

Е. Г. БАГДАСАРЯН, Е. О. ТАРОСОВА, М. А. ТЕР-КАРАПЕТЯН

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ КАРОТИНА И ЛИКОПИНА В ПЛОДАХ ТОМАТОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ СОЗРЕВАНИЯ

Многочисленными исследованиями установлено, что содержание каротиноидов в вегетативных и генеративных органах растений в процессе онтогенеза претерпевает существенные качественные и количественные изменения.

Содержание пигментов в плодах томатов также изменяется в процессе их созревания, причем максимальный их уровень наступает в фазе полной зрелости [2, 14]. В зеленых плодах преобладает ксантофилл, а содержание каротина, ликопина незначительно: по мере созревания плодов количество ксантофилла постепенно снижается, а каротина и ликопина увеличивается [6].

Применение спектрофотометрических методов при исследовании каротиноидов открывает большие возможности для решения вопросов, связанных с их идентификацией, определением состава и динамики накопления пигментов в процессе созревания плодов.

В настоящем сообщении сделана попытка дать характеристику состава и динамики накопления каротиноидов в плодах некоторых сортов томатов в процессе их созревания.

Эти данные представляют интерес для определения сортовых отличий и оценки технологических качеств плодов как сырья для консервной промышленности.

Методика. Объектом исследования служили плоды трех гибридных сортов томатов: Еревани 14, Масиси 202 и Юбилейный 261, районированных в республике и возделываемых в тепличных условиях на Овощной опытно-селекционной станции МХС АрмССР. Указанные сорта выведены методом сложной межсортовой гибридизации А. А. Анян с сотрудниками.

Содержание пигментов (α - и β -формы каротина и ликопина) определялось в технической (зеленые), бланжевой и красной фазах зрелости плодов.

Для анализа отбирались здоровые, наиболее типичные плоды в количестве 10—15 шт. От каждого плода отделялась одна четвертая часть, которая составляла среднюю пробу и подвергалась гомогенизации. К навеске гомогената весом 3 г добавляли углекислый кальций и кварцевый песок и тщательно растирали. Затем осуществлялось многократное экстрагирование ацетоном и петролейным эфиром до полного обесцвечивания гомогената. Ацетоно-эфирный экстракт промывался (6—8 раз) водным раствором поваренной соли до исчезновения запаха ацетона. Экстракт обезвоживался сернокислым натрием и использовался для определения в нем пигментов. Дифференциация пигментов из экстракта осуществлялась методом Цвета [8] в модификации Цехмейстера и Холноки [19]. Полученную вытяжку пропускали через адсорбционную трубку, заполненную в

качестве адсорбента окисью алюминия. Экстракт, пропущенный через адсорбент, содержит каротиноидную фракцию: задержанный окисью алюминия ликопин выталкивается вместе с адсорбентом из трубки и элюируется в смеси этилового спирта и ацетона в соотношении 1:3 [6].

Количественное определение проводили автоматически регистрирующим спектрофотометром (СФ-10) при длине волны в области 452 мμ для β-каротина и 440 мμ для α-каротина, и ликопина в области λ — 472 мμ. Для пересчета полученных данных пользовались имеющимися в литературе величинами удельных коэффициентов экстинкции «а» для каротиноидов [12, 13]. Имея значение «а» и полученные экспериментально величины оптической плотности «Д», рассчитывали концентрацию «С» (г/л) по формуле

$$C = \frac{D}{al}, \text{ где } l — \text{длина кювета, при } l = 1 \text{ см, } C = \frac{D}{a}.$$

Результаты исследования. 1. Спектральная характеристика фракции каротина и ликопина в плодах томатов.

Идентификация спектров разных пигментов проводилась путем сравнения полученных данных с эталонной спектрограммой [13]. Из рис. 1, 2, 3 видно, что длины волн для каротиноидной фракции плодов томатов для всех фаз созревания находятся в области λ — 452 мμ. Следовательно, в плодах томатов у изучаемых сортов накапливается в основном β-каротин. Длины волн ликопиновой фракции в фазе полной зрелости находятся в области λ — 472 мμ, что идентифицируется нами как ликопин.

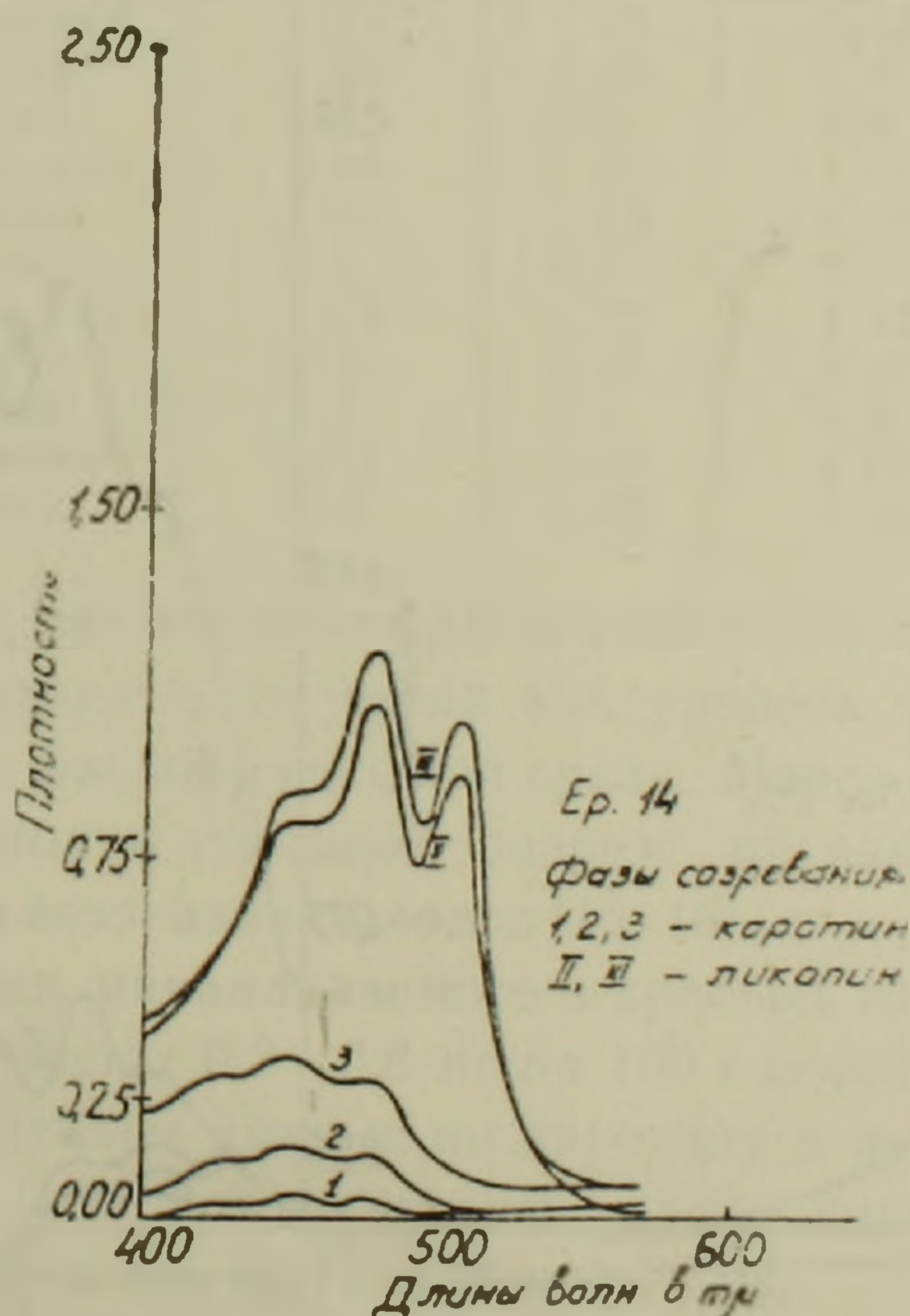


Рис. 1. Спектрограмма — Еревани 14.

2. Динамика накопления каротина в процессе созревания плодов томатов.

Результаты исследований приведены в табл. 1 и на рис. 2 и 3.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что количество каротина в плодах томатов по мере их созревания постепенно возрастает в среднем у сорта Еревани 14 от 0,13 до 0,85, у Масиса 202 — 0,19 — 0,64 и

Юбилейный 261—0,13—0,74 мг%. Наблюдаются значительные сортовые различия по данному показателю: Ереван 14 > Юбилейный 261 > Масис 202.

Таблица 1

Динамика накопления каротина при созревании плодов томатов (данные в мг % на 100 г сырого вещества)

Повторности проб	Фаза зрелости плодов	Ереван 14	Масис 202	Юбилейный 261
I	зеленые	0,11	0,30	нет
	бланжевые	0,52	0,50	0,45
	красные	0,78	0,76	0,68
II	зеленые	0,10	0,17	0,07
	бланжевые	0,55	0,41	0,40
	красные	0,95	0,68	0,66
III	зеленые	0,17	0,20	0,31
	бланжевые	0,55	0,44	0,50
	красные	0,82	0,64	0,90
IV	зеленые	0,11	0,16	0,15
	бланжевые	0,39	0,32	0,50
	красные	0,80	0,54	0,67
V	зеленые	0,14	0,14	0,15
	бланжевые	0,45	0,32	0,40
	красные	0,86	0,67	0,78
Среднее	зеленые	0,13	0,19	0,13
	бланжевые	0,49	0,36	0,45
	красные	0,84	0,64	0,74

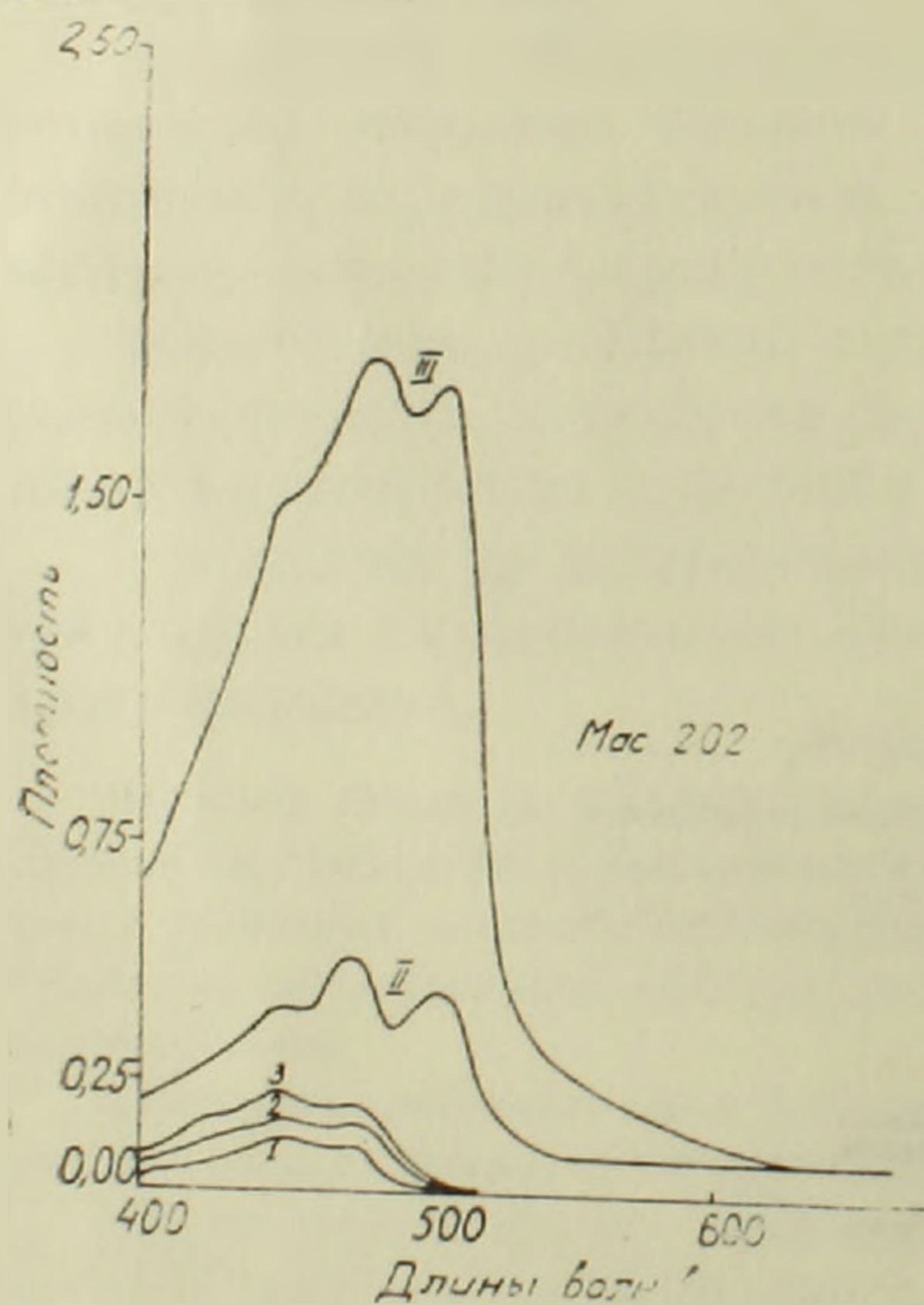


Рис. 2. Спектрограмма — Масис 202.

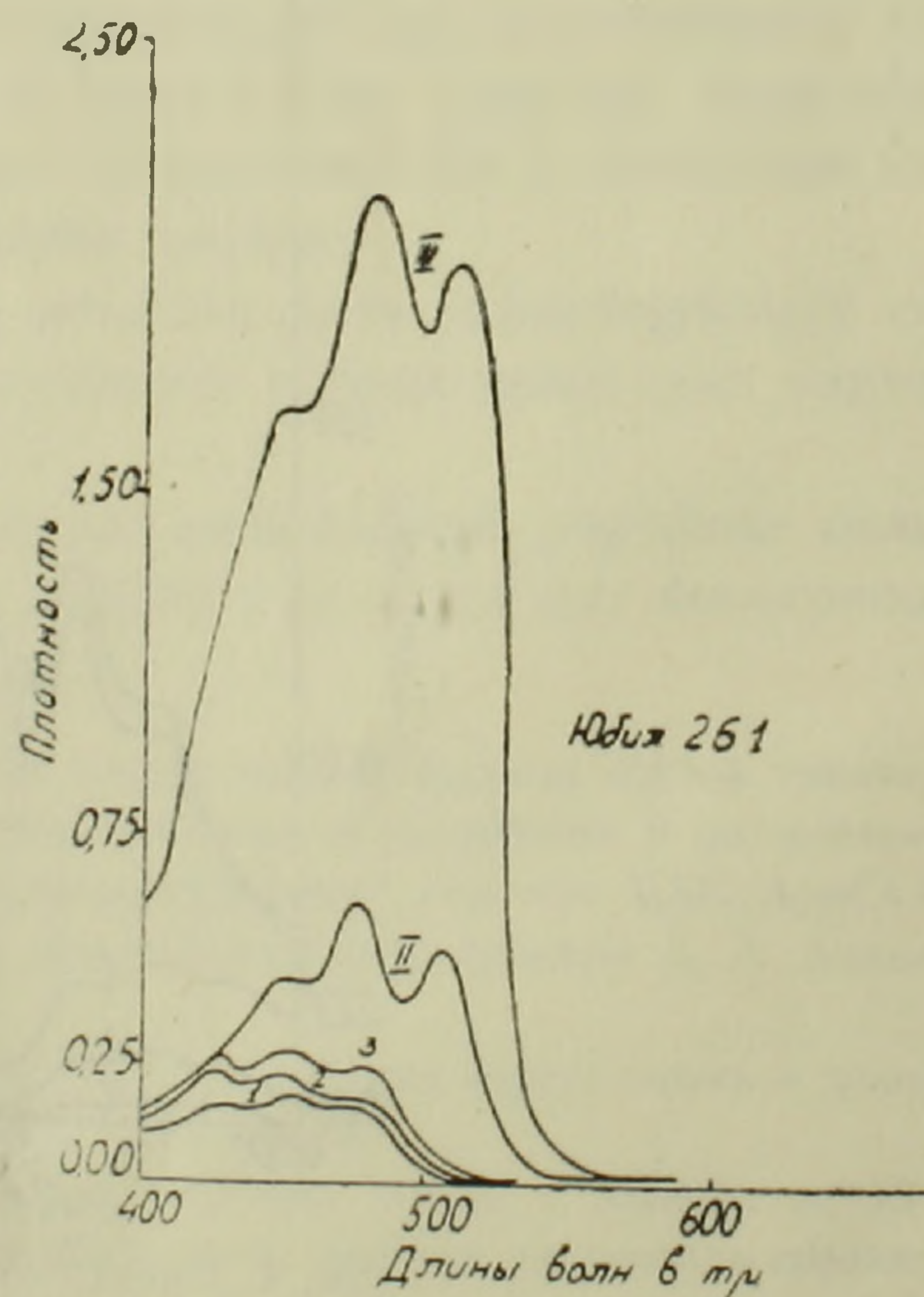


Рис. 3. Спектрограмма — Юбилейный 261.

3. Динамика накопления ликопина в процессе созревания плодов томатов.

Полученные данные по накоплению ликопина приведены в табл. 2.

Из данных, приведенных в табл. 2, следует, что в зеленой фазе зрелости ликопин не образуется. Значительное количество его выявляется

при бланжевой зрелости, достигая максимума в красной фазе. Отмечаются сортовые различия: Юбилейный 261 > Масиси 202 > Ереван 14.

Обсуждение результатов. Каротиноидным пигментам, входящим в состав плодов томатов, посвящены многочисленные исследования [18]. Особенно хорошо изучены количественные соотношения пигментного состава в зрелых плодах у отдельных сортов [11] и распределение пигментов в отдельных частях плода [4]. Некоторые работы посвящены интенсивности накопления каротиноидов в зависимости от почвенно-климатических условий и влияния удобрений, особенно азотистых [17].

Таблица 2

Динамика накопления ликопина и изменения соотношения между каротином и ликопином в процессе созревания плодов томатов (данные в мг % на 100 г сырого вещества)

Повторности проб	Фазы зрелости плодов	Ереван 14	Масиси 202	Юбилейный 261	каротин / ликопин × 100		
					Ер. 14	Мас. 202	Юбил. 261
I	зеленые	0,0	0,0	0,0	—	—	—
	бланжевые	2,40	2,07	1,02	21,5	24,1	44,0
	красные	4,80	4,80	6,20	16,3	15,8	11,0
II	зеленые	0,0	0,0	0,0	—	—	—
	бланжевые	1,63	1,73	1,63	32,7	23,7	24,5
	красные	4,29	5,00	4,55	22,1	13,6	14,6
III	зеленые	0,0	0,0	0,0	—	—	—
	бланжевые	2,04	1,17	1,00	27,0	37,6	50,0
	красные	4,52	7,42	6,29	18,2	8,6	14,8
IV	зеленые	0,0	0,0	0,0	—	—	—
	бланжевые	1,98	2,96	1,42	20,0	10,8	35,2
	красные	4,40	5,38	5,38	18,2	10,1	12,5
Среднее	зеленые	0,0	0,0	0,0	—	—	—
	бланжевые	2,02	1,98	1,02	24,3	18,2	43,3
	красные	4,50	5,52	5,60	18,7	11,6	13,2

Особый интерес представляет зависимость накопления ликопина от температурного фактора, в то время как уровень каротина менее чувствителен к данному фактору внешней среды. Менее изучена зависимость содержания пигментов в сортовом разрезе от влияния гибридизации, сроков сбора и фазы созревания плодов [15, 16].

Уровень каротина, накапливаемого в красных плодах, у разных сортов колеблется в пределах 0,3—0,8 мг на 100 г свежих плодов [3, 5, 7, 9]. В литературе приведенные данные по каротину в редких случаях достигают 1,0—1,40 мг % [10]. В исследуемых нами сортах каротин содержится в среднем в пределах 0,64—0,84 мг %.

Общезвестно, что содержание ликопина по сравнению с каротином больше в 5—6 и более раз в фазе красной зрелости плодов. Особенно высокое накопление каротина в исследуемых нами сортах совпадает с данными сорта Джон-Бер, возделываемого в тепличных условиях при дневной температуре 29 и ночной 15°C [11]. Уменьшение количества каротина в поздние фазы зрелости нами не наблюдалось, что характерно для перезревших плодов [9]. Возрастание каротина в 4—7 раз, а ликопина от 0 до 4,5—5,6 мг % сравнимо с данными других исследователей.

Отношение $\frac{\text{каротин}}{\text{ликопин}}$ значительно меняется у исследуемых сортов.

По данным литературы, оно варьирует от 9,5 [11] до 38% [9], а в исследуемых нами сортах—в пределах 11—19%.

Лаборатория технической биохимии
Ереванского государственного университета,
Овощная опытно-селекционная станция
МСХ АрмССР

Поступило 24.IV 1971 г.

Ե. Գ. ԲԱԳԴԱՍԱՐՅԱՆ, Ե. Ն. ՏԱՐՈՍՈՎԱ, Մ. Ա. ՏԵՐ-ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԿԱՐՈՏԻՆԻ ԵՎ ԼԻԿՈՊԻՆԻ ԿՈՒՏԱԿՄԱՆ ԳԻՆԱՄԻԿԱՆ ՊՈՄԻԴՈՐԻ ՊՏՈՒՂՆԵՐՈՒՄ ՆՐԱՆՑ ՀԱՍՈՒՆԱՑՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Պոմիդորի պտուղներում, նրանց հասունացման ընթացքում կարոտինի կուտակման դինամիկան ուսումնասիրվել է Երևանի 14, Մասիսի 202 և Հոբելյանական 261 շրջանցված սորտերի նկատմամբ՝ ջերմատնային պայմաններում:

Ուսումնասիրված սորտերի պտուղներում հայտնաբերվել է հիմնականում β-կարոտին: Պտուղների հասունացման կանաչ ֆազում կարոտին առաջանում է աննշան քանակությամբ, իսկ լիկոպին չի առաջանում: Նրանց զգալի քանակություներ նկատվում է հասունացման բաց վարդագույն և մաքսիմումի է հասնում կարմիր ֆազում: Այլ կերպ ասած, պտուղներում կարոտինի և լիկոպինի քանակություներ աստիճանաբար ավելանում է նրանց հասունացմանը զուգընթաց:

Ուսումնասիրված սորտերի մոտ կարոտինի պարունակություներ միջին հաշվով տատանվում է 0,64—0,84, լիկոպինինը—4,5—5,6% սահմաններում: Նշված ցուցանիշները տարբեր սորտերի մոտ տարբեր են:

$\frac{\text{կարոտին}}{\text{լիկոպին}}$ հարաբերակցություներ ուսումնասիրված սորտերի մոտ տատանվում է 11—19% սահմաններում:

Л И Т Е Р А Т У Р

1. Арасимович В. В., Былинкина В. Н. Биохимия культурных растений, IV, С/Х-гиз, 1938.
2. Гудвин Т. В. Сравнительная биохимия каротиноидов, М., 1953.
3. Кручинина М. М., Файнштейн З. Р. Тр. Молд. НИИ орошаемого землед. и овощевод., IV, в 1, 1962.
4. Мурри И. К. Биохимия культурных растений, т. 8, 1948.
5. Рубин Б. А., Метлицкий Л. В. Сб. Биохимия плодов и овощей, т. 1, изд. АН СССР, 1949.
6. Сапожников Д. И., Бронштейн И. А., Красовская Т. А. Биохимия, 20, в. 3, 1955.
7. Фельдман А. Л., Лю Н. Пищевая технология, 6, 11—15, 1960.

8. Цвет М. С. Хроматографический адсорбционный анализ, Изд. АН СССР, 1946.
9. Шиврина А. Н. Биохимия, т. 3, в. 4, 1938.
10. Шифрина Х. Б., Дворникова Т. П., Загинайло Н. Н., Казанович Я. Н., Щупак К. Д. Биохимия культурных растений Молдавии, 3--66, 1963.
11. Kuhn R., Grundmann Ch. Ber. 12, 1880, 1932.
12. Miller E. S. Plant Physiol. 12, 3, 1937.
13. Miller E. S. Plant Physiol. 9, 3, 1934.
14. Morgan A. F., Smith L. L. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 26, 1, 1928.
15. Porter J. W., Lincoln K. E. Arch. Biochem. 27, 3, 350, 1950.
16. Porter J. W., Zscheile F. P. Arch. Biochem. 10, 3, 537--547, 1946.
17. Scharrer K., Burke R. Ztschr. Pflanzenernahr. Dung., Bodenkunde, V. 62 (107), H. 3, 1953.
18. Zechmeister L. Die Carotinoide, Berlin, 1954.
19. Zechmeister L., Cholnoky A. „Principles and Practice of Chromatography“. London, 1943.