

УДК 631.82:635.64

DOI: 10.53083/1996-4277-2021-205-11-31-40

А.В. Пастухова, А.Ф. Петров, Н.В. Гаврилец

A.V. Pastukhova, A.F. Petrov, N.V. Gavrilits

ВЛИЯНИЕ ФОРМ И ДОЗ ВНОСИМЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ТОМАТА

INFLUENCE OF FERTILIZER FORMS AND RATES ON TOMATO FRUIT QUALITY INDICES

Ключевые слова: томат, семейство паслёновые, сорт, урожайность, средняя масса плода, удобрения, минеральные удобрения, методика исследования, химический состав плода, антиоксидант, ликопин.

Представлены результаты, полученные при проведении научно-исследовательской работы по изучению влияния азотных удобрений карбамидно-аммиачной смеси (КАС-32) и аммиачной селитры и их различных доз (40, 80 и 120 кг д.в./га) на качество плодов различных сортов томата, выращиваемого в открытом и защищённом грунтах. В процессе исследования проводились анализы по выявлению биологически активных веществ плодов томата, а также рассмотрен химический состав плодов опытных образцов с определением сухого вещества, общего сахара, витамина С, общей кислотности, ликопина и нитратов. Было определено, что при применении азотсодержащих удобрений в закрытом грунте по отношению к контролю наблюдается увеличение содержания сухого вещества в среднем на 23-25%, общего сахара – на 55-61%, витамина С – на 33-41%. В открытом грунте содержание сухого вещества увеличивалось на 35-45%, общего сахара – на 74-83% и витамина С – 37-42%, но на максимальных дозах применения удобрений N₁₂₀ отмечалось снижение сухого вещества 5-6 по отношению к N₈₀. В то же время наблюдали увеличение общей кислотности плодов по отношению к контролю до 32% в закрытом грунте и до 16% в открытом грунте, хотя на фоне роста общего сахара на вкусовые качества кислотность почти не оказала влияние. Содержание нитратов во всех вариантах не превышало предельно допустимую концентрацию. Полученные данные подтвердили положительное влияние доз разных азотсодержащих удобрений на структуру, качество и безопасность получаемой продукции томата. Такой результат позволит рекомен-

довать проверенные методы и нормы внесения удобрений в период вегетации растений.

Keywords: tomato, Solanaceae, variety, yield, average fruit weight, fertilizers, mineral fertilizers, research method, fruit chemical composition, antioxidant, lycopene.

This paper discusses the results findings on the effect of nitrogen fertilizers as urea-ammonia liquor (KAS-32) and ammonium nitrate of various application rates (40, 80 and 120 kg of primary nutrient per ha) on the quality of tomato fruits grown on the field and under cover. Various research methods were tested. They made it possible to identify biologically active substances of tomato fruits which helped to examine fruit chemical composition of experimental varieties with the determination of dry solids, total sugar, vitamin C, total acidity, lycopene and nitrates. It was found that under cover, the application of nitrogen-containing fertilizers increased dry solids by an average of 23-25%, total sugar - by 55-61%, vitamin C - by 33-41% as compared to the control. On the field, the dry solids content increased by 35-45%, total sugar - by 74-83% and vitamin C - by 37-42%. However, the application of the maximum rates of N₁₂₀ fertilizer decreased dry solids content by 5-6% as compared to N₈₀. At the same time, there was an increase of fruit total acidity as compared to the control: up to 32% under cover, and up to 16% on the field. Although as sugar content increased, the acidity had almost no effect on the eating qualities. In all variants, the nitrate content did not exceed the maximum permissible concentration. The obtained data confirmed the positive effect of certain rates of nitrogen-containing fertilizers on the structure, quality and safety of the obtained tomatoes. This result will make it possible to recommend the tested methods and rates of fertilization during the growing season.

Пастухова Анна Владимировна, аспирант, Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: ngau.histori@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5383-5015>.

Петров Андрей Федорович, к.с.-х.н., доцент, Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: petrov190378@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4521-9087>.

Гаврилец Наталья Владимировна, начальник информационно-аналитического и патентного отдела, Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: gawrilez55@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4140-2407>.

Pastukhova Anna Vladimirovna, post-graduate student, Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: ngau.histori@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5383-5015>

Petrov Andrey Fedorovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: petrov190378@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4521-9087>.

Gavrilets Natalya Vladimirovna, Head of Information-Analytical and Patent Dept., Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: gawrilez55@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4140-2407>.

Введение

Томат является одним из наиболее распространённых выращиваемых культур у населения Сибири. Отчасти это связано с его органолептическими свойствами, пластичностью использования и переработки, но также богатым химическим составом, представляющим кладёз полезных веществ.

Ценность плодов томата определяется содержанием в них большого количества весьма важных и доступных для ежедневного рациона человека веществ, таких как сахара, витамины, органические кислоты, аминокислоты, белки, ферменты, минеральные соли, клетчатка, пектины, жиры, антиоксиданты, фитонциды и многих других [1].

Плоды томата отличаются низкой калорийностью (35 калорий на 100 г), что определяет как наиболее употребляемый в свежем виде овощ в мировой кулинарии. На рисунке 1 представлено

содержание полезных веществ в плодах томата [2]. Согласно проведённым исследованиям «один среднего размера плод томата содержит 57% рекомендуемой суточной нормы витамина С, 25% витамина А и 8% железа» [3].

Современные селекционные достижения обеспечивают поставки на рынок не только классических плодов томата красного, розового и оранжевого цветов, но и необычной формы и колерованной окраски, а высокопродуктивные районированные сортовые линейки позволяют гарантированно получать товарные, экологически безопасные с высокими качественными показателями плоды. Поэтому очень важно разработать исходную технологию возделывания (выращивания) томата, позволяющую не только получение продукции, но и с применением органических и минеральных удобрений рассчитать значимую, безопасную для здоровья потребителя, прибавку урожая.

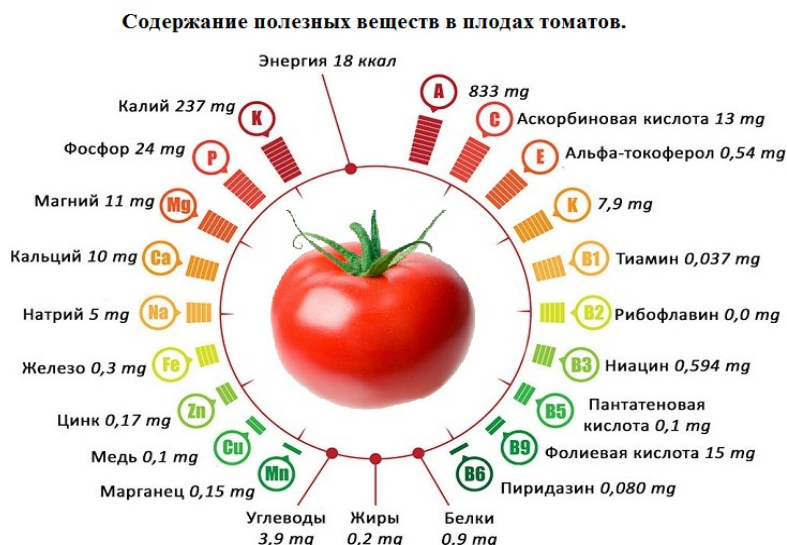


Рис. 1. Содержание полезных веществ в плодах томатов

Сотрудниками Новосибирского ГАУ ежегодно проводятся исследования по изучению влияния вносимых доз азотных удобрений на качество получаемых плодов томата в открытом и закрытом грунтах.

Целью работы является определение отзывчивости томата на применение различных доз азотных удобрений с последующим химическим анализом полученной продукции.

Объекты и методика проведения исследования

Исследования проводили в 2018-2020 гг. в северной лесостепи Западной Сибири на территории Учебно-производственного хозяйства «Сад Мичуринцев» Новосибирского ГАУ, расположенного на территории Новосибирской области в зоне резко континентального климата.

Безморозный период на данной территории длится от 90 до 130 дней. Сумма активных температур воздуха за вегетационный период в среднем составляет 1800-2000°C.

Количество выпавших осадков варьируется от 300 до 400 мм в год, более 2/3 осадков выпадает в теплый период года.

Данные показатели являются не мало важными, поскольку позволяют получить от 50 до 70% планируемого урожая в виде созревших плодов томата при выращивании в открытом грунте [4].

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный, тяжелосуглинистый, содержание гумуса в пахотном горизонте (5,6%) относится к среднеобеспеченному. Содержание нитратного азота весной перед высадкой в грунт рассадного материала в слое 0-20 см низкое – 6 мг/кг; в слое 20-40 см – 7,7 мг/кг. Чернозём выщелоченный относится к хорошо обеспеченным подвижными формами фосфора – 181 мг/кг (по Чирикову Ю.И., 1969), обменного калия содержится выше среднего – 205 мг/кг почвы. Сумма поглощённых оснований – 31,8-61,0 мг/экв. на 100 г почвы, рН солевая близка к нейтральной [5].

В связи с низким содержанием азота в почве для изучения были выбраны азотсодержащие удобрения – аммиачная селитра и карбамидно-аммиачная смесь (КАС) в различных концентрациях производства «СДС Азот» [6]. Ранее КАС применялся на зерновых, рапсе, сахарной свекле, кукурузе и многолетних травах [7], изучение влияния КАС на томаты не проводилось. На основании чего была сформирована цель, для до-

стижения которой заложены следующие опыты в защищённом грунте и в открытом грунте с ранжированием по вариантам:

- 1) контроль;
- 2) NH_4NO_3 – 40;
- 3) NH_4NO_3 – 80;
- 4) NH_4NO_3 – 120;
- 5) КАС-32 – 40;
- 6) КАС-32 – 80;
- 7) КАС-32 – 120.

В качестве объектов исследования в защищённом грунте взяты 2 сорта томата индетерминантного типа – Девчата (включённый в Госреестр с 2019 г.), Дельта 264 (включённый в Госреестр с 1999 г.), 2 сорта детерминантного типа – Флажок (включённый в Госреестр в 2010 г.) и Зырянка (включённый в Госреестр в 2004 г.), в открытом грунте – 3 сорта томата детерминантного типа – Боец (включённый в Госреестр в 2000 г.), Канопус (включённый в Госреестр в 2000 г.), Рая (включённый в Госреестр в 2019 г.) [8]. На момент начала опыта сорта, включённые в Госреестр в 2019 г., участвовали как сортообразцы.

Повторность в опыте четырёхкратная, размещение делянок систематическое. Общая площадь делянки 5 м² [9].

Результаты исследований

Посев был произведён 30 марта в специальные ёмкости, в дальнейшем пикировка не производилась. Внесение минеральных удобрений производилось двукратно, в момент высадки посадочного материала на постоянное место было внесено 80% от запланированной нормы и остаток – в период массового цветения.

В процессе ухода за растениями проводилось формирование куста, рыхление по мере образования почвенной корки, удаление сорной растительности, полив.

Сбор плодов проводился в 3 приема, при которых определяли структуру урожая (табл. 1, 3). Для химических анализов отбор плодов проводился в фазе биологической спелости случайным образом при каждом сборе.

Анализ качества товарной продукции и в частности содержание сахаров, общей кислотности, витамина С и сухого вещества в плодах томата защищённого грунта показал, что применение азотных удобрений оказывает влияние на их накопление (табл. 2, рис. 2). Так, по всем сортам и вариантам по отношению к контролю

наблюдается положительная тенденция роста сухого вещества в среднем на 23% по аммиачной селитре и на 25% по КАС-32, общего сахара – на 55% по аммиачной селитре и 61% по КАС-32 и 33 и 41% соответственно витамина С. При этом следует заметить, что существенной разницы между обработанными вариантами не наблюдается, изменения находятся в пределах 3-7%, причём увеличение нормы внесения

удобрений с N₈₀ до N₁₂₀ вызывает снижение сухого вещества до 6% по обоим фоновым. Применение азотных удобрений вызывает увеличение общей кислотности плодов до 32% по аммиачной селитре и 25% по КАС-32, что не всегда является положительным фактором, так как от соотношения общего сахара и кислотности зависит вкус плодов.

Таблица 1

Эффективность применения азотных удобрений на сортах томатов защищённого грунта (2018-2020 гг.)

Сорт	Вариант Фон P ₄₀ , K ₆₀	Структура урожая		Урожайность, т/га	
		средняя масса плода, г	количество плодов на 1 растении, шт.	средняя	прибавка к контролю
Флажок	Контроль	38,33	12	28,2	-
	NH ₄ NO ₃ – 40	79,17	14	65,6	37,3
	NH ₄ NO ₃ – 80	95,37	16	93,7	65,5
	NH ₄ NO ₃ – 120	104,10	17	104,3	76,1
	КАС – 40	88,80	18	95,0	66,8
	КАС – 80	103,57	18	110,6	82,3
	КАС – 120	107,17	19	112,5	84,3
Девчата	Контроль	44,93	14	38,5	-
	NH ₄ NO ₃ – 40	87,73	16	87,3	48,8
	NH ₄ NO ₃ – 80	113,60	17	113,8	75,3
	NH ₄ NO ₃ – 120	117,17	17	120,1	81,6
	КАС – 40	93,77	18	101,7	63,2
	КАС – 80	121,77	19	135,9	97,4
	КАС – 120	122,50	20	146,1	107,6
Зырянка	Контроль	77,77	8	38,7	-
	NH ₄ NO ₃ – 40	109,33	10	68,4	29,7
	NH ₄ NO ₃ – 80	159,60	12	115,2	76,5
	NH ₄ NO ₃ – 120	162,30	12	114,1	72,4
	КАС – 40	108,70	11	85,8	47,1
	КАС – 80	164,87	13	128,3	89,6
	КАС – 120	166,50	13	130,1	91,4
Дельта 264	Контроль	76,73	8	37,6	-
	NH ₄ NO ₃ – 40	152,60	10	92,1	54,5
	NH ₄ NO ₃ – 80	164,70	12	115,8	78,2
	NH ₄ NO ₃ – 120	165,33	12	123,1	85,5
	КАС – 40	152,40	11	100,7	63,1
	КАС – 80	166,57	13	126,9	89,3
	КАС – 120	167,23	13	130,5	92,9
НСР _{0,5} общ.		5,26	5,64	6,13	
НСР _{0,5} А (генотип)		4,26	3,61	4,23	
НСР _{0,5} В (удобрение)		2,69	3,01	3,07	
НСР _{0,5} С (год)		2,61	2,92	3,01	

Примечание. Индекс детерминации А (генотип) – 26,2%, В (удобрения) – 41,6%, С (год) – 23%, АВ – 4,32, АС – 1,68, ВС – 3,62, АВС – 0,85.

**Химический состав плодов томата защищённого грунта
в зависимости от применения азотных удобрений 2018-2020 гг.**

Сорт	Вариант	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин С, мг/100 г	Общая кис- лотность, %	Ликопен, мкг/100 г	Нитраты, мг/кг
Флажок	Контроль	5,61	2,38	8,96	0,42	2178	46
	NH ₄ NO ₃ – 40	6,84	3,69	11,79	0,51	2954	51
	NH ₄ NO ₃ – 80	6,96	3,96	13,56	0,53	2981	79
	NH ₄ NO ₃ – 120	6,61	3,81	13,69	0,53	2951	77
	КАС – 40	6,89	3,87	13,53	0,46	3115	89
	КАС – 80	7,03	4,11	13,91	0,48	3159	90
	КАС – 120	6,91	4,01	13,98	0,49	3187	99
Девчата	Контроль	5,82	2,94	16,80	0,38	2567	39
	NH ₄ NO ₃ – 40	6,50	3,69	17,38	0,46	3474	62
	NH ₄ NO ₃ – 80	6,51	3,83	17,93	0,51	3579	77
	NH ₄ NO ₃ – 120	6,30	3,82	17,05	0,51	3578	77
	КАС – 40	6,45	3,78	18,68	0,50	3772	82
	КАС – 80	6,57	3,86	19,03	0,51	3878	81
	КАС – 120	6,36	3,88	18,02	0,53	3876	87
Зырянка	Контроль	6,25	2,89	7,02	0,42	2245	33
	NH ₄ NO ₃ – 40	8,39	4,31	11,21	0,55	2987	89
	NH ₄ NO ₃ – 80	8,57	4,59	12,60	0,62	2871	94
	NH ₄ NO ₃ – 120	8,41	4,63	12,89	0,62	2978	93
	КАС – 40	8,56	4,36	12,61	0,46	2987	96
	КАС – 80	8,62	4,59	13,08	0,51	3012	114
	КАС – 120	8,62	4,63	13,12	0,54	3001	122
Дельта 264	Контроль	5,36	1,96	7,16	0,51	2789	52
	NH ₄ NO ₃ – 40	6,58	3,26	9,98	0,66	3326	92
	NH ₄ NO ₃ – 80	6,89	3,82	10,71	0,66	3369	99
	NH ₄ NO ₃ – 120	6,62	3,69	10,91	0,71	3489	106
	КАС – 40	6,71	3,96	10,26	0,64	3677	103
	КАС – 80	6,86	4,01	11,23	0,67	3691	134
	КАС – 120	6,63	4,16	11,34	0,67	3742	146
НСР _{0,5} А		0,37	0,43	0,29	0,16	2,36	0,36
НСР _{0,5} В		0,22	0,34	0,23	0,12	1,12	0,26
НСР _{0,5} АВ		0,52	0,63	0,55	0,22	1,46	0,46

Изучая биохимический состав плодов по сортам, можно с уверенностью сказать, что наиболее оптимальными были сорта Зырянка и Девчата, в которых были отмечены наивысшие показатели сухого вещества и общего сахара – 8,62-5,59%, а также содержание витамина С в среднем превосходит показатели других сортов на 50% и более. Оптимальное сочетание общей кислотности по отношению к сахарам делает эти сорта предположительно наиболее вкусными, что было подтверждено дегустационной оценкой плодов в периоды учётов, а также на выставках достижений университета.

Применение азотных удобрений, в частности увеличение их нормы внесения, оказывает

непосредственное влияние на содержание нитратов в плодах до 60% и выше. При этом в наших исследованиях все варианты по содержанию нитратов существенно ниже предельно допустимой нормы (300 мг/кг). Наиболее высокое содержание нитратов было отмечено в плодах сорта Дельта 264, где даже на контроле зафиксировано содержание нитратов 52 мг/кг, а по обработанному фону эта цифра колебалась от 92 и до 146 мг/кг. Минимальное содержание нитратов отмечено в плодах сорта Девчата, где на контроле было зафиксировано 39 мг/кг, а на обработанном фоне эта цифра не превышала 87 мг/кг (табл. 2, рис. 2).

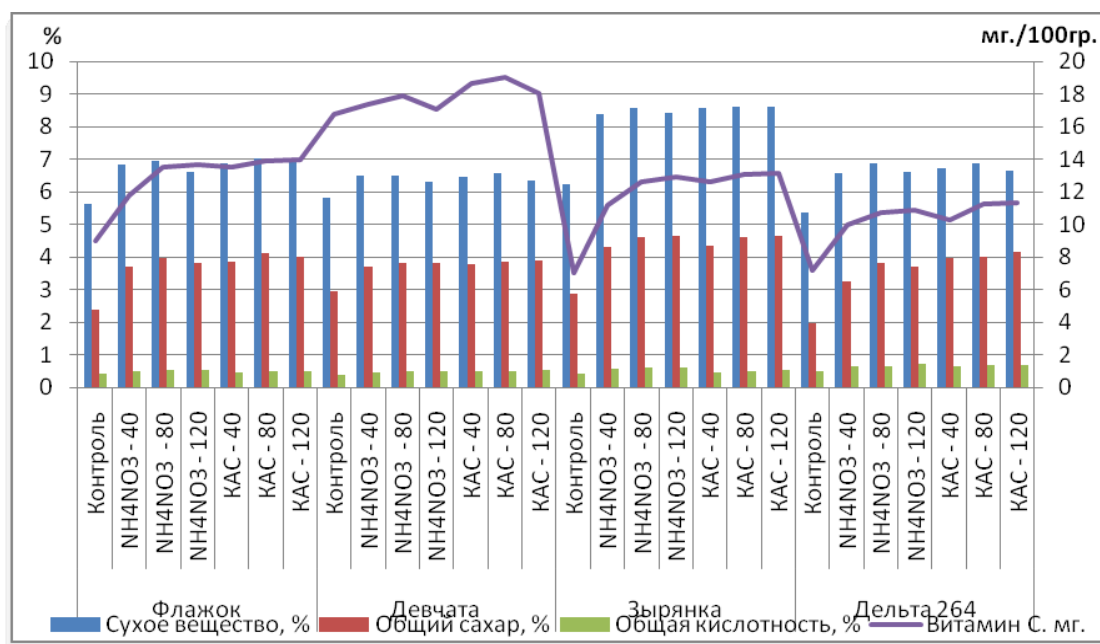


Рис. 2. Биохимический состав томатов защищённого грунта в зависимости от условий питания

Таблица 3
Эффективность применения азотных удобрений на сортах томатов открытого грунта (2018-2020 гг.)

Сорт	Вариант Фон P ₄₀ , K ₆₀	Структура урожая		Урожайность, т/га	
		средняя масса плода, г	количество плодов на 1 растении, шт.	средняя	прибавка к контролю
Боец	Контроль	59,0	12	28,4	-
	NH ₄ NO ₃ – 40	89,0	14	50,3	21,9
	NH ₄ NO ₃ – 80	94,1	15	60,6	32,2
	NH ₄ NO ₃ – 120	101,2	15	62,6	34,2
	КАС – 40	96,2	15	56,6	28,4
	КАС – 80	106,1	16	68,3	39,9
	КАС – 120	107,0	15	66,1	37,7
Канопус	Контроль	80,6	8	25,6	-
	NH ₄ NO ₃ – 40	142,6	11	61,7	36,1
	NH ₄ NO ₃ – 80	153,8	12	73,1	47,5
	NH ₄ NO ₃ – 120	160,8	11	74,3	48,7
	КАС – 40	151,8	12	76,4	50,8
	КАС – 80	173,1	13	91,9	66,3
	КАС – 120	173,9	13	93,4	67,8
Рая	Контроль	108,7	13	55,3	-
	NH ₄ NO ₃ – 40	151,6	14	87,3	32,2
	NH ₄ NO ₃ – 80	157,8	15	97,1	41,8
	NH ₄ NO ₃ – 120	164,4	14	94,7	39,4
	КАС – 40	154,4	15	93,2	37,9
	КАС – 80	164,7	16	104,9	49,6
	КАС – 120	168,9	15	105,1	49,7
НСР _{0,5} общ.		4,67	1,82	7,1	
НСР _{0,5} А (генотип)		3,86	1,67	6,3	
НСР _{0,5} (удобрения)		2,94	1,04	4,4	
НСР _{0,5} С (год)		2,96	1,04	4,1	

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

За годы исследования томата в открытом грунте установлено, что азотные удобрения существенно влияют на структуру урожая томатов и продуктивность растений в целом. Так, в среднем прибавка по урожайности к контролю по сорту Боец составила от 21,9 до 39,9 т/га, по сорту Канопус – 36,1-67,8 т/га, сорту Рая – 32,2-49,7 т/га. При этом наиболее оптимальными являются жидкие азотные удобрения в дозе 80 кг д.в/га (табл. 3).

Из изучаемых сортов наиболее урожайным является сорт Рая, который в условиях открытого грунта позволяет получить урожай до 112 т/га. Кроме того, данный сорт является наиболее пластичным, он лучше адаптирован к условиям Сибири и способен давать урожай даже при минимальном питательном режиме.

Применение азотных удобрений на томатах открытого грунта по отношению к контролю спо-

собствовало росту сухого вещества в среднем по сортам на 35% в вариантах с аммиачной селитрой и 45% в вариантах с КАС-32, общего сахара – на 74-83% и витамина С – 37-42% соответственно. При этом, как и на томатах защищённого грунта, разница между последовательными вариантами обработанного фона в среднем составляла до 10-12%. На максимальных дозах применения удобрений N₁₂₀ отмечалось снижение сухого вещества до 5% по отношению к N₈₀. Применение азотных удобрений также вызвало рост общей кислотности в среднем до 16%, что на общем фоне роста сахаров уже не имело существенного значения. Форма азотных удобрений и в частности КАС-32 также влияли на прирост показателей химического состава, что в среднем по отношению к аммиачной селитре составляло до 10% (табл. 4, рис. 3).

Таблица 4

Химический состав плодов томата открытого грунта в зависимости от применения азотных удобрений (2018-2020 гг.)

Сорт	Вариант	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин С, мг/100 г	Общая кислотность, %	Ликопен, мкг/100 г	Нитраты, мг/кг
Боец	Контроль	4,24	1,72	9,93	0,59	1987	21
	NH ₄ NO ₃ – 40	5,62	3,54	12,51	0,61	2456	46
	NH ₄ NO ₃ – 80	6,01	4,17	14,14	0,63	2567	49
	NH ₄ NO ₃ – 120	5,92	4,41	14,28	0,63	2591	49
	КАС – 40	6,79	4,07	14,03	0,62	2974	68
	КАС – 80	7,03	4,31	14,71	0,65	3012	70
	КАС – 120	6,91	4,39	14,93	0,68	3078	72
Канопус	Контроль	4,67	2,11	9,42	0,51	2067	29
	NH ₄ NO ₃ – 40	5,38	4,32	13,11	0,71	2874	46
	NH ₄ NO ₃ – 80	5,54	4,61	13,64	0,75	3079	49
	NH ₄ NO ₃ – 120	5,36	4,76	14,06	0,74	3128	49
	КАС – 40	5,45	4,58	14,68	0,61	3222	62
	КАС – 80	5,59	4,96	14,93	0,64	3278	71
	КАС – 120	5,36	5,02	14,93	0,67	3376	77
Рая	Контроль	5,35	3,89	12,02	0,44	2347	19
	NH ₄ NO ₃ – 40	7,69	4,82	15,21	0,45	3012	59
	NH ₄ NO ₃ – 80	8,27	4,89	15,94	0,48	3171	64
	NH ₄ NO ₃ – 120	8,11	4,93	15,93	0,48	3178	63
	КАС – 40	8,16	4,96	15,41	0,46	3287	66
	КАС – 80	8,42	5,09	15,98	0,49	3342	71
	КАС – 120	8,21	5,13	16,12	0,52	3416	73
НСР _{0,5} А		0,17	0,23	0,19	0,18		0,46
НСР _{0,5} В		0,22	0,24	0,23	0,18		0,36
НСР _{0,5} АВ		0,32	0,33	0,45	0,32		0,62

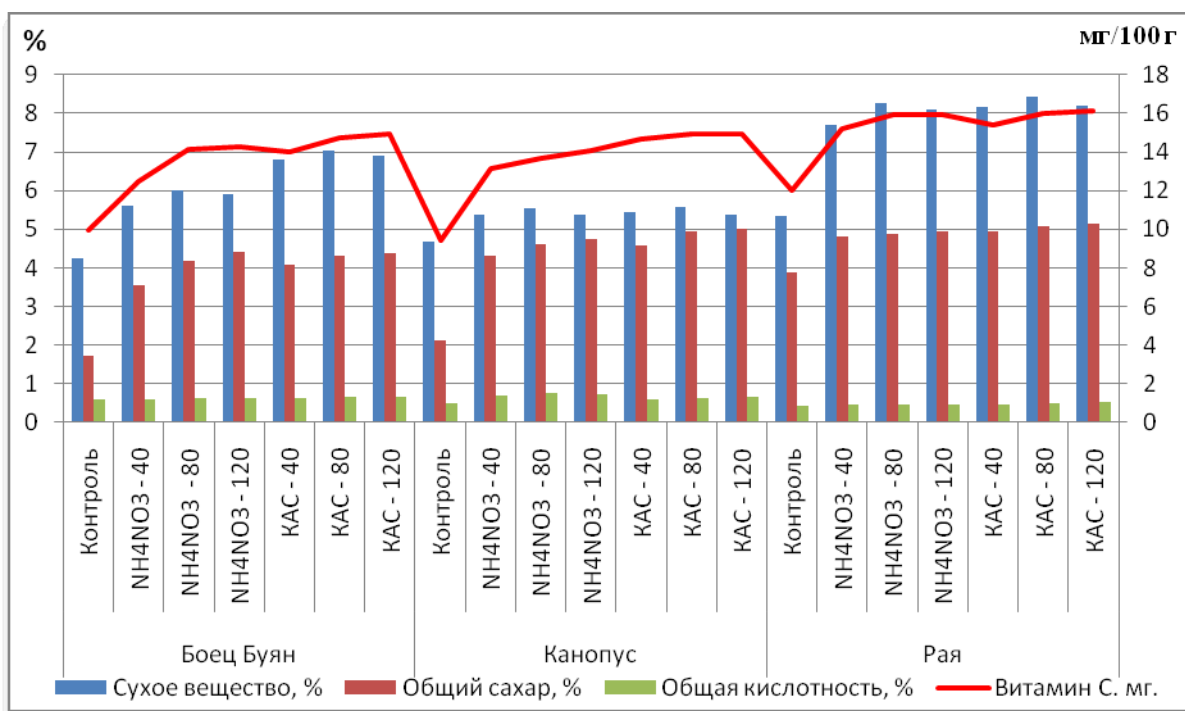


Рис. 3. Биохимический состав томатов открытого грунта в зависимости от условий питания

Среди изучаемых сортов томата открытого грунта наибольшее количество сухого вещества – 8,21%, общего сахара – 5,13% и витамина С – 16,12 мг/100 г получено на Рае. Кроме того, по данному сорту наблюдается и самое низкое содержание кислот – от 0,44 до 0,52%. При соотношении к общему сахару делает данные плоды наиболее сладкими и вкусными, что даёт основания рекомендовать их для употребления в свежем виде.

Наименьшие изменения по влиянию азотных удобрений на химический состав плодов отмечены на сорте Канопус, где в зависимости от варианта сухое вещество варьировало от 4,67% на контроле и до 5,59% на обработанном фоне, а максимальные показатели по общему сахару составили 5,02%, витамина С – всего 14,93 мг/100 г, что на общем фоне кислотности 0,67% делало плоды данного сорта по отношению к другим далеко не привлекательными (табл. 4, рис. 3).

Применение азотных удобрений на томатах открытого грунта также оказывало непосредственное влияние на содержание нитратов в плодах. В наших исследованиях все варианты по содержанию нитратов также существенно ниже предельно допустимой нормы (для открытого грунта – 150 мг/кг). Из изучаемых сортов наиболее высокое содержание нитратов было отмечено в плодах сорта Канопус, где на контроле было отмечено содержание нитратов

29 мг/кг, а по максимальным дозам оно достигло 77 мг/кг. По вариантам сорта Боец и Рая наблюдался рост нитратов в плодах, незначительно уступая при этом показателям сорта Канопус.

Выводы

1. Повышение элементов структурных показателей томатов защищённого грунта существенно сказалось и на самой урожайности культуры, прибавка которой в среднем по годам составляла от 29,7 и до 107,6 т/га. Максимально отзывчивым на применение азотных удобрений был сорт Девчата, который все годы исследований обеспечивал стабильную прибавку урожая до 81,6 т/га по аммиачной селитре и до 107,6 т/га по КАС-32, выход товарной продукции с которого в среднем на 16-17% выше, чем по Зырянке и Дельте 264, и на 27% выше, чем по Флажку.

2. Наибольшее увеличение структурных показателей в открытом грунте отмечено на сорте Канопус, что в комплексе позволило получить до 88 т/га, при этом максимальные показатели зафиксированы в вариантах с применением КАС-32. Прибавка по урожайности к контролю по сорту Боец составила от 21,9 до 39,9 т/га, по сорту Канопус – 36,1-67,8 и сорту Рая – 32,2-49,7 т/га. При этом наиболее оптимальными являются жидкие азотные удобрения в дозе 80 кг д.в./га.

3. При применении азотных удобрений в закрытом грунте по всем сортам и вариантам по отношению к контролю выявлена положительная тенденция роста сухого вещества (23% по аммиачной селитре и на 25% по КАС-32), общего сахара (55% по аммиачной селитре и 61% по КАС-32) и витамина С (33 и 41% соответственно). Нормы внесения азотных удобрений оказывают влияние на содержание нитратов в плодах до 60% и выше.

4. Внесение азотных удобрений в открытом грунте по отношению к контролю способствовало росту сухого вещества (на 35% в вариантах с аммиачной селитрой и 45% в вариантах с КАС-32), общего сахара – на 74 и 83% и витамина С – на 37 и 42% соответственно.

В результате проведения исследований установлено, что азотное питание значительно влияет на основные показатели состава плодов, при этом тенденция и характер влияния независимы от условий выращивания.

Библиографический список

1. Овощные культуры в Сибири / Е. Г. Гринберг, В. Н. Губко, Э. Ф. Витченко, Т. Н. Мелешкина. – Новосибирск, 2004. – 397 с. – Текст: непосредственный.

2. Алпатьев, А. В. Помидоры / А. В. Алпатьев. – Москва: Колос, 1981. – 304 с. – Текст: непосредственный.

3. Fatima, T., Mattoo, A.K., Rivera-Domínguez, M., Troncoso-Rojas, R., Tiznado-Hernández, M.-E. and Handa, A.K. (2009). Tomato. In Compendium of Transgenic Crop Plants (eds C. Kole and T.C. Hall). <https://doi.org/10.1002/9781405181099.k0601>.

4. Петручук, Т. Е. Изучение действия термического фактора на продуктивность томата / Т. Е. Петручук. – Текст: непосредственный // Системы интенсивного культивирования растений / Всесоюзный НИИ удобрений и агропочвоведения им. Д. Н. Прянишникова. – Ленинград, 1987. – С. 41-45.

5. Семендяева, Н. В. Почвы Новосибирской области и их сельскохозяйственное использование: учебное пособие / Н. В. Семендяева, Л. П. Галеева, А. Н. Мармулев; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2010. – 187 с. – Текст: непосредственный.

6. Продукция КАО АЗОТ. Характеристики и описание. – URL: <http://www.sds-azot.ru/ru/>

[potreb/produksiya/produksiya-koao-azot](http://www.sds-azot.ru/ru/potreb/produksiya/produksiya-koao-azot) (дата обращения: 22.06.2021). – Текст: электронный.

7. Применение карбамид-аммиачной смеси под основные сельскохозяйственные культуры: рекомендации / Ф. Н. Леонов, В. Н. Емельянова, Д. М. Андреева [и др.]. – Минск: Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2004. – 13 с. – Текст: непосредственный.

8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. – URL: <https://gossortrf.ru/> (дата обращения: 12.06.21). – Текст: электронный.

9. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва, 2012 – 648 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Ovoshchnye kultury v Sibiri / E.G. Grinberg, V.N. Gubko, E.F. Vitchenko, T.N. Meleshkina. – Novosibirsk, 2004. – 397 s.

2. Alpatsev A.V. Pomidory / A.V. Alpatsev. – Moskva: Kolos, 1981. – 304 s.

3. Fatima, T., Mattoo, A.K., Rivera-Domínguez, M., Troncoso-Rojas, R., Tiznado-Hernández, M.-E. and Handa, A.K. (2009). Tomato. In Compendium of Transgenic Crop Plants (eds C. Kole and T.C. Hall). <https://doi.org/10.1002/9781405181099.k0601>.

4. Petruchuk T.E. Izuchenie deistviia termicheskogo faktora na produktivnost tomata / T.E. Petruchuk // Sistemy intensivnogo kultivirovaniia rastenii / Vsesoiuznyi NII udobrenii i agropochvovedeniia im. D.N. Prianishnikova. – Leningrad, 1987. – S. 41-45.

5. Semendiaeva N.V. Pochvy Novosibirskoi oblasti i ikh selskokhoziaistvennoe ispolzovanie: ucheb. posobie / Semendiaeva N.V., L.P. Galeeva, A.N. Marmulev; Novosib. gos. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2010. – 187 s.

6. Produktsiia KAO AZOT. Kharakteristiki i opisaniie. <http://www.sds-azot.ru/ru/potreb/produksiya/produksiya-koao-azot> (data obrashcheniia: 22.06.2021).

7. Primenenie karbamid-ammiachnoi smesi pod osnovnye selskokhoziaistvennye kultury: rekomendatsii / F.N. Leonov, V.N. Emelianova, D.M. Andreeva, G.A. Zeziulina, I.V. Shibanova, A.K. Zolotar, M.S. Brilev, V.G. Smolskii, E.B. Losevich, S.I. Iurgel, N.E. Shishko, V.N. Alekseev. – Minsk: Uchebno-metodicheskii tsentr Minselkhozproda, 2004. – 13 s.

8. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii dopushchennykh k ispolzovaniiu (Tom 1) [Elektronnyi resurs] <https://gossortrf.ru/> (data obrashcheniia: 12.06.21).

9. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve / S.S. Litvinov. – Moskva, 2012. – 648 s.



УДК 632.937.15 **А.В. Малкова, А.Н. Иркитова, Д.Е. Дудник, Е.Н. Каргашилова, И.А. Функ**
 DOI: 10.53083/1996-4277-2021-205-11-40-43 **A.V. Malkova, A.N. Irkitova, D.Ye. Dudnik,**
 Ye.N. Kargashilova, I.A. Funk

**АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*
 ПО ОТНОШЕНИЮ К ФИТОПАТОГЕНУ *ALTERNARIA SP.***

**ANTIFUNGAL ACTIVITY OF THE GENUS *BACILLUS* BACTERIA
 AS AGAINST THE PHYTOPATHOGEN *ALTERNARIA SP.***

Ключевые слова: *Bacillus*, антифунгальная активность, *Alternaria*, альтернариоз, защита растений, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis*.

ния в состав биопрепарата для защиты растений от альтернариоза.

Keywords: *bacillus*, antifungal activity, *Alternaria*, *Alternaria blight*, plant protection, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis*.

Альтернариозы, вызываемые микроскопическими грибами рода *Alternaria*, относятся к широко распространенным заболеваниям сельскохозяйственных и декоративных растений. Российские и зарубежные ученые активно разрабатывают биологические препараты на основе антагонистически активных микроорганизмов. Но ситуация по альтернариозу все еще остается неблагоприятной. Целью исследования было изучить антифунгальную активность новых штаммов рода *Bacillus* по отношению к фитопатогену *Alternaria sp.* Для определения антагонистической активности 8 ризосферных штаммов бацилл (*B. pumilus* 4, *B. pumilus* 5, *B. pumilus* 6, *B. pumilus* 7, *B. licheniformis* 8, *B. licheniformis* 9, *B. licheniformis* 10 и *B. pumilus* 16) применяли метод агаровых блоков. Все исследуемые штаммы проявили себя как антагонисты по отношению к альтернарии. На 14-е сутки эксперимента диаметр культуры *Alternaria sp.* в контроле составил 85,83±8,78 мм. При этом в чашках с газонами бацилл были зафиксированы следующие значения диаметра мицелия фитопатогена: *B. pumilus* 4 – 10,00±0,87 мм, *B. pumilus* 5 – 12,17±0,76 мм, *B. pumilus* 6 – 11,33±1,26 мм, *B. pumilus* 7 – 8,00±3,00 мм, *B. pumilus* 16 – 7,67±0,29 мм. Со всеми штаммами *B. licheniformis* гриб *Alternaria sp.* не вырос за пределы блока диаметром 5 мм. Бактерии вида *B. licheniformis* обладали более выраженным антифунгальным действием (100%), чем штаммы вида *B. pumilus* (91,13-96,70%). Штаммы *B. licheniformis* 8, 9, 10 и *B. pumilus* 16, 7, 4 в первую очередь рекомендованы для включе-

Alternaria blights caused by microscopic fungi of the *Alternaria* genus are widespread diseases of crops and ornamental plants. Russian and foreign scientists take an active part in developing biological products based on antagonistically active microorganisms. However, the situation regarding *Alternaria* blight is still unfavorable. The research goal was to study the antifungal activity of the genus *Bacillus* strains against the phytopathogen *Alternaria sp.* The agar block method was used to determine the antagonistic activity of 8 rhizospheric bacilli strains (*B. pumilus* 4, *B. pumilus* 5, *B. pumilus* 6, *B. pumilus* 7, *B. licheniformis* 8, *B. licheniformis* 9, *B. licheniformis* 10, and *B. pumilus* 16). All investigated strains showed themselves as antagonists in relation to *Alternaria*. On the 14th day of the experiment, the diameter of the *Alternaria sp.* in the control was 85.83 ± 8.78 mm. The following values of the phytopathogen mycelium diameter were recorded in dishes with bacilli: *B. pumilus* 4 - 10.00 ± 0.87 mm, *B. pumilus* 5 - 12.17 ± 0.76 mm, *B. pumilus* 6 - 11.33 ± 1.26 mm, *B. pumilus* 7 - 8.00 ± 3.00 mm, *B. pumilus* 16 - 7.67 ± 0.29 mm. *Alternaria sp.* did not grow beyond the 5 mm diameter block with all *B. licheniformis* strains. Bacteria of the *B. licheniformis* species had a more pronounced antifungal effect (100%) than the *B. pumilus* strains (91.13-96.70%). *B. licheniformis* 8, 9, 10 and *B. pumilus* 16, 7, 4 strains are primarily recommended for inclusion in a biological plant protection product against *Alternaria* blight.

Малкова Ангелина Владимировна, аспирант, м.н.с., ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: gelishka96@mail.ru.

Malkova Angelina Vladimirovna, post-graduate student, Junior Staff Scientist, Altai State University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: gelishka96@mail.ru.