

**ОЦЕНКА ЛЕЖКИХ ФОРМ ТОМАТА
(LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL.)
ПО ПРИЗНАКАМ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
ПЛОДОВ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ**

В результате проведенных исследований выделен исходный материал для селекции томата защищенного грунта в условиях Беларуси по признакам биохимического состава плодов. Выявлены изменения биохимических признаков в результате хранения у лежких плодов томата.

Введение

Благодаря высокому содержанию биологически активных веществ овощи являются важнейшим продуктом в научно обоснованной системе рационального питания человека. Создание сортов томата, сочетающих высокую продуктивность, качество и способность храниться длительный период позволит решить проблему обеспечения потребителя высокопитательными плодами на протяжении всего года. Однако динамика биохимических изменений в процессе созревания лежких плодов томата в условиях Беларуси изучена недостаточно, поэтому целью наших исследований являлась оценка изменений биохимического состава плодов в результате хранения у лежких и нележащих форм томата.

Содержание экстрактивных веществ (сахаров, кислот, пектина, витаминов, минеральных солей) в плодах томата в значительной степени определяет их качество. В результате исследований [1, 2, 3] установлена значительная изменчивость по этим показателям в зависимости от сорта, условий возделывания и степени зрелости плодов. Например, выявлено [4], что плоды, выращенные в зимне-весеннее время и хранившиеся 83 дня, содержали больше аскорбиновой кислоты, сухих веществ, сахаров, кислотность их была выше, чем у других зрелых плодов, снятых с куста без хранения.

На успешное хранение плодов и их биохимические показатели влияет подбор условий, замедляющих необратимые процессы созревания и старения, ведущие к размягчению и гибели плодов. Плоды, дозаренные в условиях холодного хранения ($+6^{\circ}\text{C}$ – $+12^{\circ}\text{C}$), содержали меньше сухих веществ, сахаров и более низкий сахарокислотный индекс, чем созревшие в поле [5].

Объекты и методы исследования

Объектом исследований послужили 7 родительских форм тепличных томатов, различающихся по морфологическим признакам и 21 гибридная комбинация. Для гибридизации по диаллельной схеме использовались: линия № 4, линия № 10, Мо 950, Мо 577, Мо 948, линия Б-2-6 и линия Z-1-3. Мутантные формы Мо 950, Мо 577, Мо 948 несут гены лежкости Alcobasa, Rin, Nog соответственно. Испытаны гибриды и родительские формы в пленочных теплицах опытного поля УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Для проверки качества хранившейся продукции в нерегулируемых условиях проводили анализ биохимических признаков плодов в молочной и полной степени зрелости. Общее содержание сухих веществ определяли рефрактометрически, сумму сахаров – по методу Бертрана, общую кислотность устанавливали титрованием водного экстракта щелочью.

Результаты и их обсуждение. В таблицах 1 – 3 представлены данные по общему содержанию сухих веществ, сахаров и титруемых кислот в плодах томата молочной и полной степени зрелости. Полученные данные показали, что содержание всех этих веществ в результате хранения

снизились. Другие авторы [4, 5] также пришли к выводу, что при хранении плодов содержание сухих веществ, сахаров, кислот чаще уменьшалось, чем увеличивалось.

Важным показателем качества томатов служит содержание сухих веществ. Их изменение при хранении определяется интенсивностью дыхания и скоростью потерь влаги. Изменение содержания сухих веществ лишь на 1% в томатном сырье оказывает влияние на качество томатной пасты и ее выход в пределах 15 – 20% [4].

В таблице 1 представлены средние значения по количеству сухих веществ в плодах диаллельных образцов томата. Сравнивая образцы, отметим, что в большинстве случаев при закладке на хранение нележкие плоды отличались меньшим содержанием сухих веществ – среднее суммарное содержание 7,19%, у лежких – 7,32%. Самым высоким этот показатель был у гибридов в качестве родителей, у которых выступали мутантные формы: Мо 950 х Мо 577 (7,81%) и Мо 950 х Мо 948 (7,60%). При снятии с хранения суммарное содержание сухих веществ в плодах всех форм снизилось, в лежких томатах этот показатель был чуть ниже (6,66%), чем у нележких (6,77%).

Таблица 1

Содержание сухих веществ (%) в плодах тепличного томата до (1) и после (2) хранения в диаллельных скрещиваниях

Наименование образца	(1)			(2)		
	2002 г.	2003 г.	среднее	2002 г.	2003 г.	среднее
Мо 950 х Б-2-6	7.21	7.81	7.51	6.87	6.74	6.80
Мо 950 х Z-1-3	6.90	7.50	7.20	6.63	6.44	6.53
Мо 950 х №10	7.51	7.28	7.39	6.50	6.33	6.41
Мо 950 х №4	6.50	7.68	7.09	5.94	6.52	6.23
Мо 950 х Мо 948	7.73	7.47	7.60	6.99	7.53	7.26
Мо 950 х Мо 577	7.47	8.15	7.81	6.43	7.41	6.92
Б-2-6 х Z-1-3	7.48	6.80	7.17	6.91	6.48	6.69
Б-2-6 х №10	7.44	7.00	7.22	6.81	7.64	7.22
Б-2-6 х №4	7.25	6.61	6.93	6.95	6.51	6.73
Б-2-6 х Мо 948	7.66	7.19	7.42	7.00	6.63	6.81
Б-2-6 х Мо 577	7.22	6.81	7.01	6.58	6.22	6.40
Z-1-3 х №10	7.39	6.72	7.05	6.62	7.04	6.83
Z-1-3 х №4	7.20	7.40	7.30	6.81	6.52	6.66
Z-1-3 х Мо 948	7.38	7.59	7.48	6.16	7.48	6.82
Z-1-3 х Мо 577	6.48	6.86	6.67	5.77	6.37	6.07
№10 х №4	7.60	7.44	7.52	6.30	6.70	6.50
№10 х Мо 948	7.82	7.72	7.77	6.98	7.58	7.28
№10 х Мо 577	7.67	7.65	7.66	6.32	6.82	6.57
№4 х Мо 948	6.58	7.20	6.89	5.70	7.51	6.60
№4 х Мо 577	6.18	7.37	6.77	5.70	6.50	6.10
Мо 948 х Мо 577	7.42	7.67	7.54	7.00	7.22	7.11
Мо 950	6.77	7.40	7.08	5.91	6.92	6.41
Б-2-6	6.60	8.31	7.45	5.83	6.99	6.41
Z-1-3	7.00	8.56	7.78	6.47	8.16	7.31
№10	7.57	7.37	7.47	6.67	6.90	6.78
№4	7.55	7.89	7.72	6.85	7.20	7.02
Мо 948	7.79	7.30	7.54	7.47	7.01	7.24
Мо 577	7.46	6.68	7.07	7.21	6.61	6.91
Польмя (стандарт)	7.13	7.96	7.54	5.79	7.49	6.64
НСР ₀₅	0.05	0.04		0.04	0.04	

Согласно данным И.Б. Гаранько [4], в результате хранения содержание сухих веществ в плодах снижается. Иногда количество сухих веществ у лежких образцов возрастало [6]. Возможно, это связано с подсыханием плодов в условиях относительно низкой влажности воздуха при хранении.

Наряду с сахарами, кислоты определяют вкус плодов томата. В таблице 2 представлены средние значения по содержанию титруемых кислот в плодах томата молочной и полной степени зрелости.

Таблица 2

Содержание титруемых кислот (%) в плодах тепличного томата до (1) и после (2) хранения в диаллельных скрещиваниях

Наименование образца	(1)			(2)		
	2002 г.	2003 г.	среднее	2002 г.	2003 г.	среднее
Мо 950 x Б-2-6	0.61	0.44	0.52	0.42	0.34	0.38
Мо 950 x Z-1-3	0.64	0.46	0.55	0.36	0.41	0.38
Мо 950 x №10	0.49	0.48	0.48	0.48	0.42	0.45
Мо 950 x №4	0.51	0.52	0.51	0.32	0.45	0.38
Мо 950 x Мо948	0.91	0.50	0.70	0.46	0.40	0.43
Мо 950 x Мо577	0.82	0.41	0.61	0.51	0.39	0.45
Б-2-6 x Z-1-3	0.48	0.59	0.53	0.34	0.45	0.39
Б-2-6 x №10	0.53	0.53	0.53	0.44	0.39	0.41
Б-2-6 x №4	0.46	0.57	0.51	0.31	0.41	0.36
Б-2-6 x Мо 948	0.52	0.54	0.53	0.39	0.44	0.41
Б-2-6 x Мо 577	0.57	0.53	0.55	0.26	0.47	0.36
Z-1-3 x №10	0.72	0.54	0.63	0.34	0.40	0.37
Z-1-3 x №4	0.52	0.51	0.51	0.32	0.40	0.36
Z-1-3 x Мо 948	0.53	0.48	0.50	0.37	0.39	0.38
Z-1-3 x Мо 577	0.54	0.54	0.54	0.28	0.37	0.32
№ 10 x №4	0.52	0.50	0.51	0.33	0.46	0.39
№ 10 x Мо 948	0.50	0.48	0.49	0.47	0.47	0.47
№ 10 x Мо 577	0.60	0.52	0.56	0.30	0.40	0.35
№4 x Мо 948	0.41	0.45	0.43	0.40	0.57	0.48
№4 x Мо 577	0.46	0.50	0.48	0.39	0.41	0.40
Мо 948 x Мо577	0.68	0.50	0.59	0.38	0.44	0.41
Мо 950	0.59	0.48	0.53	0.49	0.41	0.45
Б-2-6	0.62	0.47	0.54	0.48	0.40	0.44
Z-1-3	0.63	0.48	0.55	0.39	0.43	0.41
№10	0.38	0.40	0.39	0.35	0.40	0.37
№4	0.33	0.48	0.40	0.29	0.39	0.34
Мо 948	0.56	0.50	0.53	0.49	0.37	0.43
Мо 577	0.44	0.55	0.49	0.37	0.42	0.39
Польмя (стандарт)	0.40	0.44	0.42	0.29	0.40	0.34
НСР ₀₅	0.02	0.03		0.02	0.03	

В среднем за два года при закладке на хранение плоды молочной степени зрелости всех диаллельных гибридов (таблица 2) содержали кислот на 2.4–66.6% больше, чем стандарт Польмя. Аналогичная картина наблюдалась при полном созревании плодов – контроль уступал по значениям этого признака всем гибридам на 2.9–38.2%.

Суммарное содержание органических кислот в плодах молочной степени зрелости было одинаковым у лежких и нележких форм – 0.53%. В среднем за два года в результате хранения содержание кислот в плодах всех образцов снизилось, причем у нележких форм в большей степени.

Содержание суммарной кислотности в лежких образцах изменилось с 0.53% до 0.40%, у нележких – с 0.53% до 0.38%.

В лежких плодах концентрация титруемых кислот выше, чем в нележких, значит, в этих плодах при созревании содержание органических кислот снижается медленнее в результате их использования в качестве дыхательных субстратов через цикл Кребса [7, 8]. Установлено [9], если у плодов темп снижения концентрации органических кислот оказывается выше, чем углеводов, то такие плоды к концу хранения становятся безвкусными.

С.Ф. Гавриш и В.Г. Король [10] в своих исследованиях не наблюдали снижения кислотности за время хранения плодов гибридов, несущих гены Rip и Nog.

Сахара – одна из важнейших групп запасных веществ, которые при созревании подвержены более значительным изменениям, чем другие вещества. Суммарное содержание сахаров (таблица 3) при закладке на хранение в 2002 г. было выше у нележких форм – 2.65% (у лежких – 2.30%), однако у плодов полной степени зрелости этот показатель оставался примерно на одном уровне у всех образцов – 1.61% и 1.63% соответственно. В среднем за два года содержание сахаров в плодах молочной степени зрелости было самым высоким у образцов № 10 x Мо 948 (2.57%) и Z-1-3 x № 4 (2.49%). У трех гибридов значения были на уровне стандарта Полымя (2.40%). У дозревших плодов четырех образцов были самые высокие значения данного признака: Мо 950 x Мо 948 (2.07%), Мо 948 x Мо 577 (2.03%), Б-2-6 x Мо 948 (2.00%), Z-1-3 x № 4 (1.99%). Еще четыре формы имели показатели на уровне стандарта Полымя (1.88%).

Скорость и характер превращения сахаров связаны с длительностью хранения. Для плодов ускоренный распад сахарозы является признаком окончания срока хранения [4, 5, 6]. Значит, чем медленнее протекает гидролиз крахмала, тем выше сохраняемость плодов.

Таблица 3

Содержание сахаров (%) в плодах тепличного томата до (1) и после (2) хранения в диаллельных скрещиваниях

Наименование образца	(1)			(2)		
	2002 г.	2003 г.	среднее	2002 г.	2003 г.	среднее
Мо 950 x Б-2-6	2.04	1.97	2.00	1.35	1.85	1.60
Мо 950 x Z-1-3	2.39	1.92	2.15	1.40	2.00	1.70
Мо 950 x №10	2.23	1.82	2.02	1.66	2.18	1.92
Мо 950 x №4	2.04	1.91	1.97	1.55	1.93	1.74
Мо 950 x Мо 948	2.17	2.19	2.18	1.74	2.40	2.07
Мо 950 x Мо 577	2.48	1.54	2.01	1.82	1.69	1.75
Б-2-6 x Z-1-3	2.96	1.90	2.43	1.60	1.74	1.67
Б-2-6 x №10	2.47	2.04	2.25	2.10	1.74	1.92
Б-2-6 x №4	2.51	1.98	2.24	1.80	1.65	1.72
Б-2-6 x Мо 948	2.67	2.11	2.39	1.98	2.02	2.00
Б-2-6 x Мо 577	2.58	1.72	2.15	1.60	1.67	1.63
Z-1-3 x №10	2.69	2.05	2.37	1.82	1.90	1.86
Z-1-3 x №4	2.86	2.13	2.49	1.77	2.22	1.99
Z-1-3 x Мо 948	2.47	2.28	2.37	1.36	2.03	1.69
Z-1-3 x Мо 577	2.00	2.01	2.00	1.51	1.97	1.74

Окончание табл. 3

Наименование образца	(1)			(2)		
	2002 г.	2003 г.	среднее	2002 г.	2003 г.	среднее
№ 10 х №4	2.63	1.94	2.28	1.36	1.91	1.63
№ 10 х Мо 948	2.86	2.28	2.57	2.03	1.77	1.90
№ 10 х Мо 577	2.36	2.04	2.20	1.46	2.33	1.89
№4 х Мо 948	1.95	1.93	1.94	1.23	1.73	1.48
№4 х Мо 577	2.07	1.89	1.98	1.47	1.99	1.73
Мо 948 х Мо 577	2.24	1.87	2.05	1.88	2.18	2.03
Мо 950	2.05	1.76	1.90	1.51	2.23	1.87
Б-2-6	2.49	2.57	2.53	1.57	1.91	1.74
Z-1-3	2.72	2.70	2.71	1.35	1.92	1.63
№10	2.36	2.20	2.28	1.42	2.25	1.83
№4	2.98	2.59	2.78	1.59	2.30	1.94
Мо 948	2.19	2.17	2.18	1.92	1.87	1.89
Мо 577	2.65	1.72	2.18	1.93	1.39	1.66
Польмя (стандарт)	2.48	2.32	2.40	1.28	2.49	1.88
НСР ₀₅	0.03	0.03		0.01	0.03	

Известно [5, 9], что в процессе хранения у плодов томата повышается содержание аскорбиновой кислоты, в среднем на 2-3%, что повышает биологическую ценность продукции. Созревание плодов характеризуется также образованием ароматических веществ, разрушением хлорофилла и дубильных веществ, накоплением антоцианов, каротиноидов [5, 9].

Заклучение

1. В процессе созревания лежких и нележких плодов томата содержание сухих веществ, органических кислот и сахаров снижается.
2. Среди изучаемых лежких гибридов за два года исследований выделились формы (Б-2-6 х Мо 948, №10 х Мо 577, Мо 950 х Z-1-3), биохимические признаки которых в созревших плодах находились в пределах нормы, что подтверждает практическую значимость использования в селекции гетерозиготных гибридов с генами Alc, Rin, Nor.
3. Физиолого-биохимические процессы созревания в плодах лежких форм происходят менее интенсивно, что предопределяет их более длительную сохранность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Влияние погодных условий и типа субстрата на биохимический состав томатов в тепличных хозяйствах Беларуси / А.А. Аутко [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграрных наук. – М., 2003. – № 3. – С. 49–56.
2. Гавриш, С.Ф. Некоторые биологические особенности несущих ген пог гибридов F1 томата / С.Ф. Гавриш, В.Г. Король // Изв. ТСХА. – 1991. – № 1. – С. 118–132.
3. Лукьяненко, А.Н. Химический состав плодов томатов разной прочности / А.Н. Лукьяненко, Э.Х. Лукьяненко // Докл. ВАСХНИЛ. – 1981. – № 7. – С. 11–13.
4. Гаранько, И.Б. Длительное хранение плодов тепличных томатов и изменчивость их химического состава / И.Б. Гаранько, В.В. Воскресенская // Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции, ВИР. – 1986. – Т. 102. – С. 79–85.

5. Физиолого-биохимические основы повышения продуктивности и устойчивости растений / Б.М. Кахана [и др.]. // Особенности формирования качества томатов при одновременном дозревании и хранении плодов. – Кишинев : Штиинца. – 1986. – 125 с.
6. **Мязина, Л.А.** Биологические особенности и комплексная оценка лежкоспособных форм томата : дисс. ... к. с.-х. наук: шифр Л.А. Мязина. – Тирасполь. – 1997. – 169 л.
7. Перспективы использования генов *log* и *rip* в селекции гибридов томата с длительным периодом хранения плодов / С.И. Игнатова [и др.] // Докл. ВАСХНИЛ. – 1985. – № 10. – С. 15–18.
8. **Бэртон, У.Г.** Физиология созревания и хранение продовольственных культур / У.Г. Бэртон. – М. : Агропромиздат, 1985. – С. 262–269.
9. **Ширко, Т.С.** Биохимия и качество плодов / Т.С. Ширко, И.В. Ярошевич. – Минск : Наука и техника, 1991. – 6 с.
10. **Гавриш, С.Ф.** Некоторые биологические особенности несущих ген *log* гибридов F1 томата / С.Ф. Гавриш, В.Г. Король // Изв. ТСХА. – 1991. – №1. – С. 118–132.