

Г. Г. ГАБРИЕЛЯН

ОБ ИЗМЕНЕНИИ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ
ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ В ХОДЕ РАЗВИТИЯ
РЕПЧАТОГО ЛУКА (*Allium cepa* L.)

Одним из существенных выражений жизнедеятельности растений является процесс биологического окисления. В ходе роста и развития растений особенно важную роль играют окислительные ферменты, принимающие активное участие во всех этапах онтогенеза.

В процессе развития растений наблюдаются изменения в содержании ферментов [2], а также чередование ведущей роли отдельных окислительных систем в цикле аэробного дыхания [6, 8 и др.]. Подобные изменения связаны также с воздействием различных факторов среды: минеральное питание, температура и световой режим, болезни, прививка и др. [4, 7, 15, 16, 21, 24]. Исходя из этого, устойчивость плодовых растений к ряду болезней и вредителям некоторые авторы связывают с повышением активности окислительных ферментов, в частности каталазы и пероксидазы [14].

Биохимическими и гистохимическими исследованиями выявлены также связи между деятельностью окислительных ферментов и процессом одревеснения тканей [13]. Распределение и интенсивность действия этих ферментов в различных тканях и органеллах клеток растений не одинаково и в процессе индивидуального развития последних наблюдается изменение в локализации этих ферментов [11, 12, 20].

Изменение активности окислительных ферментов в различных частях геофитов (в частности, у луковичных), в связи с биологической и морфологической особенностями, изучено недостаточно [9]. В связи с этим мы задались целью выяснить характер изменения активности некоторых окислительных ферментов (каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы), а также количества аскорбиновой кислоты и SH групп репчатого лука, сорта Хатунархский, в процессе его развития.

Подопытные растения выращивались в вегетационных сосудах Кирсанова. Луковицы для анализа были взяты в возрасте 48 дней (2—3 листа), а затем через каждые 60 дней, до фазы полной (технической) их зрелости. Растения выкопаны 6 сентября, было отобрано 120 луковиц среднего диаметра (6—7 см). Часть луковиц (40 штук) в период хранения подверглась действию высокой (30—32°), а остальные (80)—низкой температуры (5—10°C). Анализы проводились на 5, 10, 40 и 60-й день хранения. Во втором вегетационном сезоне анализы были приурочены к разным фенофазам растений. Первая проба была взята 12 апреля, перед высадкой луковиц в сосуд, а следующие—в период образова-

ния 5—6 листиков (6.V), в фазе бутонизации (3.IV) и массового цветения. Так как после цветения чешуи сгнили, дальнейшее исследование прекратилось. Анализы проводились: 1) в наружных чешуях (3 слоя), 2) во внутренних чешуях (3 слоя); 3) в конусе роста, со своими мелкими растущими чешуями; 4) в донце.

Активность каталазы определялась по методу Голблицта и Проктора [18], активность пероксидазы и полифенолоксидазы—методом Самнера и Гьесинга [23], а количество аскорбиновой кислоты—по Евелину, Мало и Розену [17], и сульфгидрильных групп—Линену [19].

Разделение производных аскорбиновой кислоты проводилось методом хроматографирования на бумаге [22]. При этом в качестве проявителя был использован водный раствор азотнокислого серебра (340 мг в 10 мл) с добавлением 10 мл 10% едкого натрия и нескольких капель концентрированного аммиака. Хроматограммы после проявления фиксировались 25% гипосульфитом натрия, с целью осветления фона и длительной их сохранности.

С целью наблюдения над дифференциацией клеток конуса роста луковиц после двухмесячного хранения изготавливались срезы для микроскопического обследования (рис. 1). При этом выяснилось положительное влияние пониженной ($5-10^{\circ}$) температуры на дифференциацию



а

б

Рис. 1. Микрофотография продольного медиального разреза зачатки лука после 60-дневного хранения при различных температурах. а—зародышевой стрелки ($5-10^{\circ}$), б—вегетативной почки ($30-32^{\circ}$). (увеличено $38\times$).

генеративных органов и задержка этого процесса в условиях высокой температуры ($30-32^{\circ}$), что отмечено Реймерсом [10].

Данные определения активности каталазы в различных частях лука (табл. 1) наглядно показывают, что наивысшая активность этого фермента обнаруживается в период формирования луковиц и образования генеративных органов, с незначительной разницей (не выше 9%) между отдельными частями.

Т а б л и ц а 1

Изменение активности каталазы в различных частях репчатого лука
(в мл 0,01N KMnO₄ на 1 г сырого вещества)

Части луковиц	Формирование луковиц			Температурные условия хранения в °С	Период хранения в днях				Высадка в сосуд	Период генератив- ного развития		
	1958 год				5	10	40	60	12.IV	1959 год		
	6.IV	6.VIII	6.X						образование этиолированных листьев	12.V	3.VI	16.VII
	2—4 лист	5—6 лист	6—8 лист							5—6 лист	бутониза- ция	массовое цветение
	Наружные чешуи	1080	1083							1082	30—32 0—5	1197 355
Внутренние чешуи	1074	1125	1110	30—32 0—5	687 619	1123 561	744 612	772 656	— 1025	1010	1114	1037
Конус	1084	1147	1152	30—32 0—5	645 668	620 717	640 625	728 605	— 1052	1048	959	1082
Донце	1025	1155	1112	30—32 0—5	653 643	668 633	642 731	634 666	— 1024	1026	996	1066

В период относительного покоя активность фермента резко падает и при этом степень его инактивации в различных частях луковиц обуславливается главным образом температурным режимом хранения. Повышение активности фермента в конце хранения и достижение предыдущего уровня (т. е. первый год жизни) тесно связано с усилением ростовых процессов, выражающимся в образовании этиолированных листьев. Формирование зачатков генеративных органов и частичное уменьшение его активности в донце в фазе бутонизации, вероятно, связано с некоторым замедлением ростовых процессов.

Данные по изменению активности пероксидазы (табл. 2) показывают, что в течение онтогенеза клетки донца обладают высокой активностью по сравнению с клетками остальных частей луковицы. Кроме того, выясняется, что в период формирования луковиц выявляется градиент пероксидазной активности от наружных чешуй к конусу роста. Максимальное значение этого градиента обнаруживается в наружных чешуях, в то время как в конусе роста он совсем исчезает. Этот градиент проявляется в течение первого года и нарушается в условиях хранения.

Ход изменения активности пероксидазы в различных частях луковиц при хранении тесно связан с температурным режимом. При этом в условиях высокой температуры активность ниже, чем в условиях низкой температуры.

При выходе луковиц из состояния относительного покоя активность пероксидазы падает в некоторых ее частях (в наружных чешуях, в конусе роста и в донце), что характерно так же для фазы бутонизации.

Таблица 2

Изменение активности пероксидазы в различных частях репчатого лука
(в мг пурпургаина на 1 г ацетонного осадка за 10 мин)

Части луковиц	Формирование луковиц			Температурные условия хранения °С	Период хранения в днях				Высадка в сосуд	Период генера- тивного развития		
	1958 год				5	10	40	60	12.IV	1959 год		
	6.IV	16.VIII	6.X						образование этилированных листьев	12.V	3.VI	16.VII
	2—4 лист	5—6 лист	6—8 лист							5—6 лист	буто- низация	массовое цветение
Наружные чешуи	127	33	30	30—32 0—5	46 49	44 107	40 105	18 617	— 215	172	62	70
Внутренние чешуи	71	16	8	30—32 0—5	86 38	71 42	63 78	58 144	— 212	221	78	112
Конус роста	0,0	0,0	0,0	30—32 0—5	56 134	56 67	72 157	— 158	— —	160	93	111
Донце	280	394	402	30—32 0—5	134 239	67 218	157 427	158 524	— 300	419	331	300

При наступлении же цветения, она несколько усиливается. Таким образом, в течение онтогенеза активность пероксидазы обнаруживается во всех частях луковиц, за исключением конуса роста.

Высокая активность пероксидазы в клетках конуса роста луковиц в условиях низкой температуры и пониженная активность—в условиях высокой температуры указывает на связь между деятельностью этого фермента с дифференциацией генеративных органов, так как пониженная температура одновременно способствует формированию указанных органов.

Результаты анализов по активности полифенолоксидазы приведены в табл. 3. Как показывают эти данные, период активного функционирования этого фермента не охватывает весь онтогенез, и по сравнению с пероксидазой активность имеет более низкий уровень. Процесс формирования луковиц сочетается с полной инактивацией полифенолоксидазы во всех ее частях. С наступлением относительного покоя обнаруживается полифенолоксидазная активность в луковицах. Причем, в отличие от пероксидазы, не обнаруживаются закономерности в изменении активности указанного фермента в отдельных частях луковиц при воздействии различных температур.

При хранении луковиц в условиях высокой температуры активность фермента в конусе роста постепенно увеличивается и к 12.IV достигает 61,1 мг. В условиях же низкой температуры подобный уровень активности наблюдается в начальном периоде хранения. В дальнейшем она падает, а к концу хранения совершенно не обнаруживается.

Таблица 3

Изменение активности полифенолоксидазы в различных частях репчатого лука
(в мг пурпургалина на 1 г ацетонного осадка за 10 мин.)

Части луковиц	Формирование луковиц			Температурные условия хранения °С	Период хранения в днях				Высадка в сосуд	Период генератив- ного развития		
	1958 год									12.IV	1959 год	
	6.IV	16.VIII	6.X		5	10	40	60	образование этилолированных листьев	12.V	3.VI	16.VII
	2-4 лист	5-6 лист	6-8 лист							5-6 лист	бутониза- ция	массовое цветение
	Наружные чешуи	0,0	0,0							0,0	30-32 0-5	7,3 22,4
Внутренние чешуи	0,0	0,0	0,0	30-32 0-5	52,4 24,0	57,0 2,9	43,4 13,5	40,5 58,5	17,2 34,0	33,1	21,1	18,4
Конус роста	0,0	0,0	0,0	30-32 0-5	28,6 66,3	28,5 51,0	34,4 35,8	39,8 33,2	61,1 0,0	0,0	0,0	0,0
Донце	0,0	0,0	0,0	30-32 0-5	32,5 33,1	31,5 39,0	33,2 59,9	46,4 59,2	25,8 44,0	21,2	22,6	20,8

В период формирования генеративных органов активность полифенолоксидазы более резко падает в чешуях, особенно в наружных; в конусе же роста почти не обнаруживается ферментативной деятельности, в то время как в донце она все время сохраняется на довольно высоком уровне. Таким образом, процесс дифференциации генеративных органов в луковицах сопровождается уменьшением полифенолоксидазной активности, а период формирования цветков характеризуется полным отсутствием активности этого фермента.

Данные относительно изменения содержания аскорбиновой кислоты в различных частях репчатого лука в процессе развития растения приведены в табл. 4.

По литературным данным [1 и др.], количество витамина С в луковицах репчатого лука колеблется в пределах 2—10 мг%. Результаты же наших анализов показывают, что среди всех органов луковиц донце и конус роста отличаются наибольшим содержанием витамина С (30—32 мг%). В чешуях содержание аскорбиновой кислоты оказалось в 2—3 раза меньше, чем в клетках донца и конуса нарастания. Указанная закономерность сохраняется до конца онтогенеза. В наружных чешуях у вновь формирующихся луковичек содержание аскорбиновой кислоты несколько больше, чем во внутренних. При этом во всех чешуях наблюдается увеличение содержания аскорбиновой кислоты, а в донце, и в особенности в конусе роста, оно резко падает. После 5-дневного хранения количество аскорбиновой кислоты в чешуях уменьшается, а в донце

Таблица 4

Изменение количества аскорбиновой кислоты в различных частях репчатого лука
(в мг % от сырого материала)

Части луковиц	Формирование луковиц			Температурные условия хранения °С	Период хранения в днях				Высадка в сосуд	Период генератив- ного развития		
	1958 год								12.IV	1959 год		
	6.IV	16.VIII	6.X						образование этиолозированных листьев	12.V	3.VI	16.VII
	2—4 лист	5—6 лист	6—8 лист		5	10	40	60		5—6 лист	бутониза- ция	массовое цветение
Наружные чешуи	8,5	10,7	10,7	30—32 0—5	7,3 9,5	6,2 10,2	4,1 6,4	8,5 7,8	— 4,9	2,0	1,6	1,0
Внутренние чешуи	8,4	9,6	9,7	30—32 0—5	9,3 8,3	8,8 8,6	9,0 8,0	10,0 8,5	— 6,7	4,5	4,1	2,1
Конус роста	32,2	8,2	9,1	30—32 0—5	12,2 10,0	18,3 12,9	22,8 18,0	21,2 16,0	— 15,3	7,9	7,1	6,0
Донце	33,5	18,2	17,3	30—32 0—5	17,5 18,0	16,4 21,3	18,7 17,9	22,5 17,9	— 15,1	7,7	6,5	3,0

и в конусе роста увеличивается, показывая, по-видимому, на перемещение аскорбиновой кислоты из чешуек в последние.

При хранении луковиц, как и в период наступления цветения, наблюдается постепенное уменьшение содержания аскорбиновой кислоты в чешуях, вплоть до 1—2 мг%. Высокая температура вызывает некоторое увеличение содержания аскорбиновой кислоты во внутренних чешуях. Как известно, количество аскорбиновой кислоты в растениях в большинстве случаев бывает больше, чем ее производное (дегидроаскорбиновая кислота ДАК), что связано с преобладанием процесса восстановления этого вещества над его окислением в клетке. Однако в ряде работ [3, 5] показано, что количество аскорбиновой кислоты (АК), а так-

же $\frac{АК}{ДАК}$ не постоянно и может изменяться в зависимости от влияния различных факторов. Полученная нами хроматограмма в действительности показывает, что в чешуях содержание аскорбиновой кислоты всегда больше, чем содержание ДАК. Количество последнего несколько увеличивается при хранении луковиц в условиях низкой температуры и уменьшается при высокой. В донце лука обнаружилось значительно больше ДАК, чем АК.

Соотношение АК и ее окисленной формы тесно связано также с наличием соединений, содержащих сульфгидрильные группы (табл. 5). Данные этой таблицы показывают, что в различных частях луковиц содержание сульфгидральных групп (SH) неодинаково и резко изменяется в ходе онтогенеза. В период формирования луковиц количество SH

уменьшается в наружных чешуях и в конусе роста, а во внутренних чешуях и в донце, наоборот, увеличивается.

В начале хранения во всех частях луковиц (за исключением донца) содержание SH резко увеличивается. Указанная тенденция выявляется более четко в условиях хранения луковиц при высокой температуре.

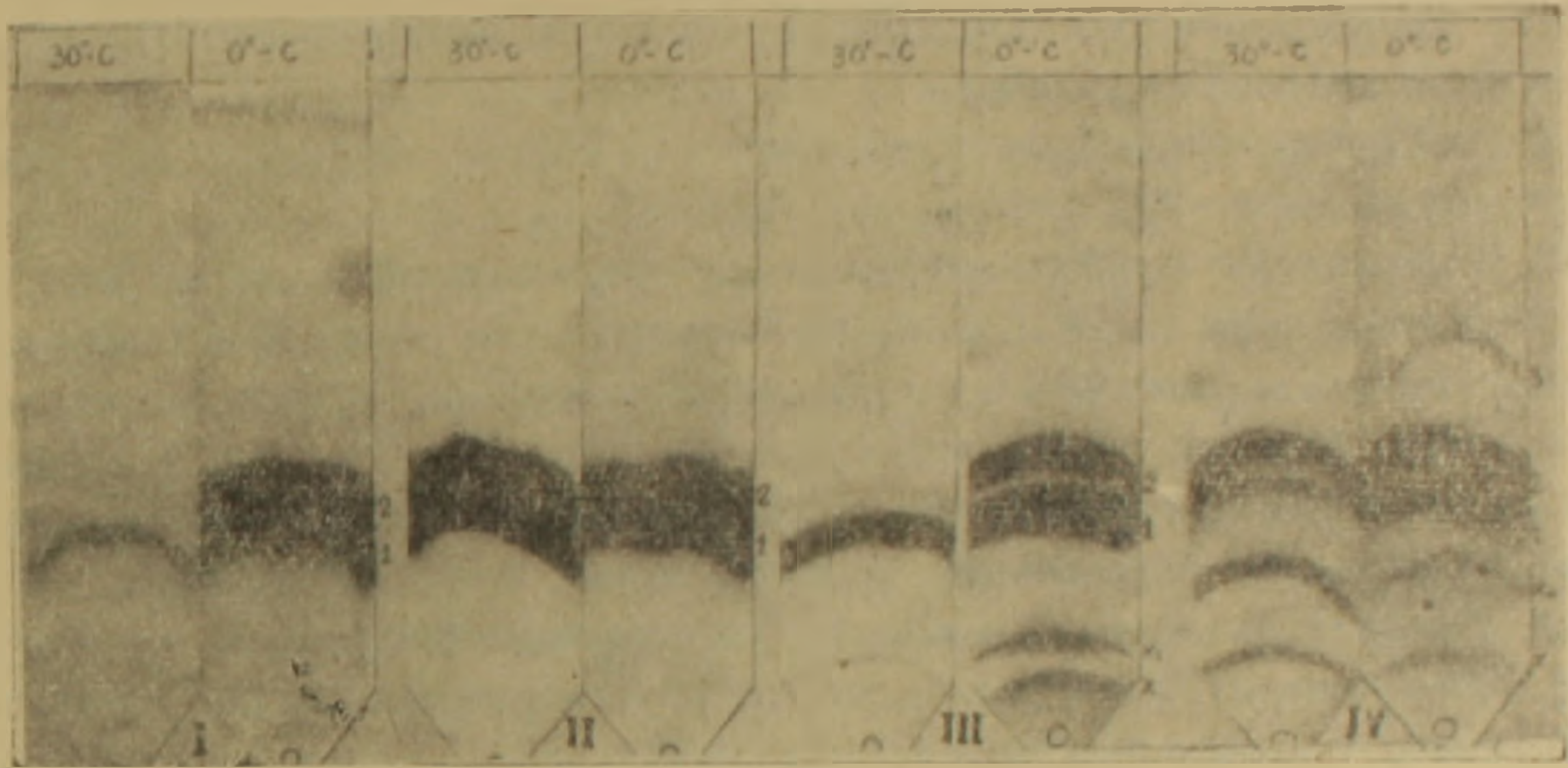


Рис. 2. Хроматограмма производных аскорбиновой кислоты. I — наружные чешуи, II — внутренние чешуи, III — конус роста, IV — донце, 1 — АК, 2 — ДАК.

Таблица 5
Изменение количества сульфгидрильных групп в различных частях репчатого лука (в мг % цистеина от сырого материала)

Части луковиц	Формирование луковиц			Температурные условия хранения °С	Период хранения в днях				Высадка в сосуд	Период генератив- ного развития		
	1958 год				5	10	40	60	12.IV	1959 год		
	6.IV	16.VIII	6.X						образование этиолированных листьев	12.V	3.VI	16.VII
	2—4 лист	5—6 лист	6—8 лист							5—6 лист	бутиониза- ция	массовое цветение
	Наружные чешуи	22,7	7,5							5,6	30—32 0—5	35,4 20,9
Внутренние чешуи	—	21,4	33,2	30—32 0—5	38,9 34,8	25,3 27,8	48,7 32,6	55,1 36,0	— 1,0	5,6	9,0	23,2
Конус роста	56,6	10,1	10,0	30—32 0—5	59,5 21,5	23,1 5,1	58,5 68,0	63,1 24,0	— 22,1	32,5	41,1	22,3
Донце	10,1	98,1	98,5	30—32 0—5	36,9 16,5	10,8 56,8	— 40,9	— 81,0	— 12,6	22,6	68,5	89,2

Резкое колебание количества SH во всех частях луковицы наблюдается при воздействии высокой температуры. Процесс выхода растений из относительного покоя сопровождается понижением количества SH, что, по всей вероятности, является следствием новообразования. При воз-

действии высокой температуры количество SH резко понижается в клетках донца, и на 10-е сутки его содержание доходит до нуля, а низкая температура вызывает значительное увеличение в них (до 5 раз) количества SH.

Повышение содержания SH в вегетативных органах в ходе генеративного развития следует, по-видимому, связать с распадом высокомолекулярных азотистых соединений, продукты которого используются и для формирования цветков.

Резюмируя полученные нами данные, можно сделать следующие основные выводы:

1. Высокая активность каталазы в период первой и второй вегетации репчатого лука и некоторая инактивация ее при хранении указывают на существование прямой связи между активностью данного фермента и уровнем общей жизнедеятельности (в частности интенсивностью ростовых процессов) растений. При этом резкой разницы в активности каталазы в отдельных частях луковиц не наблюдается.

2. Высокая активность пероксидазы в течение онтогенеза репчатого лука обнаруживается почти во всех частях луковицы, особенно в период ее хранения и генеративного развития.

Активная деятельность этого фермента в клетках конуса роста проявляется только в период относительного покоя.

Некоторую активизацию этого фермента в клетках конуса нарастания в условиях хранения луковицы при низкой температуре можно рассматривать как один из внутренних показателей прохождения яровизации.

3. Полифенолоксидазная активность в луковицах проявляется во всех частях луковицы в период ее хранения. С переходом к весенней вегетации указанная активность сохраняется во всех частях луковицы, за исключением формирующихся бутонов.

4. Аскорбиновая кислота в отдельных частях луковиц распределена неодинаково; наивысшее содержание ее наблюдается в конусе роста и в донце. Последние, в отличие от остальных частей, обладают также большим содержанием дегидроаскорбиновой кислоты, количество которой резко колеблется в зависимости от температурного режима хранения. В период относительного покоя наблюдается перемещение аскорбиновой кислоты из чешуй в конус роста и донца.

5. Характер изменения содержания сульфгидрильных групп в онтогенезе репчатого лука в некоторых случаях идентичен с изменением аскорбиновой кислоты. Прямая связь между активностью окислительных ферментов и содержанием сульфгидрильных групп имеет место не во всех частях луковицы.

Գ. Գ. ԳԱՐՐԻՆԼՅԱՆ

ԳԼՈՒԽ ՍՈՒԽ (Allium cepa L.) ԶԱՐԴԱՑՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ ՄԻ ՔԱՆԻ
ՕՓՍԻԳԱՅՆՈՂ ՖԵՐՄԵՆՏՆԵՐԻ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բույսերի հյուսվածքներում բիոլոգիական օքսիդացման ինտենսիվությունը, ինչպես հայտնի է, հանդիսանում է նրանց ընդհանուր կենսագործունեության ցուցանիշներից մեկը և անհատական զարգացման ընթացքում տեղի է ունենում այդ պրոցեսն իրականացնող առանձին սիստեմների գործունեության հերթափոխություն: Ըստ որում բացահայտված է նաև, որ այդ հերթափոխության բնորոշ ընթացքը կախված է արտաքին միջավայրի կոմպլեքս գործոնների բնույթից:

Օքսիդացնող առանձին սիստեմների գործունեության ընթացքը գեոֆիտ բույսերի տարրեր մասերում, կապված նրանց բիոլոգիական առանձնահատկությունների հետ, ուսումնասիրված է ոչ բավարար չափով: Ելնելով դրանից, ներկա աշխատության մեջ հեղինակի կողմից փորձ է արված բացահայտելու գլուխ սոխի անհատական զարգացման տարրեր ֆենոֆազներում կատալազայի, պերօքսիդազայի և պոլիֆենոլօքսիդազայի ակտիվության, ինչպես նաև ասկորբինաթթվի և սուլֆհիդրիլ խմբերի պարունակության փոփոխությունը նրա տարրեր մասերում:

Տեխնիկապես հասուն սոխերի մոտ համեմատական հետազոտություններ են կատարված նաև յարովիզացիայի համար նպաստավոր ($5-10^{\circ}$) և աննպաստ ($30-32^{\circ}$) ջերմության պայմաններում: Այնուհետև փորձի ենթակա սոխերի աճման կոններից պատրաստված կտրվածքներում կատարված են միկրոսկոպիական հետազոտություններ՝ դիֆերենցման բնույթը պարզարանելու նպատակով:

Կատարված աշխատանքները հեղինակին բերել են հետևյալ եզրակացություններին՝

1. Կատալազայի բարձր ակտիվությունը գլուխ սոխի առաջին ու երկրորդ վեգետացիոն շրջաններում և այդ ֆերմենտի որոշ ինակտիվացիան հարաբերական հանգստի շրջանում՝ ցույց են տալիս այն անմիջական կապը, որ գոյություն ունի այդ ֆերմենտի ակտիվության և բույսի ընդհանուր կենսագործունեության (հատկապես աճման ինտենսիվության) մակարդակի միջև: Այդ ընթացքում սոխի առանձին մասերի միջև կատալազայի ակտիվության խիստ տարրերություն չի նկատվում:

2. Գլուխ սոխի համարյա բոլոր մասերը ցուցաբերել են պերօքսիդազայի բարձր ակտիվություն (հատկապես պահպանման ընթացքում), մինչդեռ աճման կոնի բջիջներում այդ ֆերմենտի ակտիվ գործունեությունը դրսևորվել է հարաբերական հանգստի շրջանում:

Ցածր ջերմաստիճանի պայմաններին ենթարկվելիս պերօքսիդազայի գործունեության որոշ ակտիվացումը կարելի է դիտել որպես գլուխ սոխերի յարովիզացման ներքին ցուցանիշներից մեկը:

3. Պոլիֆենոլօքսիդազային ակտիվությունը բոլորովին չի հայտնաբերվել գլուխ սոխի առաջին վեգետացիոն շրջանում: Նրա համեմատաբար ակտիվ գոր-

ծունեությունը սոխի բոլոր մասերում նկատվել է միայն հանգստի շրջանում: Բացի ձևավորված կոկոններից, սոխի բոլոր մասերում ձևոր բերված պոլիֆենոլօքսիդազայի ակտիվությունը պահպանվել է նաև սոխի վեգետացիայի երկրորդ տարում:

4. Ասկորբինաթթուն սոխուկի տարրեր մասերում բաշխված է ոչ հավասարաչափ: Նրա մեծ պարունակությունը հայտնաբերվում է աճման կոնի և հիմքի ըջիջներում:

Սոխուկի հիմքի ըջիջները, ի տարրերություն մնացած մասերի, բնորոշ են նաև մեծ քանակի դեհիդրոասկորբինաթթվի պարունակությամբ, որը խիստ տատանվում է՝ կախված ջերմային պայմաններից:

Սոխի հարարերական հանգստի շրջանում նկատվել է ասկորբինաթթվի տեղաշարժ (թեփուկներից դեպի աճման կոնի և հիմքի ըջիջները):

5. Ասկորբինաթթվի և սուլֆհիդրիլ խմբերի քանակական փոփոխություններն ընթանում են զուգահեռ՝ սոխի զարգացման միայն որոշակի շրջանում: Մինչդեռ սուլֆհիդրիլ խմբերի կապը օքսիդացնող ֆերմենտների ակտիվության հետ նկատվում է սոխուկի ոչ բոլոր մասերում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Алексеева М. В. Культурные луки. Гос. издат. сельхоз. литер., М., 1954.
2. Бах А. Н., Опарин А. И. и Венер Р. А. Тр. Хим. ин-та им. Л. Я. Карпова, 5, 1926.
3. Бокова Р. И. Сб. студен. научн. работ Таджикск. ун-та, I, 1954.
4. Гримм А. И., Картужанский А. Л. Сб. научн. работ. Ленинград. Ин-т сов. торговли, вып. 13, 1959.
5. Землянухин А. А. Тр. Воронежск. ун-та, 6, 1954.
6. Калинин Ф. Л. Докл. АН СССР, 125, 5, 1959.
7. Кружилин А. С., Шведская З. М. Докл. АН СССР, 98, 3, 1954.
8. Марх А. Т., Фельдман А. Л. Журн. Биохимия, 21, 1, 1956.
9. Мигушова Э. Ф. Сб. трудов аспирантов и молодых научн. сотр. Ленинград, I, (6), 1960.
10. Реймерс Ф. Э. Физиология роста и развития репчатого лука. М.—Л., Изд. АН СССР, 1959.
11. Рубин Б. А., Ладыгина М. Е. Журн. Биохимия, 21, 3, 1956.
12. Сисакян Н. М., Филиппович И. Ф. Журн. Биохимия, 21, 1, 1956.
13. Слепченко Н. В. Уч. зап. Чкаловского гос. пед. ин-та, вып. 10, 1957.
14. Соколов А. М., Бывших Н. А. Тр. плодоовощн. ин-та им. И. В. Мичурина, 8, 1955.
15. Соколова С. М. Докл. ВАСХНИЛ, 98, 12, 1956.
16. Butler G. W. Physiol. plantarum, 6, 4, 1953.
17. Evelyn K. A. Malloy H. T. and Rosen C. J. Biol. chem. 126, 645, 1938.
18. Golblith S. A. and Proctor B. E. J. Biol. chem. 187, 705, 1950.
19. Lynen F. Ann., 574, 83, 1953.
20. Mapson L. W., Moustafa E. M. Biochem. J., 62, 2, 1957.
21. Martin Claude. C. r. Acad. sci. 246, 13, 1958.
22. Modern methods of plant analysis, 1955.
23. Sumner J. B. and Gjessing E. C. Arch. Biochem. 2, 291, 1943.
24. Weinstein Leonard H., Robbins W. Rel Contrib. Biochem. Thomson Inst. 18, 5, 1957.