2. *Езаов А. К., Шибзухов З. С., Нагоев М. Х.* Овощеводство – перспективная отрасль сельскохозяйственного производства Кабардино-Балкарии // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1–1. С. 1693.

3. *Сарбашев А. С., Шибзухов З. С., Карежева З. М.* Использование антистрессовых препаратов для профилактики устойчивости овощных культур к болезням и вредителям // *Сборник трудов I международной научно-практической интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования»*. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2016. С. 2097–2101.

4. *Хуштов Ю. Б., Шибзухов З. С., Индароков М. Х.* Изучение продуктивности различных сортов томата в условиях защищенного грунта // *Сборник трудов II международной научно-практической интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования»*. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2017. С. 613–615.

5. *Шибзухов З. С., Шибзухова З. С.* Экологические приемы повышения устойчивости томатов к болезням и вредителям // *Защита и карантин растений*. 2017. № 7. С. 51–52.

6. *Шибзухов З. С., Куржиева Ф. М.* Рост и развитие томата при выращивании методом гидропоники // *Сборник трудов I международной научно-практической интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования»*. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2016. С. 2130–2132.

7. *Шибзухов З.-Г. С., Езаов А. К., Шугушхов А. А.* Влияние регуляторов роста на продуктивность томата // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*. 2016. № 2(12). С. 27–32.

8. *Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Жеруков Т. Б. и др.* Эффективность микроэлементов в земледелии // *Аграрная Россия*. 2019. № 1. С. 19–23.

9. *Магомедов К. Г., Ханиева И. М., Кишев А. Ю., Бозиев А. Л., Жеруков Т. Б., Шибзухов З.-Г. С., Амиюков А. Э.* Восстановитель плодородия почв // *Fundamental and applied science-2017. Materials of the XIII International scientific and practical conference*. Editor: Michael Wilson. 2017. С. 74–77.

10. *Ezov A., Shibzukhov Z.-G., Shibzukhova Z. [et al.]* Prospects and technology of cultivation of organic vegetable production on open ground in southern Russia conditions // *E3S Web of Conferences, International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad"*, DAIC 2020. С. 2003.

11. *Назранов Х. М., Аишотова М. Р., Халишхова Л. З., Шибзухов З.-Г. С.* Инновационный потенциал развития овощеводства в регионе // *РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция*. 2019. № 3. С. 86–90.

12. *Езиев М. И., Шибзухов З.-Г. С.* Эффективная технология выращивания овощных культур // *NovaInfo.Ru*. 2017. Т. 1. № 61. С. 144–148.

13. *Шибзухов З.-Г. С., Куржиева Ф. М.* Способы повышения устойчивости томата к вирусу табачной мозаики // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии для АПК Юга России»*. 2016. С. 209–213.

14. *Shibzukhov Z.-G., Bagov A., Shibzukhova Z. [et al.]* Tomato productivity depending on mineral nutrition and irrigation regimes in the conditions of film greenhouses in the mountain zone of the KBR // E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2021. С. 01032.

Информация об авторах

Шибзухов Залим-Гери Султанович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Садоводство и лесное дело», Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова;

360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9765-5633>

Кишев Алим Юрьевич, канд. с.-х. наук, доцент, заведующий кафедрой «Агрономия», Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова;

360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

Тиев Руслан Абдулович, канд. биол. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продукции растениеводства», Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова;

360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в

Бесланев Беслан Борисович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Садоводство и лесное дело», Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова;

360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в

Жеруков Тимур Баширович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продукции растениеводства», Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова;

360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в

Ахундада Мохаммад Шафи, аспирант кафедры «Садоводство и лесное дело», Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова;

360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в

REFERENCES

1. Ezaov A.K., Shibzukhov Z.S. Optimization of tomato cultivation technology in protected ground conditions. *Sbornik trudov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii «Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya»* [Proceedings of the II International Scientific and Practical Internet Conference "Modern Ecological State of the Environment and Scientific and Practical Aspects of Rational Nature Management"]. Prikaspijskiy NII aridnogo zemledeliya. 2017. Pp. 625–629. (In Russian)

2. Ezaov A.K., Shibzukhov Z.S., Nagoev M.Kh. Vegetable growing is a promising branch of agricultural production in Kabardino-Balkaria. *Modern problems of science and education*. 2015. No. 1–1. Pp. 1693. (In Russian)

3. Sarbashev A.S., Shibzukhov Z.S., Karezheva Z.M. The use of anti-stress drugs for the prevention of resistance of vegetable crops to diseases and pests. *Sbornik trudov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii «Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya»* [Proceedings of the I

International Scientific and Practical Internet Conference "Modern Ecological State of the Environment and Scientific and Practical Aspects of Rational Nature Management"]. Prikaspijskiy NII aridnogo zemledeliya. 2016. Pp. 2097–2101. (In Russian)

4. Khushtov Yu.B., Shibzukhov Z.S., Indarokov M.Kh. The study of the productivity of different varieties of tomato in protected ground. *Cbornik trudov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii «Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya»* [Proceedings of the II International Scientific and Practical Internet Conference "Modern Ecological State of the Environment and Scientific and Practical Aspects of Rational Nature Management"]. Prikaspijskiy NII aridnogo zemledeliya. 2017. Pp. 613–615. (In Russian)

5. Shibzukhov Z.S., Shibzukhova Z.S. Ecological methods of increasing the resistance of tomatoes to diseases and pests. *Plant protection and quarantine*. 2017. No. 7. Pp. 51–52. (In Russian)

6. Shibzukhov Z.S., Kurzhieva F.M. Growth and development of tomato when grown by hydroponics. *Cbornik trudov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii «Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya»* [Proceedings of the I International Scientific and Practical Internet Conference "Modern Ecological State of the Environment and Scientific and Practical Aspects of Rational Nature Management"]. Prikaspijskiy NII aridnogo zemledeliya. 2016. Pp. 2130–2132. (In Russian)

7. Shibzukhov Z.-G.S., Ezaov A.K., Shugushkhov A.A. Influence of growth regulators on tomato productivity. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova* [Proceedings of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University n.a. V.M. Kokov]. 2016. No. 2 (12). Pp. 27–32. (In Russian)

8. Kisev A.Yu., Khanieva I.M., Zherukov T.B. [et al.]. Efficiency of trace elements in agriculture. *Agrarnaya Rossiya* [Agricultural Russia]. 2019. No. 1. Pp. 19–23. (In Russian)

9. Magomedov K.G., Khanieva I.M., Kisev A.Yu., Boziev A.L., Zherukov T.B., Shibzukhov Z.-G.S., Amshokov A.E. Soil fertility restorer // Fundamental and applied science-2017. *Materials of the XIII International scientific and practical conference*. Editor: Michael Wilson. 2017. Pp. 74–77. (In Russian)

10. Ezov A., Shibzukhov Z.-G., Shibzukhova Z. [et al.]. Prospects and technology of cultivation of organic vegetable production on open ground in southern Russia conditions. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad"*, DAIC 2020. P. 2003.

11. Nazranov Kh.M., Ashkhotova M.R., Khalishkhova L.Z., Shibzukhov Z.-G.S. Innovative potential for the development of vegetable growing in the region. *RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzheniye, Konkurentsiya* [RISC: Resources, Information, Supply, Competition]. 2019. No. 3. Pp. 86–90. (In Russian)

12. Eziev M.I., Shibzukhov Z.-G.S. Effective technology for growing vegetable crops. *NovaInfo.Ru*. 2017. Vol. 1. No. 61. Pp. 144–148. (In Russian)

13. Shibzukhov Z.-G.S., Kurzhieva F.M. Methods for increasing the resistance of tomato to tobacco mosaic virus. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovacionnye tekhnologii dlya APK Yuga Rossii»* [Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference "Innovative technologies for the agro-industrial complex of the South of Russia"]. 2016. Pp. 209–213. (In Russian)

14. Shibzukhov Z.-G., Bagov A., Shibzukhova Z. [et al.] Tomato productivity depending on mineral nutrition and irrigation regimes in the conditions of film greenhouses in the mountain zone of the KBR. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad"*, DAIC 2021. P. 01032.

Information about the authors

Shibzukhov Zalim-Geri Sultanovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department "Gardening and Forestry", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov;

360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9765-5633>

Kishev Alim Yurievich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Agronomy", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov;

360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue;

a.kish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

Tiev Ruslan Abdulovich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department "Technology of production and processing of crop products", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov;

360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue

Beslaneev Beslan Borisovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department "Gardening and Forestry", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov;

360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue

Zherukov Timur Bashirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department "Technology of production and processing of crop products", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov;

360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue

Akhundzada Mohammad Shafi, post-graduate student of the department "Gardening and Forestry", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov;

360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue