

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ТОМАТА

¹ А. Ф. Петров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

¹ Ю. И. Коваль, кандидат биологических наук, доцент

² В. Ю. Листков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

¹Новосибирский государственный аграрный университет

²Сибирский университет потребительской кооперации

E-mail: Petrov190378@mail.ru

Ключевые слова: томат, плоды. азот, удобрения, аммиачная селитра, карбамидно-аммиачная смесь, урожайность.

Реферат. *Возделывание томата – трудоёмкий процесс, но высокая пластичность, урожайность, а также большое сортовое разнообразие позволяют возделывать культуру не только в южных регионах страны, но и в северных. Томаты, как и другие овощные культуры, остро нуждаются в периодических подкормках, особенно в первый период роста и развития. От правильного выбора удобрений и сроков их внесения в значительной мере зависят здоровье растения, а также будущий урожай и его качество.*

THE EFFECT OF VARIOUS FORMS OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE YIELD OF TOMATO

¹ A. F. Petrov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

¹ Yu. I. Koval, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

² V. Yu. Listkov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

¹Novosibirsk State Agrarian University

²Siberian University of Consumer Cooperatives

Key words: tomato, fruits. nitrogen, fertilizers, ammonium nitrate, carbamide-ammonia mixture, yield.

Abstract. *Tomato cultivation is a time consuming process, but high plasticity, yield, and a great variety of varieties make it possible to cultivate crops not only in the southern regions of the country, but also in the northern ones. Tomatoes, like other vegetable crops, are in dire need of periodic top-dressings, especially in the first period of growth and development. The health of the plant, as well as the future harvest and its quality, largely depend on the correct choice of fertilizers and the timing of their application.*

В последние годы, несмотря на кризис, рынок семян овощных культур значительно возрос. Среди всех овощных культур выделяются томаты, которым заслуженно принадлежит ведущее место в деле обеспечения населения качественной овощной продукцией. Томат в естественных условиях – это многолетнее травянистое растение, родиной которого является Южная Америка. В сельскохозяйственной практике томат выращивают как однолетнюю овощную культуру. В процессе вегетации томат проходит следующие фазы развития: всходы, первый настоящий лист, бутонизация, цветение, начало формирования плодов, начало и массовое созревание плодов. Плоды томата имеют уникальный состав, это кладёшь витаминов (А, В₁, В₂, В₃, РР, С,) органических кислот (яблочная и лимонная кислота) и минеральных солей (калия, натрия, кальция, магния, фосфора, железа, йода, серы). Все эти соединения необходимы для оптимизации обмена веществ в организме человека и сохранения его жизнедеятельности.

Возделывание томата – трудоёмкий процесс, но высокая пластичность, урожайность, а также большое сортовое разнообразие позволяют возделывать культуру не только в южных регионах страны, но и в северных.

За последние 10 лет в результате кропотливой работы сибирских учёных было создано более 100 сортов и гибридов томата, которые полностью приспособлены к жестким погодным условиям Сибирского региона (резкая смена температур, влажности почвы и воздуха). Все полученные сорта урожайные, с дружным плодоношением и высокой устойчивостью к основным заболеваниям.

Однако в технологии возделывания томата есть еще «белые пятна», в частности в области применения удобрений, ведь минеральное питание растений, особенно в закрытом грунте, – это основа будущего урожая. Томаты, как и другие овощные культуры, остро нуждаются в периодических подкормках, особенно в первый период роста и развития. От правильного выбора удобрений и сроков их внесения в значительной мере зависят здоровье растения, а также будущий урожай и его качество.

Для рассады томатов наиболее важен фосфор. Этот элемент в первую очередь влияет на рост и развитие корневой системы, при его недостатке растение плохо развивается, зелёная масса приобретает фиолетовый оттенок, а поглощение других элементов питания, в частности азота и калия, практически полностью прекращается. Кроме того, фосфор остро необходим и в период цветения, так как данный элемент непосредственно влияет на развитие генеративных органов. Из фосфорных удобрений рекомендуется использовать суперфосфат.

Азот необходим для растения в течение всего периода вегетации, особенно на этапе адаптации рассады после ее пересадки в грунт. Он стимулирует рост и развитие растения, отвечает за накопление зелёной массы и участвует в образовании завязей. Избыток азота, как и недостаток, также отрицательно сказывается на росте и развитии томата, поэтому к данному элементу нужно подходить осторожно, соблюдая технологию и норму внесения.

Азот, в отличие от других элементов питания растений, характеризуется высокой мобильностью в почве, большим разнообразием форм, способностью к сравнительно быстрой трансформации.

Таким образом, в процессе совершенствования системы удобрений растений томата особое значение имеет оптимизация азотного питания.

В настоящее время выделяют различные типы азотных удобрений – твёрдые и жидкие (табл. 1).

Таблица 1

Основные виды азотных удобрений, применяемых в сельском хозяйстве

Название удобрения	Содержание азота, %	Форма азота	Коэффициент использования
<i>Твердые удобрения</i>			
Карбамид	46	Амидная	40–50
Аммиачная селитра	34,5	Аммонийная, нитратная	40–50
Сульфат аммония	20,5	Аммонийная	40–50
<i>Жидкие удобрения</i>			
Аммиак	82	Аммиачная	60–70
Аммиачная вода	25	Аммиачная, аммонийная	60–70
КАС-32, 28	28–32	Амидная, аммонийная, нитратная	60–70

На томатах рекомендованы следующие виды азотных удобрений: аммиачная селитра, карбамид, сульфат аммония и, на наш взгляд, наиболее перспективное жидкое азотное удобрение КАС-32 (карбамидно-аммиачная смесь).

КАС – это смесь водных растворов карбамида, аммиачной селитры и аммиачной воды в соотношении 35,4 % карбамида, 44,3 – селитры, 19,4 – воды и 0,5 % аммиачной воды. Плотность данного удобрения до 1,34 кг/м³. Это единственное азотное удобрение, которое содержит три формы азота:

– нитратный азот (NO₃⁻), который обладает быстрым действием и полностью поглощается корневой системой растений;

– аммонийный азот (NH_4^+), который связывается твёрдой фазой почвы (содержится в ППК) и поглощается корневой системой постепенно;

– амидный азот (NH_2^+), обладающий длительным действием. Данная форма азота в результате деятельности почвенных микроорганизмов вначале превращается в аммонийную форму, а затем в нитратную.

Важным элементом является и калий, который необходим для формирования урожая и его качества. Кроме того, калийное удобрение, улучшающее вкусовые качества плодов, способствует повышению иммунитета и обеспечивает растению стойкость к возникновению болезней, защищает от разнообразных вредителей, помогает легче переносить неблагоприятные погодные условия. Из калийных удобрений рекомендованы такие, как калимагнезия, монофосфат калия, нитрат калия (калиевая селитра).

Кроме того, томатам жизненно необходим широкий спектр микроэлементов: кальций, магний, цинк, бор, йод и др. Все они являются катализаторами, ускоряющими биохимические реакции в органах и тканях растений. Недостаток микроэлементов угнетает растения томата, следствием чего является существенное снижение урожайности культуры.

Особенности общепринятой агротехники выращивания томатов предполагают проведение 2–4 подкормок за сезон, но наиболее идеальным вариантом является периодическое внесение удобрений в почву с интервалом в 2–3 недели. При этом в первые периоды роста и развития следует отдавать предпочтение минеральным формам удобрений, в последующие – органоминеральным и органическим, а в фазу массового созревания плодов лучше вовсе отказаться от применения удобрений.

Таким образом, в процессе совершенствования системы удобрений томата особое значение имеет оптимизация минерального питания, особенно азотного.

Целью исследований является сравнительная оценка действия твердых азотных удобрений (аммиачной селитры) и жидких азотных удобрений (КАС-32) на урожайность и качество плодов томата.

Исследования проводились в 2017–2018 г. в северной части лесостепи Западной Сибири в учебно-производственном хозяйстве «Сад мичуринцев» Новосибирского ГАУ на площади 40 м².

Климат Новосибирской области характеризуется ярко выраженной континентальностью – продолжительной зимой и коротким, но жарким, нередко засушливым летом. Средняя температура самого холодного месяца, января, –19... –21 °С. Абсолютный минимум температуры в отдельные годы достигает –47... –55 °С.

Средняя температура наиболее теплого месяца, июля +17... +20 °С, абсолютный максимум температуры почти по всей территории +37... –38 °С. Безморозный период длится 110–115 дней.

По теплообеспеченности район проведения исследований характеризуется как умеренно теплый, с суммой температур выше 10 °С 1800–1950°, по степени увлажнения – недостаточно увлажненный.

Количество осадков и распределение их по области определяется ходом синоптических процессов, свойственных Западной Сибири. Годовая сумма осадков в левобережье р. Оби составляет 350–400 мм и 400–450 мм в правобережье. Минимум осадков приходится на февраль, максимум на июль. Весна повсеместно засушливая. Осенью осадков больше, чем весной.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. По содержанию гумуса в пахотном горизонте (5,6 %) относится к среднеобеспеченному. Содержание нитратного азота весной перед высадкой рассады в грунт в слое 0–20 см низкое – 6 мг/кг, в слое 20–40 см – 7,7 мг/кг. Почва относительно хорошо обеспечена подвижными формами фосфора –181 мг/кг (по Чирикову), обменного калия содержится выше среднего – 205 мг/кг почвы. Сумма поглощенных оснований – 31,8–61,0 мг-экв/100 г почвы, $\text{pH}_{\text{сол}}$ близка к нейтральной.

В качестве объектов исследований взяты один сорт томата (Дельта 264) включённый в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, и два сорта образца (Девчата и Синяя птица) селекции Новосибирского ГАУ (в 2018 г. подана заявка в Госсорткомиссию на допуск селекционного достижения к использованию).

Повторность в опытах четырехкратная. Размещения делянок – систематическое. Общая площадь делянки 10 м².

Схема посадки ленточная, двухстрочная, с параллельным расположением рядков (рисунок). Растения в течение вегетации формировали в 2 стебля.

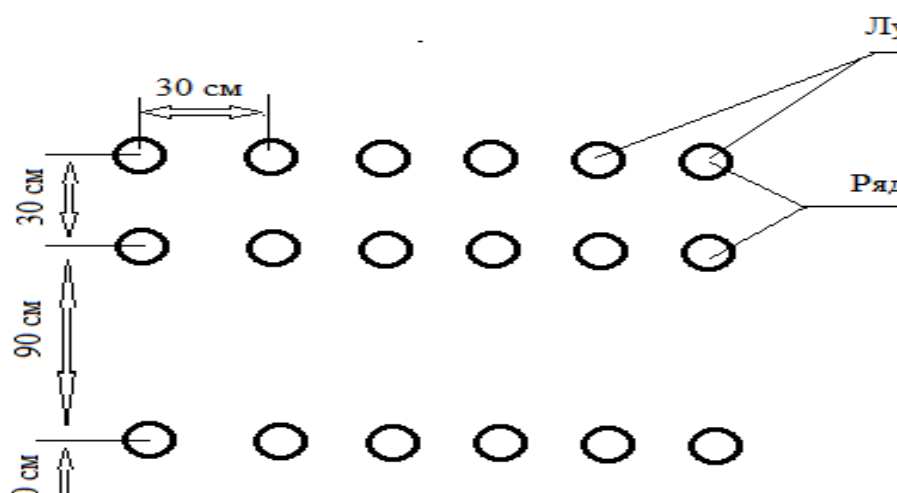


Схема размещения растений томата в теплице

Данная схема способствует более рациональному использованию площади питания растений и снижению трудозатрат при формировании растений.

Посев семян был произведён 30 марта в специальные ёмкости, в дальнейшем пикировка не производилась. В фазу двух настоящих листочков рассаду обработали препаратом фитоп 8.67, а через 5 дней произвели первую подкормку суперфосфатом из расчёта 5 г на 10 л воды. В третьей декаде мая окрепшую рассаду высадили в теплицу, а на 5-е сутки производили основную подкормку различными азотными удобрениями: аммиачной селитрой и КАС в дозе 9 г/м² по действующему веществу. В контрольном варианте подкормки не проводили.

На 6-е сутки после внесения основной подкормки визуально выделялись варианты с удобрениями, что прослеживалось в последующем в течение всей вегетации.

В результате применения азотных удобрений растения томата быстрее укоренились и лучше разрастались. При этом по отношению к контролю на 2–4 дня сократился период «всходы – начало созревания» и на 7–10 дней период «всходы – массовое созревание». Увеличился также период вегетации растений. Так, последний сбор урожая в контроле в зависимости от сорта был с 29 сентября по 10 октября, а по удобренному фону с 5 по 24 октября. Разница составила 14–19 дней. Кроме того, следует заметить, что разница наблюдалась не только по отношению к контролю, но и между вариантами по различным формам удобрений (табл. 2).

Таблица 2

Продолжительность фенофаз у сортов томата.

Вариант	Сорт.	Число суток			Последний сбор
		всходы – цветение	всходы – начало созревания	всходы – массовое созревание	
Контроль	Девчата	58	103	112	5.10
	Синяя птица	53	99	108	28.09
	Дельта 264	66	119	126	28.09
Аммиачная селитра	Девчата	58	99	106	24.10
	Синяя птица	52	95	101	10.10
	Дельта 264	64	117	122	5.10
КАС-32	Девчата	56	96	104	24.10
	Синяя птица	50	92	99	10.10
	Дельта 264	64	113	119	5.10

Так, например, в варианте с КАС-32 по сортам Девчата и Синяя птица фаза цветения отмечалась 27 июня, а в варианте с аммиачной селитрой только 1 июля. Такая же ситуация наблюдалась и по срокам наступления плодоношения. Так, в варианте с КАС-32 у сорта Девчата оно наступило 6 июля, а в варианте с аммиачной селитрой – 9 июля, тогда как в контроле лишь 14 июля. При этом существенной разницы между вариантами по рыхлению и без рыхления не отмечалось.

Применение азотных удобрений существенно повлияло на урожайность томата. Отмечено увеличение количества плодов на растении в среднем на 23 % по варианту КАС-32 и на 18 % по варианту с применением аммиачной селитры. Существенная разница отмечалась и по массе плодов, что в комплексе сказывалось на формировании урожая с единицы площади. Применение в качестве подкормки минеральное удобрения КАС-32 позволило получить прибавку урожайности более чем на 50 %, а аммиачной селитры – более чем на 40 % (табл. 3).

Таблица 3

Структура урожая сортов томата

Сорт	Вариант		Кол-во плодов на 1 растении шт.	Средняя масса плодов, г	Урожайность, кг/м ²
Девчата	Контроль	Рыхление	24	46	8,2
		Без рыхления	18	37	4,0
	Аммиачная селитра	Рыхление	28	72	12,2
		Без рыхления	26	68	10,6
	КАС-32	Рыхление	32	74	14,2
		Без рыхления	28	72	12,1
Дельта 264	Контроль	Рыхление	16	76	7,2
		Без рыхления	14	71	5,9
	Аммиачная селитра	Рыхление	19	78	8,9
		Без рыхления	17	74	7,5
	КАС-32	Рыхление	21	86	10,8
		Без рыхления	19	84	9,5
Синяя птица	Контроль	Рыхление	48	22	6,3
		Без рыхления	44	19	5,0
	Аммиачная селитра	Рыхление	56	31	10,4
		Без рыхления	51	30	9,2
	КАС-32	Рыхление	58	32	11,1
		Без рыхления	54	30	9,7
НСР ₀₅					
А			5,4	4,7	1,24
В			7,6	7,2	1,75
АВ			13,3	13,6	3,03

При этом следует заметить, что рыхление прикорневой зоны существенно влияло на элементы структуры урожая и непосредственно на сам урожай томатов. Особенно ярко это выражено в контрольном варианте, где разница достигала 50 %, Тогда как в вариантах с применением удобрений всего 10–18 %.

При применении удобрений в плодах по отношению к контролю повышалось содержание сухого вещества на 5–16 %, сахаров – на 13–26, витамина С – на 9–12,5 % (табл. 4). При этом отмечалось увеличение количества нитратов в среднем до 30 % в вариантах с аммиачной селитрой и до 37 % в вариантах с КАС-32 (что не превышает предельно допустимую концентрацию). Рыхление существенного влияния на химический состав плодов не оказывало.

Таблица 4

Химический состав плодов томата в зависимости от формы применяемого удобрения

Сорт	Вариант	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин С, мг	Общая кислотность, ммоль Н ⁺ на 100 см ³	Содержание нитратов, мл/кг (ПДК 150/300 мг/кг)
Девчата	Контроль.	5,29	2,68	9,96	5,04	47
	Аммиачная селитра	6,34	3,26	11,29	4,87	66
	КАС-32	6,34	3,27	11,39	4,86	71
Дельта 264	Контроль.	5,95	2,29	11,92	7,46	46
	Аммиачная селитра	6,13	3,11	12,21	7,29	67
	КАС-32	6,14	3,12	13,20	7,28	72
Синяя птица	Контроль.	5,36	3,01	12,66	6,51	46
	Аммиачная селитра	5,78	3,46	13,78	6,44	62
	КАС-32	5,77	3,45	13,79	6,44	66

Таким образом, установлено, что внесение разных форм азотных удобрений оказало влияние на рост, развитие томатов, формирование урожая и качество плодов. Варианты с применением азотных удобрений быстрее укоренились, развили более мощную вегетативную массу, на 2–4 дня сократился период «всходы – начало созревания», и созревание было более дружным. Продолжительность периода вегетации возросла, что позволило увеличить период сбора урожая в среднем на 2 недели. Применение азотных удобрений существенно повлияло на структуру урожая. Так, количество плодов на 1 растении было существенно выше в вариантах с КАС-32 и аммиачной селитрой по отношению к контролю – на 23 и 18 % соответственно. При этом максимальная прибавка урожайности – более чем 45 % – отмечена в варианте с применением КАС-32.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Моисеева К. В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья: дис. ... канд. с.-х. наук. – Тюмень, 2004. – 189 с.
3. Цуркан К. П. Современный подход к системе питания культур // Практика использования КАС в крупных агрохолдингах. – Киев, 2010. – 63 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1983. – Вып. 1–2. – С. 6–57.
5. Гамзиков Г. П. Агрохимия азота в агроценозах. Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние Новосиб. ГАУ. – Новосибирск, 2013. – 790 с.
6. Петров А. Ф., Холдобина Т. В., Матенькова Е. А. Влияние различных форм азотных удобрений на урожайность томата // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. II Всерос. (нац.) науч. конф. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2017.
7. Петров А. Ф., Шакиров Р. Г. Влияние биопрепаратов и используемого субстрата на урожайность томата в малообъёмных гидропонных установках // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. III Всерос. (нац.) науч. конф. – Новосибирск, 2018. – С. 145–147.

REFERENCES

1. Armor BA Methodology of field experience. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.
2. Moiseeva K. V. Improving the cultivation of spring wheat in the Northern Trans-Urals: dis. ... Cand. S. – H. sciences. – Tyumen, 2004. – 189 p.
3. Tsurkan K. P. Modern approach to the system of nutrition of crops // Practice of using CAS in large agroholdings. – Kiev, 2010. – 63 p.
4. Methods of state variety testing of agricultural crops – M.; Kolos, 1983. – Vol. 12. – pp. 6–57.
5. Gamzikov G. P. Agrochemistry of nitrogen in agrocenoses. Russian Agricultural Academy. Sib. Department Novosib. GAU. – Novosibirsk, 2013. – 790 p.
6. Petrov A. F., Holdobina T. V., Matenkova E. A. The influence of various forms of nitrogen fertilizers on the yield of tomato // The role of agrarian science in the sustainable development of rural areas: Sat. II Vseros. (nat.) scientific. conf. – Novosibirsk: ITS NSAU «Golden Ear», 2017.
7. Petrov A. F., Shakirov R. G. The influence of biological products and the substrate used on the yield of tomato in low-volume hydroponic plants // The role of agrarian science in the sustainable development of rural areas: Sat. III Vseros. (nat.) scientific. conf. – Novosibirsk, 2018. – p. 145–147.