

## КАЧЕСТВЕНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ РАЗЛИЧНИ ГЕНОТИПОВЕ ДОМАТИ

ВЕСЕЛИНА ВАСИЛЕВА, НИКОЛАЙ ДИНЕВ, ИВАНКА МИТОВА,  
Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиarov“, София

### Fruit Quality Components in Different Tomato Genotypes

V. Vasileva, N. Dinev, I. Mitova

N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria

#### Abstract

A field experiment was carried out with different color tomato cultivars and hybrids (orange – *Altaiski orange*, pink – *Bull's heart*, red – *Nikolina F<sub>1</sub>* and *Atak* as well as black – *Black prince* aiming to evaluate the effect of coloration on overall fruit quality. During the research, biochemical quality components (Vitamin C, total acidity, lycopene, sugar and dry matter content) were evaluated at two separate harvest dates.

The study established that the highest content of dry matter, sugars, vitamin C and lycopene was recorded in cultivar *Black prince* compared to all other analyzed cultivars and hybrids. The data presented is of value as guidance for the future selection and breeding practices using black colored tomato cultivars for increasing the quality components content.

It was determined that hybrid *Nikolina F<sub>1</sub>* significantly surpasses hybrid *Atak* at the first harvest by showing higher rates of Vitamin C, lycopene, sugars and dry matter content and higher concentration of lycopene and sugars on the second harvest date.

**Key words:** *Solanum lycopersicum*, genotypes, total acidity, lycopene, sugar and dry matter content

Доматите (*Solanum lycopersicum*) са един от най-широко произвежданите и консумирани зеленчуци в световен мащаб (Heuvelink, 2005), като заемат първо място между зеленчуковите култури. Широкото разпространение и масовата им употреба се дължат преди всичко на създадените сортове с различен вегетационен период, висока и стабилна продуктивност, екологична пластичност, устойчивост на икономически важни болести, плодове с отлични вкусови и технологични качества (Михов и др., 2007). По последни данни на ФАО през 2011 г. са произведени 159 млн. тона домати в света. За да се задоволи потребността на постоянно нарастващото население е необходимо да се произвежда голямо количество висококачествена продукция.

Качеството на домати за прясна консумация се определя както от външния вид (цвет, размер, форма, липса на физиологични нарушения и гниене), твърдост, текстура, сухо вещество, така и от техните органолептични (вкусови) и хранителни качества. От гледна точка на потребителите, цветът е една от най-важните характеристики, определящи избора им. Най-масови са плодовете със стандартен червен цвят, но все по-големият пазарен интерес към нетрадиционни сортове налага селектирането на нови такива с жълт, оранжев, розов, черен цвят. Вкусовите качества на домати се дължат основно на съдържанието на захари и киселини, а хранителните – от съдържанието на минерали, витамини, каротеноиди и др. (антиоксиданти) (Dogaïs et al., 2010).

Целта на настоящото изследване беше да се направи сравнителна оценка на биохимичните показатели, определящи качеството на различни по цвят хибриди и сортове домати.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът е заложен в ОП Цалапица на почвен тип Алувиално-ливадна почва с ниско съдържание на хумус (1,28%) и неутрално рН – 6,9 (в H<sub>2</sub>O) и 6,2 (в KCl). Почвата е с ниско съдържание на минерален азот (14,7 mg/1000 g), слабо запасена с P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (4,4 mg/100 g) и средно запасена с K<sub>2</sub>O (13,6 mg/100 g).

В опита участват пет сортове и хибриди домати в трикратно повторност, подбрани по цвят в четири типа – жълт (Алтайски оранжев), розов (Биволско сърце), червен (Николина F<sub>1</sub> и Атак) и черен (Черен принц).

Калиевата норма от 24 kg K/da е внесена двукратно под форма на калиев сулфат на фон азотно и фосфорно торене. Азотът е внесен под форма на амониев нитрат, а фосфорът като троен суперфосфат.

В изследването са включени две представителни беритби на плодовете, от които е направен биохимичен анализ. След изсушаване на пробите при 65 °C с предварителна фиксация при 110 °C е определено сухото вещество – тегловно. Съдържанието на общи захари е определено рефрактометрично – с Digital refractometer – 32 145 и изразено в процент. Съдържанието аскорбинова киселина е отчетено на апарат RQ Flex Plus 10 на Merck по оказаната методика. Ликопенът и общите багрила са определени във филтрат от ацетон, спектрофотометрично.

Качествените показатели са обработени статистически с пакет ANOVA (Statgraphics).

#### РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Показателите на качеството на домати имат значителна тежест при оценката на продукцията и

Таблица 1. Качествени показатели на домати, отчетени при първа беритба  
Table 1. Fruit quality indicators measured on the first harvest date

Дата I (15. VIII. 2013)					
Сорт/хибрид	сухо вещество, %	захари, %	обща киселинност, %	Витамин С, mg/100 g	ликопен, mg/100 g
Алтайски оранжев Altaiski orange	7,33	5,90	0,36	12,30	0,19
Биволско сърце Bull's heart	8,12	6,60	0,48	10,60	3,99
Николина F <sub>1</sub> Nikolina F <sub>1</sub>	5,88	3,13	0,42	12,00	4,76
Атак/Atak	4,90	3,10	0,47	7,30	4,42
Черен принц Black prince	8,67	6,60	0,47	13,50	6,89
НМДР при P ≥ 95%	0,216	0,448	0,064	1,271	0,416
НМДР при P ≥ 99%	0,307	0,637	0,091	1,808	0,591

Таблица 2. Качествени показатели на домати, отчетени при втора беритба  
Table 2. Fruit quality indicators measured on the second harvest date

Дата II (12. IX. 2013)					
Сорт/хибрид	сухо вещество, %	захари, %	обща киселинност, %	Витамин С, mg/100 g	ликопен, mg/100 g
Алтайски оранжев Altaiski orange	8,88	7,60	0,64	13,80	0,36
Биволско сърце Bull's heart	6,25	4,80	0,46	14,10	3,74
Николина F <sub>1</sub> Nikolina F <sub>1</sub>	4,47	3,23	0,55	6,50	5,70
Атак/Atak	4,18	2,70	0,58	8,90	3,55
Черен принц Black prince	7,09	5,50	0,52	16,80	6,06
НМДР при P ≥ 95%	0,333	0,367	0,059	0,534	0,181
НМДР при P ≥ 99%	0,473	0,522	0,085	0,759	0,258

създаването чрез селекция на нови хибриди. В настоящето изследване сме определили на две фази съдържанието на сухо вещество, захари, обща киселинност, витамин С и характерния за домати каротеноид ликопен.

В табл. 1 и 2 са обобщени данните, получени при анализа на биохимичните показатели, характеризиращи качеството на плодовете от домати.

Нормално съдържанието на сухо вещество в плодовете от домати варира между 5% и 7,5% (Neuvelink, 2005). Този параметър е с изключителна важност, тъй като стойностите на сухото вещество са в правопрпорционална зависимост с количеството свежа маса на плодовете, като обект на икономически интерес. За преработката на домати количеството сухо вещество под форма на разтворими твърди вещества и захароза е пряка детерминанта на вкусовите и преработвателни качества на плодовете (Davies, Hobson, 1981). В настоящето изследване получените данни за сухо вещество варират съответно за първата и втората дата на отчитане между 4,9 и 8,67%, и 4,18 и 8,88%. Най-високи стойности при първата беритба са отчетени при плодовете от сортове Черен принц и Биволско сърце а най-ниски – при хибрид Атак (табл. 1). При второто вземане най-високи стойности на този по-

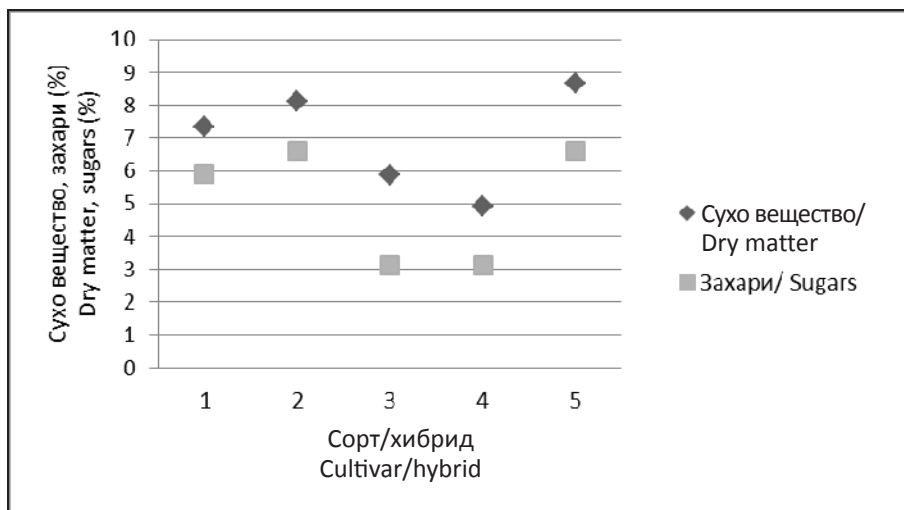
казател има при плодовете от сорт Алтайски оранжев, а най-ниски – отново при плодовете от хибрид Атак (табл. 2). Разликите между всички изследвани варианти са статистически доказани при първата дата, както при P ≥ 95% (LSD = 0,216), така и при P ≥ 99% (LSD = 0,307). При отчитането през септември всички разлики са доказани с изключение на разликите между хибридите Николина F<sub>1</sub> и Атак при P ≥ 95% и P ≥ 99%.

Тъй като всички сортове и хибриди са отглеждани при едни и същи условия, тези разлики могат да се определят като сортова особеност. На тази база може да се предположи, че по този показател сортовете Черен принц и Биволско сърце попадат в категорията на домати, подходящи за консервната и преработвателна промишленост.

Сравнявайки „класическите“ по цвят хибриди Атак и Николина F<sub>1</sub> се вижда, че хибрид Николина F<sub>1</sub> има по-високо съдържание на сухо вещество (5,88%).

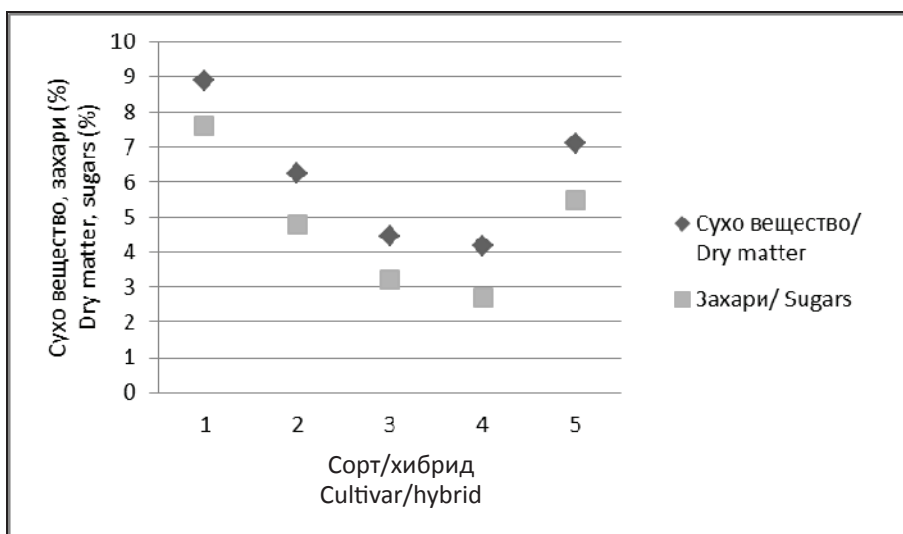
Според някои изследователи съдържанието на абсолютно сухо вещество е в пряка връзка със съдържанието на общи захари (Ho, 1996a), като това се потвърждава и от настоящето изследване (фиг. 1, 2).

Съдържанието на захари в плодовете от домати е една от най-важните органолептични характе-



1 - Алтайски оранжев/Altaiski orange; 2 - Биволско сърце/Bull's heart;  
3 - Николина F<sub>1</sub>/Nikolina F<sub>1</sub>; 4 - Атак/Atak; 5 - Черен принц/Black prince.

Фиг. 1. Връзка между съдържанието на сухо вещество и захари в плодовете от домати при първа беритба  
Fig. 1. Correlation between dry matter content and fruit sugars in tomato fruits on the first harvest date



1 - Алтайски оранжев/Altaiski orange; 2 - Биволско сърце/Bull's heart;  
3 - Николина F<sub>1</sub>/Nikolina F<sub>1</sub>; 4 - Атак/Atak; 5 - Черен принц/Black prince.

Фиг. 2. Връзка между съдържанието на сухо вещество и захари в плодовете от домати при втора беритба  
Fig. 2. Correlation between dry matter content and fruit sugars in tomato fruits on the second harvest date

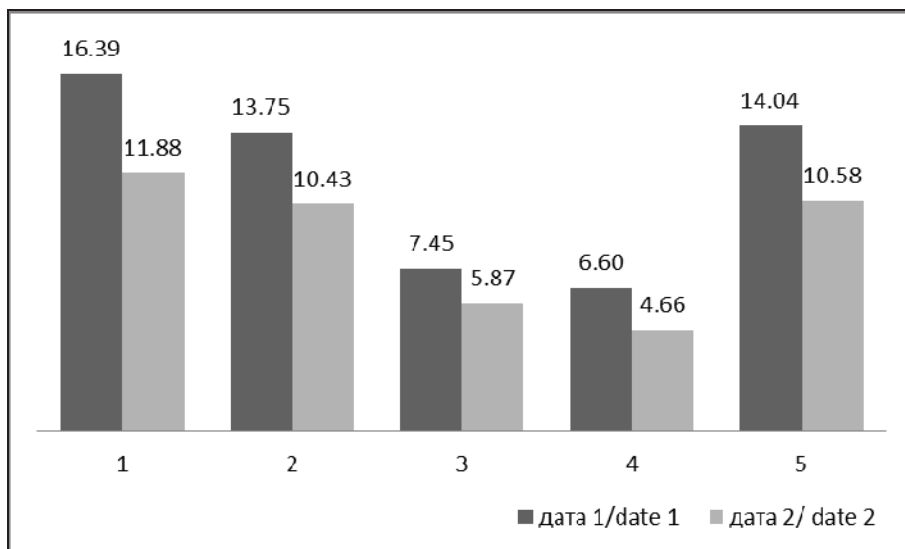
ристики на качеството им, като според различни автори концентрацията на захари варира в зависимост от сорта и климатичните условия със стойности между 1,66 и 4,65% (Stevens, 1972; Yelle et al., 1988; Dorais et al., 1999b).

От изследваните сортове домати с най-високо процентно съдържание на захари се характеризират Биволско сърце и Черен принц – с 6,6% за първата отчетена беритба и сорт Алтайски оранжев със 7,6% за втората. От табл. 1 и 2 се вижда, че при двете беритби най-малко захари имат плодовете на хибрид Атак (3,1 и 2,7%). При беритбата през август статистическият анализ показва, че

доказаност на разликите с най-висока степен на достоверност при LSD = 0,637 има между сортове Алтайски оранжев и Биволско сърце, Николина F<sub>1</sub>, Атак и Черен принц; сорт Биволско сърце и хибридите Николина F<sub>1</sub> и Атак; хибриди Николина F<sub>1</sub> и Атак, и между Атак и Черен принц.

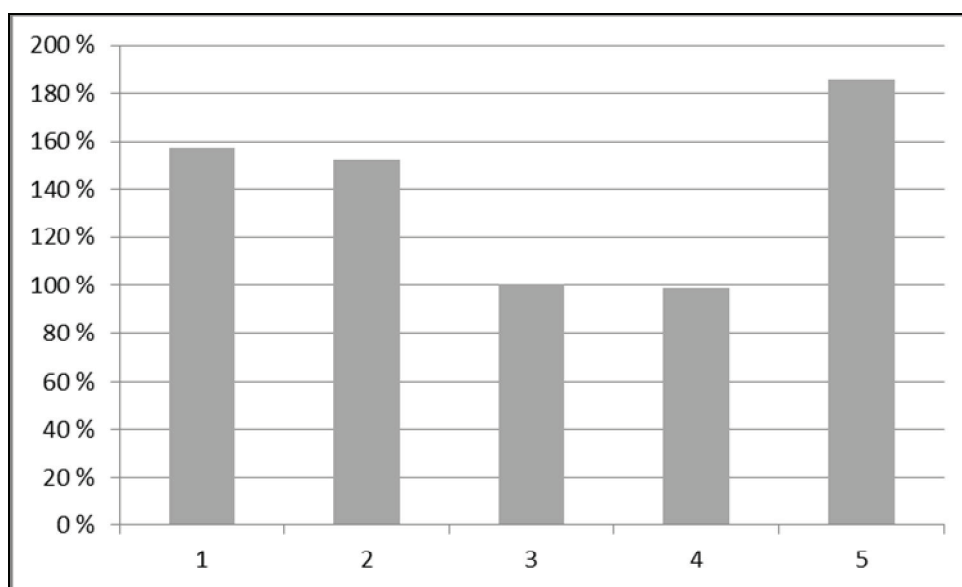
При беритбата през септември доказаност на разликите при P ≥ 99% и LSD = 0,521 има между всички изследвани сортове.

От червено оцветените хибриди Атак и Николина F<sub>1</sub> по-голямо съдържание на захари и при двете отчитания имат плодовете на Николина F<sub>1</sub> (3,13 и 3,23%). Впечатление прави, че те са значително



1 - Алтайски оранжев/Altaiski orange; 2 - Биволско сърце/Bull's heart;  
3 - Николина F<sub>1</sub>/Nikolina F<sub>1</sub>; 4 - Атак/Атак; 5 - Черен принц/Black prince.

Фиг. 3. Захарно-киселинно съотношение на плодовете от домати, отчетени при двете беритби  
Fig. 3. Sugar-acid ratio of tomato fruits, measured on both harvest dates



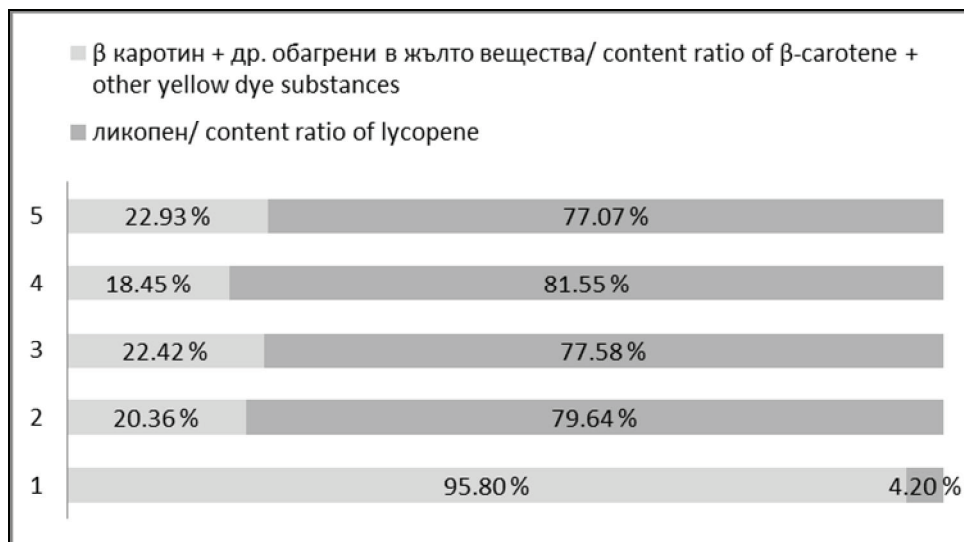
1 - Алтайски оранжев/Altaiski orange; 2 - Биволско сърце/Bull's heart;  
3 - Николина F<sub>1</sub>/Nikolina F<sub>1</sub>; 4 - Атак/Атак; 5 - Черен принц/Black prince.

Фиг. 4. Относителни средни стойности на съдържанието на витамин С в плодовете от домати, отчетени при двете беритби  
Fig. 4. Relative average content of Vitamin C measured in tomato fruits on both harvest dates

по-ниски от стойностите, отчетени при домати с нетипичен цвят. Това би могло да се дължи на факта, че и двата хибрида са детерминантни, а сортовете Алтайски оранжев, Биволско сърце и Черен принц са индетерминантни. Това се потвърждава от Emery, Munger (1970) и Georgelis, Scott (2004), които в трудовете си обясняват този факт с това, че индетерминантните сортове домати имат по-ви-

соко съотношение листа/плодове, а както е известно, натрупването на захари е свързано с фотосинтетичната активност на растенията.

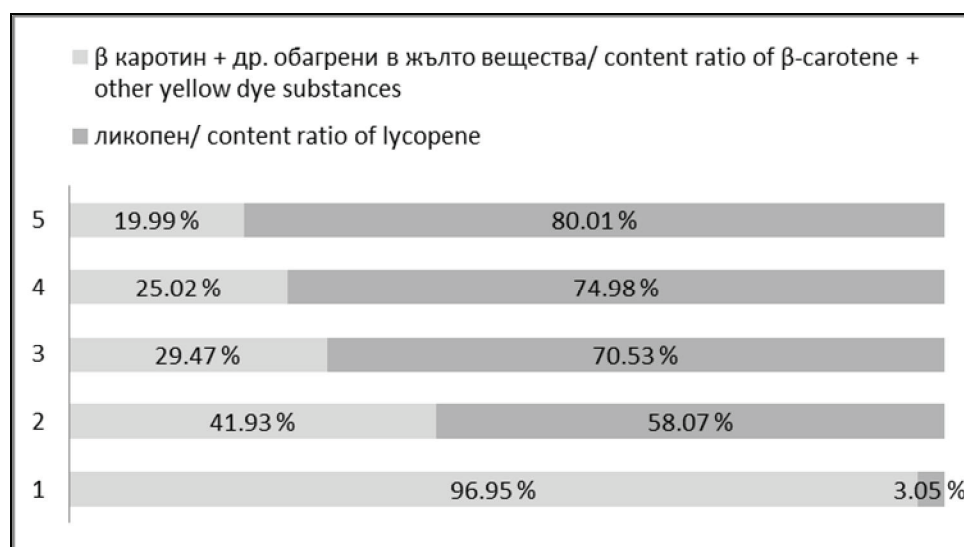
Друга важна органолептична характеристика за вкуса на домати и цялостното качество е общата киселинност. Със средни стойности от 0,4% тя оказва по-голямо влияние върху вкусовите качества на плодовете от захарите (Oms-Oliub et al., 2011).



1 - Алтайски оранжев/Altaiski orange; 2 - Биволско сърце/Bull's heart;  
3 - Николина F<sub>1</sub>/Nikolina F<sub>1</sub>; 4 - Атак/Atak; 5 - Черен принц/Black prince.

Фиг. 5. Съдържание на β каротин + други обагрени в жълто вещества и ликопен от общите багрила при първо отчитане (август), %

Fig. 5. Content ratio of β-carotene + other yellow dye substances and lycopene to the common dyes measured on the first harvest date, %



1 - Алтайски оранжев/Altaiski orange; 2 - Биволско сърце/Bull's heart;  
3 - Николина F<sub>1</sub>/Nikolina F<sub>1</sub>; 4 - Атак/Atak; 5 - Черен принц/Black prince.

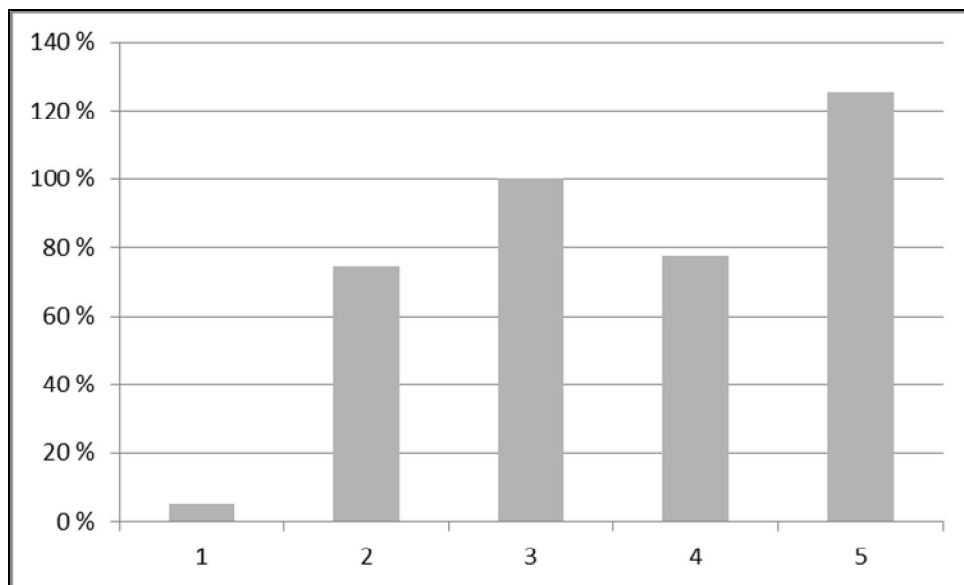
Фиг. 6. Съдържание на β каротин + други обагрени в жълто вещества и ликопен от общите багрила при второ отчитане

Fig. 6. Content ratio of β-carotene + other yellow dye substances and lycopene to the common dyes measured on the second harvest date

От обобщените данни в табл. 1 и 2 се вижда, че стойностите на обща киселинност в изследваните домати при първата дата варират между 0,36 и 0,48%, а при втората – между 0,45 и 0,64%. При първата беритба с най-ниска обща киселинност се характеризират плодовете от сорт Алтайски оранжев (0,36%), а най-висока е отчетена при сорт

Биволско сърце (0,48%). При следващата дата плодовете от сорт Алтайски оранжев показват най-висока обща киселинност (0,64%), а тези от сорт Биволско сърце – най-ниска (0,45%).

От „червените“ домати и при двете беритби по-високи стойности на този показател имат домати от хибрид Атак, съответно 0,47% и 0,57%.



1 - Алтайски оранжев/Altaiski orange; 2 - Биволско сърце/Bull's heart;  
3 - Николина F<sub>1</sub>/Nikolina F<sub>1</sub>; 4 - Атак/Atak; 5 - Черен принц/Black prince.

Фиг. 7. Относителни средни стойности на съдържанието на ликопен в плодовете от домати, отчетени при двете беритби

Fig. 7. Relative average content of lycopene measured in tomato fruits on both harvest dates

Статистически доказани разлики при отчетените данни за киселинността от първата дата при  $P \geq 95\%$  и  $LSD = 0,064$  има при сорт Алтайски оранжев и Биволско сърце, Атак и Черен принц. Същите разлики са доказани при висока степен на достоверност ( $P \geq 99\%$ ) и  $LSD = 0,091$ .

При втората отчетена беритба доказаност на разликите има между сортове Алтайски оранжев и Биволско сърце, Николина F<sub>1</sub> и Черен принц; Биволско сърце, Николина F<sub>1</sub> и Атак при  $P \geq 99$  и  $LSD = 0,084$ .

Вкусовите качества на домати са субективна характеристика, тъй като зависят от индивидуалните предпочитания на консуматорите. Поради тази причина в средата на миналия век се въвежда терминът захарно-киселинно съотношение като баланс между захарите и органичните киселини в плодовете. Редица автори изследват и използват този термин (Simandle et al., 1966; Lower, Thompson, 1967; Davies, Winsor, 1967; Jones, 1986; Bucheli et al., 1999a; Bucheli et al., 1999b).

В литературата се посочват стойности 5,6 – 8,7 (Райкова, 1977) за захарно-киселинното съотношение, но според Ганева (2007) постоянни стойности 10 – 11 биха допринесли за по-сладък вкус на плодовете.

На фиг. 3 са показани захарно-киселинните съотношения на изследваните сортове и хибриди от двете беритби. Установено е, че и при двете дати сорт Алтайски оранжев има най-висок показател, а хибрид Атак – най-нисък.

Известно е, че домати са основен източник на редица витамини, в т. ч. и на Витамин С. В литературата се посочва много широк диапазон на съдържанието му в плодовете от домати (8-120 mg 100 g), като това е в резултат на различни земеделски практи-

ки, сортови особености на растенията и начини на съхранение след прибиране на реколтата (Hamner, Maynard, 1942; Ботева, 2009; Митова и др., 2011; Boteva et al., 2012).

За настоящото изследване съдържанието на витамин С варира съответно за първата и за втората беритба между 7,3 и 13,5 mg 100 g, и между 6,5 и 16,8 mg 100 g. Най-много витамин С и при двете беритби е отчетено в плодовете на сорт Черен принц (13,5 и 16,8 mg 100 g), а най-малко при хибрид Атак (7,3 mg 100 g) – първото отчитане и Николина F<sub>1</sub> (6,5 mg 100 g) при второто отчитане.

Статистически доказани разлики между вариантите при  $P \geq 99\%$  и  $LSD = 1,807$  в изследването през август има между вариантите от Алтайски оранжев и Атак; Биволско сърце, Атак и Черен принц; Николина F<sub>1</sub> и Атак; Атак и Черен принц.

При отчитането през септември с най-висока степен на доказаност ( $P \geq 99\%$ ) и  $LSD = 0,759$  разлики се наблюдават между всички изследвани варианти с изключение на сортове Алтайски оранжев и Биволско сърце.

От хибридите по показател витамин С по-добре се представя Николина F<sub>1</sub> (12 mg 100 g) при първата беритба, а при втората – Атак (8,9 mg 100 g). От данните се вижда, че всички хибриди и сортове, включени в изследването с изключение на Николина F<sub>1</sub> показват по-високи концентрации на витамин С при второто отчитане. Предполага се, че причина за това са високите температури през месец август, когато е направена първата беритба, тъй като концентрацията на витамин С намалява с увеличение на листната температура, която от своя страна е в пряка връзка с температурата на околната среда (Davies et al., 1991).

Пресметнати са относителните стойности на съдържанието на витамин С в плодовете на изследваните сортове и хибриди домати. За базов в съпоставката е приет хибрид Николина F<sub>1</sub>, който е включен в сортовата листа на България и е добре изучен от колектива на ИПАЗР „Н. Пушкиarov“. На фиг. 4 са показани осреднени стойности на съдържанието на витамин С в плодовете от двете представителни беритби. Плодовете на сорт Черен принц имат най-високи средни относителни стойности, а тези на хибрид Атак – най-ниски.

Ликопенът е ненаситен антиоксидант и на него се дължи червеният цвят на доматиите. През последните години се смята, че именно той е най-мощният антиоксидант от каротеноидното семейство. Редица изследвания показват, че редовният прием на ликопен намалява риска от рак на белите дробове, пикочния мехур, шийката на матката, а също така и заболявания на стомашно-чревния тракт (Stahl, Sies, 1996; Clinton, 1998). Медицинските изследвания показват, че ликопенът намалява риска и от рак на кожата, след излагане на UV лъчи (Ribaya-Mercado et al., 1995).

Според някои автори ликопенът съставлява 75 – 83% от общото съдържание на пигменти в доматиите, а β-каротинът е около 3 до 7% от тях (Gould, 1992; Abushita et al., 1997). Това може да се види и на фиг. 5 и 6 – и при двете дати съдържанието на ликопен е много по-високо от това на β каротин + други обогрени в жълто вещества, като изключение правят единствено плодовете от сорт Алтайски оранжев. При тях ликопенът е едва 4,20% при първото и 3,05% за второто отчитане.

Според изследване на ФАО съдържанието на ликопен в доматиите най-често се движи в границите 7 – 13 mg/100 g (Reth et al., 2009), но Аризонският университет по земеделие посочва и концентрации от 1,5 mg/100 g. Това вариране на данните би могло да се обясни с географското местоположение на района на отглеждане, техниките на отглеждане, климатичните условия, сортовете особености и зрялостта на изследваните плодове.

Получените данни варират между 0,19 и 6,89 mg/100 g, и 0,36 и 6,06 mg/100 g, съответно за първата и втората отчетена беритба. И при двете отчитания най-високи съдържания на ликопен има в плодовете от сорт Черен принц, а най-ниски – в тези от сорт Алтайски оранжев. Тези резултати се потвърждават от Hart, Scott (1995), според които жълтите сортове домати могат да съдържат над 10 пъти по-малко ликопен от стандартните сортове. От хибридите по-високо съдържание на ликопен и при двете отчитания има при плодовете на Николина F<sub>1</sub> (табл. 1 и 2). И при двете беритби доказаност на разликите има при P ≥ 99% и LSD = 0,591 за първата и LSD = 0,258 за втората дата при всички варианти с изключение на разликите между сорт Биволско сърце и хибрид Атак. При взимането през август няма доказаност на разликите и между Николина F<sub>1</sub> и Атак.

Разликите в съдържанието на ликопен и варирането му между двете беритби би могло да се обясни с климатичните аномалии през опитната

година. Високите за сезона температури и обилните валежи биха могли да са причина за липсата на тенденция при получените данни. Смята се, че резките температурни промени влияят значително върху синтеза на пигменти в доматиите, като за оптимални температури се посочват тези в диапазона 16 – 21 °C. При температура под 12 °C силно се затруднява синтезата на ликопен, а при температури, по-високи от 30 °C процесът може да спре като цяло (Dumas et al., 2003).

Пресметнати са относителните стойности на съдържанието на ликопен в плодовете на изследваните сортове и хибриди домати спрямо хибрид Николина F<sub>1</sub>. На фиг. 7 са показани осреднени стойности на съдържанието на ликопен в плодовете от двете представителни беритби. Сорт Черен принц се представя най-добре, а сорт Алтайски оранжев – най-слабо по този показател.

### ИЗВОДИ

Плодовете на червените хибриди Николина F<sub>1</sub> и Атак имат по-малко сухо вещество от плодовете на сортовете с нетипичен цвят – Алтайски оранжев, Биволско сърце и Черен принц.

Най-много витамин С и ликопен и при двете беритби е отчетено в плодовете на сорт Черен принц.

Изследването позволява да се предложи насока на селекцията с черен домати за повишаване на коментираните биохимични показатели.

От червените домати хибрид Николина F<sub>1</sub> преобладава Атак по почти всички от отчетените биохимични показатели (сухо вещество, захари, Витамин С, ликопен).

### ЛИТЕРАТУРА

- Ботева, Хр.** 2009. Съдържание на ликопен в доматиите плодове при различни нива на калиево торене. – В: III Международен симпозиум „Екологични подходи при производството на безопасни храни“, Пловдив, 199-204
- Ганева, Д.** 2007. Селекционни проучвания на основни признаци при детерминантни домати за промишлена преработка. Дисертация. ИЗК „Марица“, Пловдив.
- Митова, Ив., Н. Динев.** 2011. Сравнително изпитване на органичното и минералното торене върху усвояването на хранителните елементи и качеството на плодове от домати. *Почвознание агрохимия и екология*, XLV, Приложение № 1-4, 164-169
- Михов, М., С. Вълчев, Д. Ганева, С. Машева, В. Янкова.** 2007. Технология за отглеждане на индетерминантни сортове домати на висока стационарна опорна конструкция. Пловдив.
- Райкова, Л.** 1977. Режим на калия при оранжерийно производство на домати. Дисертация. ИП „Н. Пушкиarov“, София.
- Abushita, A., E. Hebshi, H. Daood, and P. Biacs.** 1997. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food Chem.*, 60: 207-212
- Boteva, H., T. Cholakov, E. Valcheva.** 2012. Effect of rate and form of potassium on the yield and quality of determinate tomatoes. Collected papers of the International scientific-practical conference of young scientists (19-20 April 2012), Irkutsk, p. 85-90
- Bucheli, P., E. Voirol, R. de la Torre, J. Lopez, A. Rytz, S. D. Tankksley, and V. Petiard.** 1999a. Definition of non-volatile markers for flavor of tomato (*Lycopersicon esculentum*)

tum Mill.) as tools in selection and breeding. *J. Agr. Food Chem.*, 47: 659-664

**Bucheli, P., J. Lopez, E. Voirol, V. Petiard, and S. D. Tankksley.** 1999b. Definition of biochemical and molecular markers (quality trait loci) for tomato flavor as tools in breeding. *Acta Hort.*, 487: 301-306

**Clinton, S. K.** 1998. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutritional Review*, 56, 35-51

**Davies, J. N. and G. E. Hobson.** 1981. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition, and genotype. (p. 205-280). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 15: 205-280

**Davies, J. N. and G. W. Winsor.** 1967. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and liming on the composition of tomato fruit. *J. Sci. Food Agr.*, 18: 459-466

**Davies, M. B., J. Austin & D. A Partridge.** 1991. Vitamin C; Its Chemistry and Biochemistry. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

**Dorais, M., A. P. Papadopoulos, G. Turcotte and A. Gosselin.** 1999b. Can tomato fruit quality and flavor be controlled by EC and water management? International Society of Horticultural Science, Hydroponics and Growing Media Congress, Halkidiki, Greece, August 31 to September 6, p. 76

**Dorais, M., Papadopoulos, A. P. and Gosselin, A.** 2010. Greenhouse Tomato Fruit Quality in *Horticultural Reviews*, Vol. 26. (ed. J. Janick), John Wiley & Sons, Inc., Oxford, UK.

**Dumas, Y, M. Dadomo, G. Di Lucca, P. Grolier.** 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 83, 5, p. 369-382

**Emery, G. C. and H. M. Munger.** 1970. Effects of inherited differences in growth habit on fruit size and soluble solids in tomato. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, Vol. 95, p. 410-12

**Georgelis, N., J. W. Scott and E. A. Baldwin.** 2004. Relationship of Tomato Fruit Sugar Concentration with Physical and Chemical Traits and Linkage of RAPD Markers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 129(6): 839-845

**Gould, W. A.** 1992. Tomato production, processing, and technology. CTI Publ., Baltimore, MD.

**Hamner. K. C. and Maynard, L. A.** 1942. Factor influ-

encing the nutritional value of the tomato. A review of the literature. U.S. Dept of Agric. Misc. Publication No. 502.

**Hart, D. J. and K. J. Scott.** 1995. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chem.*, 54: 101-111

**Heuvelink, E.** 2005. Tomatoes. Wageningen University, The Netherlands, CABI Publishing.

**Ho, L. C.** 1996a. The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate compartmentation in fruit in relation to the quality and yield of tomato. *J. Expt. Bot.*, 47: 1239-1243

**Jones, R. A.** 1986. Breeding for improved post-harvest tomato quality: genetical aspects. *Acta Hort.*, 190: 77-87

**Lower, R. L. and A. E. Thompson.** 1967. Inheritance of acidity and solids content of small fruited tomatoes. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 91: 486-494

**Oms-Oliub, G., M. L. A. T. M. Hertoga, B. Van de Poela, J. Ampofo-Asiamaa, A. H. Geeraerd, B. M. Nicolai.** 2011. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. *Postharvest Biology and Technology*, 62(1): 7-16

**Rath, S. Z., Olempska-Beer, Z. and P. Kuznesof.** 2009. Lycopene extract from tomato. FAO.

**Ribaya-Mercado, J. D., M. Garmyn, B. A. Gilchrest and R. M. Russell.** 1995. Skin lycopene is destroyed preferentially over B-carotene during ultraviolet irradiation in humans. *J. Nutr.*, 125: 1854-1859

**Simandle, P. A., J. L. Brogden, J. P. Sweeny, E. O. Mobley and D. W. Davis.** 1966. Quality of six tomato varieties as affected by some compositional factors. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 89: 532-538

**Stahl, W. and Sies, H.** 1996. Lycopene: a biochemically important carotenoid for humans? *Archives of Biochemistry & Biophysics*, 336, 1-9

**Stevens, M. A.** 1972. Relationships between components contributing to quality variation among tomato lines. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 97: 70-73

**Yelle, S., J. D. Hewitt, N. L. Robinson, S. Damon and A. B. Bennett.** 1988. Sink metabolism in tomato fruit. III. Analysis of carbohydrate assimilation in a wild species. *Plant Physiol.*, 87: 737-740