

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА

А.Ф. Петров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Р.Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Н.В. Гаврилец, начальник информационно-аналитического и патентного отдела

А.В. Пастухова, аспирант

И.Е. Лаврищев, аспирант

М.П. Боднарюк, аспирант

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: Petrov190378@mail.ru

Ключевые слова: томат, сорта, азотные удобрения, аммиачная селитра, КАС-32, урожайность, качество продукции.

Реферат. Томат – это одна из основных овощных культур, которая ценится за высокое содержание в плодах различных витаминов, органических кислот, антиоксидантов, полезных макро- и микроэлементов и других веществ, необходимых для поддержания нормальной жизнедеятельности организма. В силу своих особенностей томат распространен широко, но всё ещё есть «белые пятна» в технологии его производства, особенно в области применения удобрений. В данной статье изложен опыт применения различных норм жидких (КАС-32) и твёрдых (аммиачная селитра) минеральных азотных удобрений на авторских сортах томата в условиях открытого грунта. Установлено, что применение азотных удобрений оказывает существенное влияние на продолжительность основных фаз вегетации и всего периода в целом, так, применение аммиачной селитры до 15, а КАС-32 – до 17 суток увеличивает вегетационный период. Под действием удобрений существенно улучшается структура урожая и повышается продуктивность культуры. Разница по отношению к контролю составляет более 150 %, причём максимальный эффект достигается при повышенных дозах КАС-32. Максимальная прибавка урожайности составляет 45 т/га в вариантах с применением аммиачной селитры и до 62 т/га – в вариантах с КАС-32. Под влиянием применения азотных удобрений применение удобрений увеличивает содержание сухого вещества до 15–20%, общего сахара – до 76 витамина С – до 38 %. Наибольший эффект достигается при применении КАС-32, когда все качественные показатели выше на 5–10 % по сравнению с аммиачной селитрой.

INFLUENCE OF DIFFERENT FORMS AND RATES OF MINERAL NITROGEN FERTILIZERS ON TOMATO PRODUCTIVITY IN OPEN FIELD CONDITIONS

A.F. Petrov, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

R.R. Galeev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

N.V. Gavrillets, Head of the Informational-Analytical and Patent Department

A.V. Pastukhova, Graduate Student

I.E. Lavrishev, Graduate Student

M.P. Bodnaryuk, Graduate Student

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: Petrov190378@mail.ru

Keywords: tomato, varieties, nitrogen fertilisers, ammonium nitrate, KAS-32, yield, product quality.

Abstract. Tomato is one of the major vegetable crops valued for its high content of various vitamins, organic acids, antioxidants, essential macro- and microelements, and other substances necessary for maintaining normal body functions. Due to its characteristics, tomatoes are widely grown, but there are still "blank spots" in their production technology, especially in fertiliser application. This article presents the experience of using different rates of liquid (KAS-32) and solid (ammonium nitrate) mineral nitrogen fertilisers on the author's tomato varieties in open field conditions. The authors found a significant effect of nitrogen fertilisers on the duration of the main

phases of the growing season and the entire period of tomato growth. Specifically, using ammonium nitrate for up to 15 days and KAS-32 for up to 17 days increases the vegetation period. Fertiliser application substantially improves crop structure and increases crop productivity. The difference compared to the control is over 150%, with the maximum effect achieved at increased doses of KAS-32. The maximum yield increase is 45 t/ha in variants with ammonium nitrate and up to 62 t/ha in variants with KAS-32. Under the influence of nitrogen fertiliser application, the content of dry matter increases by 15–20%, total sugar by 76%, and vitamin C by 38%. The most significant effect is achieved using KAS-32, where all quality indicators are 5–10% higher than ammonium nitrate.

Овощеводство – это одна из отраслей сельского хозяйства, основная доля которого приходится на личные подсобные хозяйства, где остро стоит вопрос качества семян.

Среди овощных культур преимущественно выращивают огурец, томаты и перец. Данным культурам принадлежит одно из ведущих мест в деле обеспечения населения высококачественной продукцией. Удивительная пластичность этих растений, способных расти и плодоносить в самых разных экологических условиях, а также созданное селекционерами большое сортовое разнообразие позволяют продвигать эти теплолюбивые культуры далеко на север и выращивать их как в защищенном, так и в открытом грунте [1–4].

В России в настоящее время районировано более 200 сортов и гибридов огурца, более 500 – томата и более 100 – перца. Интенсивная селекционная работа с этими культурами проводится в различных научных учреждениях России, стран Европы и Северной Америки [2, 3].

Овощная продукция – это основной источник витаминов, углеводов и минеральных веществ для организма человека [4, 5]. Рост ее производства является одной из главных задач в развитии АПК России. Не исключением является и Западная Сибирь, однако в силу своих климатических особенностей она сильно уступает другим регионам нашей страны, особенно в области производства томатов открытого грунта, основные объемы которых выращиваются на участках садоводов-любителей.

Основные площади под овощными культурами, и особенно под томатами, сосредоточены в Астраханской области, которая во времена Советского Союза имела статус «всесоюзного огорода». В настоящее время площади под данной культурой составляют свыше 85 тыс. га.

Но несмотря на широкий ареал распространения и большие площади возделывания урожайность культуры остаётся невысокой – в среднем 45–50 т/га. Основная причина этого – слабый уровень агротехники и недостаток питательных веществ, в частности минерального азота.

Цель исследований – усовершенствовать технологию возделывания томатов открытого грунта в условиях лесостепи Западной Сибири.

Для достижения поставленной цели предстояло решить следующие задачи:

- определить влияние различных форм и доз минеральных азотных удобрений на продолжительность фенологических фаз и вегетационного периода томатов открытого грунта;
- изучить влияние применения минеральных азотных удобрений на урожайность томатов;
- дать оценку изучаемым сортам томатов по биохимическим показателям в зависимости от уровня минерального питания.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыт был заложен в 2020–2022 гг. на землях УПХ «Сад мичуринцев» Новосибирского ГАУ на площади 0,05 га в соответствии с методикой полевого опыта [6]. Климат данной зоны характеризуется ярко выраженной континентальностью, с продолжительной холодной зимой и коротким, жарким, нередко засушливым летом.

Схема опыта:

1. Контроль (без удобрений).
2. Аммиачная селитра (NH_4NO_3) – N_{60} .
3. Аммиачная селитра (NH_4NO_3) – N_{90} .
4. КАС-32 ($\text{NH}_4\text{NO}_3-(\text{NH}_2)_2\text{CO}-\text{H}_2\text{O}$) – N_{60} .
5. КАС-32 ($\text{NH}_4\text{NO}_3-(\text{NH}_2)_2\text{CO}-\text{H}_2\text{O}$) – N_{90} .

Почва опытного участка – серая лесная.

Содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,1–3,9 %, азота нитратного – 11,1–13,5 мг/кг, азота аммиачного – 12,2–13,9 мг/кг, подвижного фосфора – 154–168 мг/кг (по Чирикову Ю. И., 1969), обменного калия – 179–186 мг/кг почвы. Сумма поглощенных оснований – 30,4–51,0 мг-экв/100 г почвы, $\text{pH}_{\text{сол}}$ 7,1–7,3 (данные ЦАС Новосибирский).

В качестве объектов исследований взяты сорт Боец (Буян) и два авторских сорта томата – Рая и Филимоновна.

Агротехника возделывания классическая, начинается с получения рассады. Посев томатов на рассаду для открытого грунта в усло-

виях Западной Сибири производится в конце марта – начала апреля. Для посева была взята готовая почвенно-торфяная смесь Terra Vita. Предшественником во все годы исследований были однолетние травы. Аммиачную селитру в установленных дозах вносили вразброс непосредственно перед посевом под культивацию, КАС-32 – в эти же сроки опрыскивателем. Высадка растений производилась в первой декаде июня вручную по схеме 70 x 35 см.

Основной уход за растениями включал в себя своевременные поливы, рыхление, пасынкование и подвязку растений. Учёт и уборку урожая проводили четырехкратно по мере созревания плодов. Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа на ПК с использованием программы SNEDEKOR.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из наиболее важных процессов жизнедеятельности томатов, как и любых других культур, являются процессы роста и развития, в которых выражена свойственная каждому организму потенциальная способность к размножению и самовоспроизведению. В процессе роста и развития растений происходят качественные изменения структуры организма, которые обуславливают прохождение растением определенных этапов онтогенеза. Переход от одного этапа развития к другому сопровождается сложными биохимическими и физиологическими изменениями [7–11]. Сроки прохождения тех или иных этапов онтогенеза могут сильно варьировать в зависимости от года исследований, а также от применения азотных минеральных удобрений.

Погодные условия третьей декады мая и первой декады июня 2020 г. характеризовались как жаркие и сухие, что негативно сказывалось на высаженных в открытый грунт растениях. Тёплый и относительно сухой июль положительно повлиял на рост и развитие растений, что способствовало сокращению периода отдельных этапов онтогенеза. Аномально жаркий август 2020 г. также положительно сказался на продолжительности вегетации, но при этом требовались дополнительные поливы, особенно в вариантах с применением КАС-32, где на отдельных участках отмечалось незначительное увядание растений.

Холодная сухая погода июня 2021 г. отрицательно повлияла на рост и развитие растений томатов. Однако тёплый и влажный июль способствовал улучшению ситуации, когда растения в оптимальных условиях вошли в фазу

бутонизации и цветения. Первая декада августа также была оптимальной для томата, но влажные относительно холодные две последующие декады месяца внесли свои коррективы: наблюдались задержка в созревании и очаговое поражение растений фитопатогенами.

Аномально жаркая, сухая погода мая и начала июня 2022 г. отрицательно сказывалась на приживаемости растений томата в условиях открытого грунта. Относительно сухая и прохладная погода последующих месяцев также была неблагоприятной для томатов, когда основные этапы онтогенеза затягивались, что отрицательно повлияло на вегетационный период в целом.

В результате изучения влияния различных форм и норм азотных удобрений на томатах защищённого грунта было установлено, что они оказывают сильное влияние на продолжительность отдельных межфазных периодов и вегетацию растений в целом. При этом следует заметить, что если продолжительность периода «всходы–начало цветения» по обработанному фону ниже, чем в контроле, то в последующие периоды вегетации положение кардинально меняется, и минеральные азотные удобрения сильно затягивают все фазы развития, особенно повышенные дозы. При этом в вариантах с применением жидких азотных удобрений КАС-32 эта разница максимально высокая, в среднем на 3–5 суток по отношению к аммиачной селитре и на 13–16 суток по отношению к контролю (табл. 1).

Максимальное воздействие удобрений на удлинение периода вегетации было отмечено по сорту Боец (Буян), аммиачная селитра при норме внесения 90 кг д.в./га привела к увеличению периода вегетации до 15 суток, который в среднем за 3 года составил 104 дня. Применение КАС-32 в той же дозе увеличивало период вегетации до 17 суток, и он составил в среднем 106 дней.

Минимальное действие азотных удобрений отмечалось по авторскому сорту Рая, где в среднем за годы исследований увеличение периода вегетации по максимальным дозам аммиачной селитры и КАС-32 составило 5 и 12 суток соответственно. При этом данный сорт имел самый короткий период вегетации, что весьма актуально в условиях Западной Сибири.

Наиболее важным показателем любой сельскохозяйственной культуры является её продуктивность, которая формируется в течение всего периода вегетации, вначале в виде вегетативных органов, а затем репродуктивных [10, 12, 13].

Таблица 1

Влияние различных вариантов пищевого режима на прохождение фенологических фаз и продолжительность вегетационного периода томатов открытого грунта (2020–2022 гг.).
Influence of various feeding regimes on the progression of phenological phases and the vegetative period of open field tomatoes (2020–2022).

Сорт	Вариант (фон – P ₄₀ , K ₆₀)	Посев	Всходы	Высадка в грунт	Число суток		
					всходы– цветение	всходы– начало со- зревания	всходы– массовое созревание
Боец (Буян)	Контроль	20.04	03.05	05.06	41	71	89
	NH ₄ NO ₃ – 60				42	75	100
	NH ₄ NO ₃ – 90				43	77	104
	КАС – 60				39	80	104
	КАС – 90				41	85	106
Филимо- новна	Контроль	20.04	04.05	05.06	45	80	101
	NH ₄ NO ₃ – 60				49	87	105
	NH ₄ NO ₃ – 90				51	92	108
	КАС – 60				50	93	107
	КАС – 90				53	96	111
Рая	Контроль	20.04	01.05	05.06	49	63	81
	NH ₄ NO ₃ – 60				48	67	86
	NH ₄ NO ₃ – 90				51	69	86
	КАС – 60				45	71	91
	КАС – 90				46	73	93

Томаты в отличие от большинства других овощных культур имеют продолжительный период роста и развития. Следовательно, потенциально возможная продуктивность у них велика. Этому способствуют также природно-климатические факторы, приемы агротехники и особенно применение минеральных азотных удобрений [13–17]. Генетически возможная продуктивность данной культуры в условиях открытого грунта Западной Сибири составляет 15–20 кг с 1 м², фактическая же едва достигает 5–7 кг. Следовательно, данный вопрос является одним из основных при производстве томатов.

В целом за 3 года исследований было установлено, что азотные удобрения существенно влияют на структуру биологического урожая.

Увеличение нормы минеральных азотных удобрений вызывало резкий рост всех структурных показателей урожая, особенно средней массы плодов, где по отдельным вариантам опыта разница достигала 180%. Учёты проводились и по количеству плодов на одно растение, где разница составляла в среднем 2–3 шт. (рис. 1).

В результате проведённых исследований было установлено, что азотные удобрения оказывают влияние на продуктивность томата открытого грунта, но в существенной зависимости от агроклиматических условий. Так, погодные условия 2020 г. были наиболее благоприятными для роста и развития растений, средняя урожайность томатов была выше 2021 г. на 22 % и на 34% выше 2022 г.

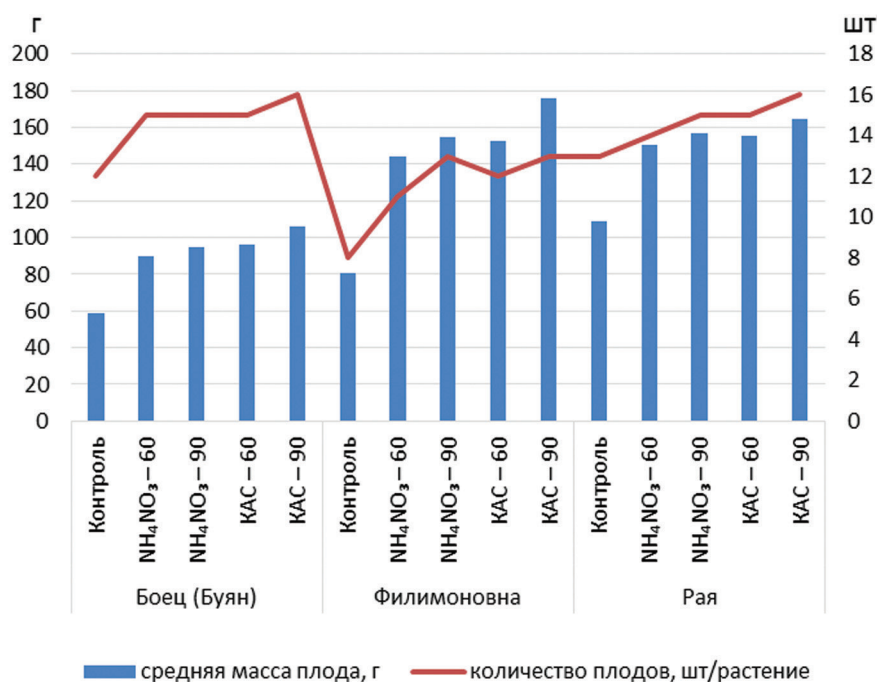
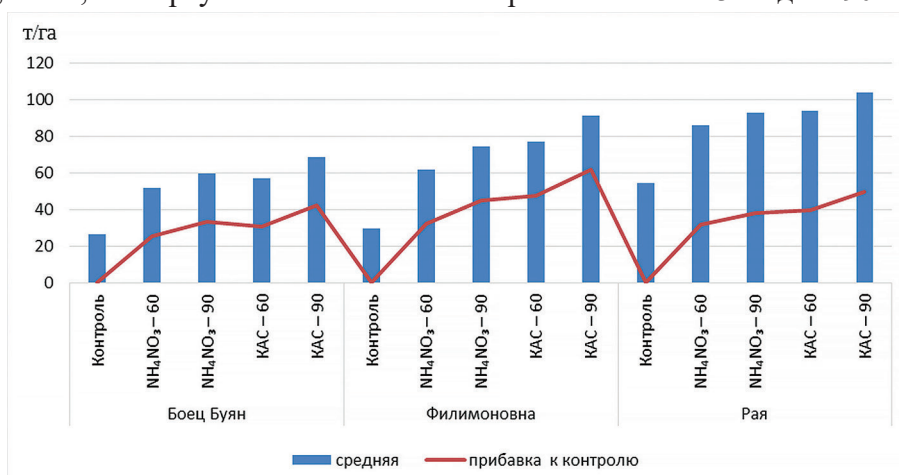


Рис. 1. Структурные показатели урожая зависимости от применяемых удобрений (2020–2022 гг.)

Crop structure indicators depending on the applied fertilisers (2020–2022).

В среднем за 3 года исследований было установлено, что прибавка по урожайности к контролю по сорту Боец (Буян) составила от 25,2 до 42,4 т/га, по сорту Филимоновна –

32,3–61,5, сорту Рая – 31,8–49,6 т/га. При этом максимальный эффект от применения минеральных азотных удобрений был отмечен в вариантах с KAS-32 в дозе 90 кг д.в/га (рис. 2).



Индекс детерминации А (генотип) – 32,42%, В (удобрения) – 38,5 %, С (год) – 26%. АВ – 2,15, АС – 1,68, ВС – 2,13, ABC – 0,57

Рис. 2. Влияние минеральных азотных удобрений на урожайность сортов томата (2020–2022 гг.)

Influence of mineral nitrogen fertilisers on the yield of tomato varieties (2020–2022).

Следует отметить, что наиболее урожайным был сорт Рая, который в условиях открытого грунта формировал урожайность до 103,9 т/га, что на 11,3% выше, чем по сорту

Филимоновна, и более чем на 50 % – по сорту Боец (Буян). При этом в результате исследований было установлено, что данный сорт наиболее пластичный, а следовательно, лучше

адаптирован к условиям Сибири и способен давать урожай даже при минимальном питательном режиме.

Плоды томата являются основным сырьем для консервирования в нашей стране, в них содержится множество витаминов (B_1 , B_2 , С, А, РР, В₉, Н и др.), органических кислот (яблочная и лимонная) и минеральных солей (К, Na, Са, Mg, Р, Fe, I, S). Эти соединения необходимы для оптимального обмена веществ в организме человека и сохранения его жизнедеятельности [4, 5, 11].

При проведении исследований было установлено, что минеральные азотные удобрения

влияют на биохимический состав плодов томата в условиях открытого грунта. Так, применение азотных удобрений в сравнении с контролем способствовало росту содержания сухого вещества в среднем по сортам на 15 % в вариантах с аммиачной селитрой и на 18 % – в вариантах с КАС-32, общего сахара – на 64 и 76, витамина С – на 31 и 38 % соответственно. Но при этом следует заметить, что увеличивается и общая кислотность в среднем до 15%, что повлияло на общие вкусовые качества (табл. 2).

Таблица 2

Биохимический состав плодов томата в зависимости от применения азотных удобрений (2020–2022 гг.)
Biochemical composition of tomato fruits depending on the application of nitrogen fertilizers (2020–2022)

Сорт	Вариант	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин С, мг/100 г	Общая кислотность, %	Нитраты, мг/кг
Боец (Буян)	Контроль	5,16	2,33	10,39	0,61	28
	NH_4NO_3 – 60	5,51	3,66	13,33	0,64	42
	NH_4NO_3 – 90	6,76	4,62	14,81	0,66	56
	КАС – 60	6,80	4,60	14,79	0,69	77
	КАС – 90	7,28	4,89	14,63	0,71	79
Филимоновна	Контроль	5,14	3,73	11,19	0,62	42
	NH_4NO_3 – 60	5,86	4,41	12,23	0,79	54
	NH_4NO_3 – 90	5,61	4,55	13,29	0,79	56
	КАС – 60	5,39	4,59	14,26	0,76	69
	КАС – 90	5,68	4,89	14,76	0,73	78
Рая	Контроль	6,49	4,31	13,24	0,56	38
	NH_4NO_3 – 60	7,50	4,99	15,19	0,59	49
	NH_4NO_3 – 90	8,09	5,11	15,59	0,61	47
	КАС – 60	8,18	5,03	15,61	0,61	73
	КАС – 90	8,56	5,16	15,55	0,62	79
HCP ₍₀₅₎ A		0,13	0,16	0,24	0,26	0,36
HCP ₍₀₅₎ B		0,21	0,21	0,24	0,26	0,36
HCP ₍₀₅₎ AB		0,35	0,34	0,47	0,43	0,71

Форма азотных удобрений также оказывала влияние на биохимический состав плодов томата. Внесение КАС-32 вызывало рост основных показателей до 10 %.

Среди всех изучаемых сортов томата наибольшее содержание сухого вещества (8,56 %),

общего сахара (5,16%) и витамина С (15,55–15,61 мг/100 г) получено по сорту Рая. Данный сорт имеет и самые низкие показатели по кислотности, что при соотношении к сахарам делает его плоды самыми сладкими и вкусными для употребления в свежем виде.

ВЫВОДЫ

1. Применение минеральных азотных удобрений в производстве томатов существенно влияет на рост, развитие растений и их период вегетации, который в зависимости от нормы и формы удобрений может увеличиться на 2–3 недели, что в условиях открытого грунта не всегда даёт положительный эффект, особенно в холодные и влажные годы.

2. Внесение азотных удобрений оказывает положительное влияние на формирование структуры урожая: средняя масса и количество плодов с одного растения по отношению к контролю возрастают до 100%, особенно при повышенных дозах жидких азотных удобрений.

3. Продуктивность томата очень сильно зависит как от дозы, так и от формы применяемого удобрения. Так, в среднем по опыту отмечалось 2–3-кратное увеличение урожайности, при этом показатели в вариантах с применением КАС-32 были в среднем на 20% выше по отношению к аммиачной селитре. Максимальные показатели урожайности томата отмечены по сорту Рая (103,9 т/га).

4. Нормы минеральных азотных удобрений, а также их форма оказывают влияние и на биохимический состав плодов. Так, в среднем применение удобрений увеличивает содержание сухого вещества до 15–20%, общего сахара – до 76, витамина С – до 38 %. При этом разница по формам удобрений составляет не более 10%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Овощеводство Западной Сибири* / Е.Г. Гринберг, Т.Г. Ксензова, Р.Ф. Хананова [и др.]; под ред. Т.Г. Ксензовой и Р.Ф. Ханановой; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 237 с.
2. *Тараканов Г.И., Борисов Н.В., Климов В.В.* Овощеводство защищенного грунта. – М.: Колос, 1982. – 303 с.
3. *Петров А.Ф., Коваль Ю.И., Листков В.Ю.* Влияние различных форм азотных удобрений на урожайность томата // *Инновации и продовольственная безопасность*. – 2019. – № 2 (24). – С. 145–150.
4. *Хандархаева Н.А.* Пищевая ценность свежих томатов в зависимости от места их возделывания // *Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: сб. науч. тез. студентов / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежевского*. – Иркутск, 2021. – С. 165–166.
5. *Алпатыев А.В.* Помидоры. – М.: Колос, 1981. – 304 с.
6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 350 с.
7. *Ивакин О.В.* Научно-методологические основы выращивания томатов в условиях негативного воздействия факторов открытого грунта (на примере западной Сибири): дис. д-ра техн. наук. – Новосибирск, 2016. – 295 с.
8. *Лудилов В.А., Фомин В.А.* Томаты, перцы, баклажаны. – Ростов-н/Д., 1981. – 54 с.
9. *Леопольд А.К.* Рост и развитие растений / пер. с англ. А. А. Бундель [и др.]; под ред. и с предисл. проф. И.И. Гунара. – М.: Мир, 1968. – 494 с.
10. *Гоулд У.А.* Производство томатов. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 352 с.
11. *Пашков Д.А.* Ботаническая и биологическая характеристика томата // *Образование, наука, производство* – 2017. – Ставрополь: Секвойя, 2017. – С. 164–166.
12. *Гуркина Л.К.* Как получить высокий и качественный урожай томата? // *Защита и карантин растений*. – 2002. – № 3. – С. 57.
13. *Иванов В.С., Чагин В.В.* Продуктивность сортов томатов в условиях сухостепной зоны Хакасии // *Аграрная наука* – 2022: материалы Всерос. конф. молодых исследователей, Москва, 22–24 нояб. 2022 г. – М.: Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 747–750.
14. *Эффективность минеральных удобрений в семеноводстве томатов* / Е.Г. Кипаева, Ш.Б. Байрамбеков, М.Ю. Анишко, Е.Д. Гарьянова // *АгроЭкоИнфо*. – 2019. – № 2 (36). – С. 20.
15. *Пастухова А.В., Петров А.Ф., Гаврилец Н.В.* Влияние форм и доз вносимых удобрений на показатели качества плодов томата // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2021. – № 11 (205). – С. 31–40. – DOI: 10.53083/1996-4277-2021-205-11-31-40.
16. *Титовцева О. Ю.* Влияние удобрений на продуктивность томата Мерлис F1 в условиях защищенного грунта // *Современные тенденции развития науки и технологий: сб. науч. тр.*

по материалам Междунар. науч.-практ. конф., Ставрополь, 17–19 окт. 2018 г. – Ставрополь: Секвойя, 2018. – С. 156–158.

17. Пердебаева И.Б., Алламурастов М.О., Бекбанов А.Ж. Влияние органических и минеральных удобрений на свойства почвы и продуктивность растений томата // Форум молодых ученых. – 2023. – № 5 (81). – С. 184–187.

REFERENCES

1. Grinberg E.G., Ksenzova T.G., Khananova R.F. [i dr.], Ovoshchevodstvo Zapadnoy Sibiri (Vegetable growing in Western Siberia), Novosib. gos. agrar. un-t, Novosibirsk, 2006, 237 p.
2. Tarakanov G.I., Borisov N.V., Klimov V.V., Ovoshchevodstvo zashchishchennogo grunta (Protected ground vegetable growing), Moscow: Kolos, 1982, 303 p.
3. Petrov A.F., Koval' Yu.I., Listkov V.Yu., Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost', 2019, No. 2 (24), pp. 145–150. (In Russ.)
4. Khandarkhaeva N.A., Znachenie nauchnykh studencheskikh kruzhkov v innovatsionnom razvitii agropromyshlennogo kompleksa regiona (The value of scientific student circles in the innovative development of the agro-industrial complex of the region), Abstracts of Papers, Irkutsk, 2021, pp. 165–166. (In Russ.)
5. Alpat'ev A.V., Pomidory (Tomatoes), Moscow: Kolos, 1981, 304 p.
6. Dospekhov B.A., Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Al'yans, 2014, 350 p.
7. Ivakin O.V., Nauchno-metodologicheskie osnovy vyrashchivaniya tomatov v usloviyakh negativnogo vozdeystviya faktorov otkrytogo grunta (na primere zapadnoy Sibiri) (Scientific and methodological foundations for growing tomatoes under the negative impact of open ground factors (on the example of Western Siberia)), Doctors thesis, Novosibirsk, 2016, 295 p.
8. Ludilov V.A., Fomin V.A., Tomaty, pertsy, baklazhany (Tomatoes, peppers, eggplant), Rostov-na Donu, 1981, 54 p.
9. Leopold A.K., Rost i razvitie rasteniy (Plant growth and development), per. s angl A.A. Bundel' [i dr.]; pod red. i s predisl. prof. I.I. Gunara, Moscow: Mir, 1968, 494 p.
10. Gould U.A., Proizvodstvo tomatov (Tomato production), Moscow: Pishch. prom-st', 1979, 352 p.
11. Pashkov D.A., Obrazovanie, nauka, proizvodstvo, 2017, Stavropol': Sekvoyya, 2017, pp. 164–166. (In Russ.)
12. Gurkina L.K., Zashchita i karantin rasteniy, 2002, No. 3, pp. 57. (In Russ.)
13. Ivanov V.S., Chagin V.V., Agrarnaya nauka – 2022 (Agricultural Science - 2022), Proceedings of the Conference Title, Moscow: Ros. gos. agrar. un-t – MSKhA im. K.A. Timiryazeva, 2022, pp. 747–750. (In Russ.)
14. Kipaeva E.G., Bayrambekov Sh.B., Anishko M.Yu., Gar'yanova E.D., AgroEkoInfo, 2019, No. 2 (36), pp. 20. (In Russ.)
15. Pastukhova A.V., Petrov A.F., Gavrilets N.V., Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2021, No. 11 (205), pp. 31–40, DOI: 10.53083/1996-4277-2021-205-11-31-40. (In Russ.)
16. Titovtseva O.Yu., Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologiy (Modern trends in the development of science and technology), Proceedings of the Conference Title, Stavropol': Sekvoyya, 2018, pp. 156–158. (In Russ.)
17. Perdebaeva I.B., Allamuratov M.O., Bekbanov A.Zh., Forum molodykh uchenykh, 2023, No. 5 (81), pp. 184–187. (In Russ.)