

УДК 635.012:635.07

## УДВОЕНИЕ ДОЗЫ КАЛИЙНОГО УДОБРЕНИЯ ПОВЫШАЕТ СОДЕРЖАНИЕ ЛИКОПИНА В ТОМАТАХ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

<sup>1</sup>Савенков О.А., <sup>2</sup>Фотев Ю.В., <sup>1</sup>Наумова Н.Б., <sup>1</sup>Нечаева Т.В., <sup>1</sup>Макарикова Р.П.,  
<sup>1</sup>Смирнова Н.В., <sup>2</sup>Белюсова В.П., <sup>1</sup>Дроздова С.Б.

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт почвоведения и агрохимии СО РАН», Новосибирск, e-mail: savenkov@ngs.ru;

<sup>2</sup>ФГБУН «Центральный сибирский ботанический сад СО РАН», Новосибирск,  
e-mail: fotev\_2009@ngs.ru

В микрополевых опытах в открытом грунте на агросерых почвах лесостепной зоны юга Западной Сибири (Новосибирская область) при выращивании сортов томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) разного типа роста удвоение дозы вносимого калия (с 50 до 100 кг К/га) не повлияло на количество товарной и биологической продукции, но привело к расширению соотношения надземной и подземной фитомассы, что свидетельствует о лучшем развитии растений при повышении обеспеченности калием. Повышение дозы калия увеличило с 19 до 30 мг/кг сырой массы содержание ликопина в плодах разного типа роста, т.е. улучшило их качество. Удвоение дозы вносимого калия повысило содержание сахаров в плодах сорта детерминантного типа (с 4 до 5% от сырой массы), что коррелировало с повышенной оценкой их вкуса. Таким образом, применение калийного удобрения в повышенной дозе можно рекомендовать для улучшения качества плодов при производстве томатов в открытом грунте на юге Западной Сибири.

**Ключевые слова:** томат, *Lycopersicon esculentum* Mill., урожай плодов, ликопин, открытый грунт, Западная Сибирь

## DOUBLING K FERTILIZATION RATE INCREASED LYCOPENE CONTENT IN TOMATO FRUITS GROWN IN THE OPEN FIELD IN THE SOUTH OF WEST SIBERIA

<sup>1</sup>Savenkov O.A., <sup>2</sup>Fotev Y.V., <sup>1</sup>Naumova N.B., <sup>1</sup>Nechaeva T.V., <sup>1</sup>Makarikova R.P.,  
<sup>1</sup>Smirnova N.V., <sup>2</sup>Belousova V.P., <sup>1</sup>Drozdova S.B.

<sup>1</sup>Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, e-mail: savenkov@ngs.ru;

<sup>2</sup>Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, e-mail: fotev\_2009@ngs.ru

In the microplot field experiment, cropped for tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) of two cultivars differing in growth type, in the open field on the agricultural soils in the south of West Siberia (Novosibirsk region, Russia) the increase in the K fertilization rate from 50 to 100 kg K/ha did not influence tomato phytomass and fruits yields, but increased the ratio of aboveground to belowground phytomass, thus evidencing better plant development under improved K supply. Higher K fertilization rate was shown to increase the lycopene content from 19 to 32 mg/kg of fresh fruits, thus improving their quality. In fruits of determinate growth tomatoes higher K fertilization rate was found to increase sugar content from 4 to 5% (fresh mass), which correlated with higher taste sensory assessment. Thus increased potassium fertilization may be recommended to improve the quality of tomato fruits produced in the open field in the south of West Siberia.

**Keywords:** tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill., lycopene, fruit yield, open field, West Siberia

По статистике ФАО (<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>) производство плодов томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) растет во многих странах, в том числе и России. Биологические возможности томата как культуры открытого грунта в настоящее время далеко не исчерпаны. Дальнейший рост урожайности томата в открытом грунте возможен как за счет внедрения в производство новых гетерозисных гибридов первого поколения, так и за счет совершенствования приемов агротехники с целью более полного удовлетворения биологических потребностей культуры [3]. Хотя изучению влияния окружающей среды, обеспечения питательными элементами (в том числе ка-

лием) и генотипической изменчивости растений на свойства плодов томата уделяют внимание уже несколько десятилетий [2, 6], новые экологические и социально-экономические ситуации повысили актуальность таких исследований [9]. Калий может влиять на биохимические и органолептические свойства плодов [7].

Целью работы было изучить влияние повышения дозы калийного удобрения на продукционные особенности растений томатов детерминантного и индетерминантного типа роста, а также на химико-органолептические свойства их плодов при выращивании в условиях открытого грунта на юге Западной Сибири.

**Материалы и методы исследования**

Растения сортов томата детерминантного (Ранняя любовь) и индетерминантного (Дельта 264) типа роста, селективированных в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск) в возрасте 50 дней высадили в открытый грунт 10-13 июня 2013 г. на 6 опытных участках. Экспериментальные площадки расположены в нескольких районах Новосибирской области в пределах 54,96476-55,15397 с.ш. и 82,37861-83,31421 в.д. на среднесуглинистых агросерых почвах. Опыты были заложены в двух повторностях, то есть 2 сорта \* 2 дозы калийного удобрения \* 2 повторности = 8 растений на каждом из 6 участков, по 1 растению на 0,25 м<sup>2</sup>.

Через каждые две недели растения удобряли полным минеральным удобрением в виде водного раствора в дозах, эквивалентных N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>50</sub>Mg<sub>5</sub> и N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>100</sub>Mg<sub>5</sub>. Растения не пасынковали и подвязывали к вертикальным опорам по мере роста.

Отбор образцов надземной и подземной фитомассы провели в конце периода вегетации 10-13 сентября 2013 года. Сбор плодов проводили в ходе вегетации (начиная с конца июля) по мере прекращения их роста и достижения стадии технической спелости, а в конце вегетации учитывали все плоды потребительского качества.

Образцы почвы отбирали после окончания опыта. Содержание C<sub>орг</sub>, N<sub>орг</sub>, легкоподвижного фосфора, а также pH водной суспензии определяли стандартными методами [1]. Содержание подвижных K и Mg определяли атомно-адсорбционным методом в аммонийно-ацетатной вытяжке. Почвенно-химические свойства участков варьировали в таких пределах: pH<sub>водн</sub> от 6,58 до 7,88, C<sub>орг</sub> – 3,20÷10,33%, N<sub>орг</sub> – 0,18÷0,73%, легкоподвижный P – 4÷88 мг/кг, подвижный K – 120÷218 мг/кг и подвижный Mg – 200÷1000 мг/кг. Содержание разных форм фосфора и калия приведены в пересчёте на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O, соответственно. Таким образом, почвы опытных участков имели высокое содержание органического углерода и азота, нейтральную и слабощелочную реакцию среды благоприятную для нормального роста и развития растений. Согласно существующим грациям [4] обеспеченность почв обменным калием варьировала от низкой до повышенной.

В дозревших после снятия плодов томатов определяли некоторые физико-химические свойства (pH, содержание сахаров, содержание нитратов, удельную плотность) и органолептические свойства стандартными методами [10]. Содержание ликопина определяли спектрофотометрически [5].

Данные анализировали методами описательной статистики и дисперсионного анализа с помощью статистического пакета *Statistica 6.1*.

**Таблица 1**

Масса плодов, надземной и подземной фитомассы томатов разных сортов (сырая масса на одно растение, среднее ± ошибка среднего)

Показатель	Сорт Дельта 264		Сорт Ранняя любовь	
	K <sub>50</sub>	K <sub>100</sub>	K <sub>50</sub>	K <sub>100</sub>
Надземная фитомасса, г (Н)	859 ± 152	833 ± 219	332 ± 80	366 ± 82
Подземная фитомасса, г (К)	48 ± 3	37 ± 4	22 ± 3	26 ± 4
Плоды, кг	2,75 ± 0,29	2,67 ± 0,32	2,24 ± 0,29	2,04 ± 0,24
Отношение Н/К	18,0 ± 3,0	19,4 ± 2,8	14,1 ± 2,3	16,0 ± 4,4
Отношение Н/П	0,32 ± 0,05	0,29 ± 0,07	0,14 ± 0,02	0,17 ± 0,03
Число плодов, шт	44 ± 4	45 ± 4	48 ± 7	40 ± 4
Средняя масса плода, г	63 ± 5	57 ± 5	48 ± 3	53 ± 4
Максимальная масса плода, г	164 ± 22	149 ± 19	134 ± 19	151 ± 20

**Таблица 2**

Некоторые характеристики зрелых плодов томатов (среднее ± ошибка среднего, на сырую массу)

Показатель	Сорт Дельта 264		Сорт Ранняя любовь	
	K <sub>50</sub>	K <sub>100</sub>	K <sub>50</sub>	K <sub>100</sub>
pH	4,38 ± 0,11	4,55 ± 0,08	4,35 ± 0,03	4,49 ± 0,13
Содержание сахаров, %	5,3 ± 0,0	5,4 ± 0,6	4,2 ± 0,2	5,1 ± 0,2
Содержание ликопина, мг/кг	18 ± 1	29 ± 4	22 ± 2	32 ± 1
Содержание азота нитратов, мг N/кг	0,58 ± 0,04	0,69 ± 0,23	0,45 ± 0,03	0,64 ± 0,09
Вкус, балл	3,3 ± 0,3	2,0 ± 0,2	2,0 ± 0,1	3,1 ± 0,1
Аромат, балл	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,6 ± 0,4
Цвет, балл	1,1 ± 0,1	2,0 ± 0,3	1,8 ± 0,1	1,9 ± 0,1

### Результаты исследования и их обсуждение

Удвоение дозы калийного удобрения не оказало влияния на урожай томатов (табл. 1), даже несколько снизив его с  $2,49 \pm 0,20$  до  $2,35 \pm 0,20$  кг/растение (в среднем по обоим сортам), но это оказалось статистически не значимым ( $p = 0,45$ ). Аналогичный результат получали и другие исследователи, например, при выращивании томатов в открытом грунте в Испании [8].

Удвоение дозы калия привело к расширению соотношения надземной и подземной фитомассы в среднем по обоим сортам с 16 до 18 (см. табл. 1), что свидетельствует о лучшем развитии растений при повышении обеспеченности калием. Соотношение надземной фитомассы к массе полученных плодов при удвоении дозы калия в среднем по обоим сортам было одинаково, что говорит об сопоставимых затратах растениями ресурсов для продукции плодов.

Удвоение дозы вносимого калия не повлияло на среднюю массу плодов, что согласуется с данными других авторов о том, что средняя масса плодов мало варьирует в зависимости от различных обработок и погодных условий, будучи сильнее привязана к генотипу растений томатов [8].

Таким образом, удвоение дозы вносимого калия практически не повлияло на продукционные характеристики растений томата в нашем опыте, т.е. на фоне достаточной исходной обеспеченности калием почв опытных участков, скорректированной внесением дозы  $K_{50}$ . Не повлияло удвоение и на физико-химические и органолептические свойства плодов, однако повысило содержание ликопина в среднем по обоим сортам на 60% ( $p = 0,008$ ): с  $19 \pm 1$  до  $30 \pm 2$  мг/кг сырой массы (табл. 2).

Содержание сахаров в плодах растений индетерминантного типа роста не изменилось под влиянием удвоенной дозы калия, а у растений детерминантного типа увеличилось в 1,2 раза ( $p = 0,004$ ), что коррелировало с оценкой вкуса плодов.

### Выводы

Внесение калийного удобрения в дозе  $K_{100}$  на довольно хорошо обеспеченных подвижным калием агросерых почвах лесостепной зоны юга Западной Сибири не оказывает влияния на количество товарной продукции томатов по сравнению с дозой  $K_{50}$ , но влияет на качество плодов, существенно повышая содержание ликопина у сортов разного типа роста и сахаров у детерминантного сорта.

Таким образом, применение калийного удобрения в изученной дозе для мелкокомаштабного производства томатов в открытом грунте юга Западной Сибири можно рекомендовать для улучшения качества плодов.

### Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Зволинский В.П., Ионова Л.П., Шершнева А.А. Влияние условий минерального питания на урожайность культуры томат в условиях Нижнего Поволжья // Агротомия и лесное хозяйство. – 2012. – № 4 (28). – С.1-3.
3. Палкин Ю. Секреты томатного изобилия // АгроСнабФорум. – 2015. – № 3-4 (132). – С. 25-27.
4. Якименко В.Н. Диагностика обеспеченности калием пахотных почв Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 4 (172). – С. 15-22.
5. Alda L. M., Gogoșă I., Bordean D.-M., Gergen I., Alda S., Moldovan C., Niță L. Lycopene content of tomatoes and tomato products // J. Agroalimentary Processes and Technologies. – 2009. – V. 15, Iss. 4. – P. 540-542.
6. Li S., Zhang Y. 4R Potassium Management in processing Tomato Production in Xinjiang // Better crops. – 2013. – V. 97. № 2. – P. 4-6.
7. Liu Z.-H., Jiang L.-H., Li X.-L., Härdter R., Zhang W.-J., Zhang Y.-L., Zheng D.-F. Effect of N and K Fertilizers on Yield and Quality of Greenhouse Vegetable Crops // Pedosphere. – 2008. – V. 18, Iss. 4. – P. 496-502.
8. Moreno M.M., Moreno A. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop // Scientia Horticulturae. – 2008. – V. 116, Iss. 3. – P. 256-263.
9. Perveen R., Suleria H. A. R., Anjum F. M., Butt M. S., Pasha I., Ahmad S. Tomato (*Solanum lycopersicum*) Carotenoids and Lycopenes Chemistry; Metabolism, Absorption, Nutrition, and Allied Health Claims – A Comprehensive Review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2015. – V. 55, Iss. 7. – P. 919-929.
10. Thybo A.K., Edelenbos M., Christensen L.P., Sørensen J.N., Thorup-Kristensen K. Effect of organic growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes // LWT – Food Science and Technology. – 2006. – V.39. Iss. 8. – P. 835-843.