

УДК 633.25(470.311+213.5)

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЛУКА РЕПЧАТОГО С РАЗНОЙ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ

И. Г. ТАРАКАНОВ, С. САРАТИ, Н. П. СОКОЛОВА

(Кафедра сельского хозяйства зарубежных стран)

В статье приводятся результаты изучения биологии развития некоторых экотипов лука тропической и субтропической зон возделывания. Установлены значительные различия в реакции сортов на длину дня, показана возможность использования некоторых форм при создании сортов с повышенными скороспелостью и продуктивностью для выращивания в средних широтах.

Лук репчатый *Allium* *sepa* L. относится к растениям длинного дня. Фотопериодическая реакция лука изучена достаточно хорошо [4, 7, 13]. Показано, в частности, что при выращивании растений из семян в условиях длинного дня ускоряется формирование луковицы, тогда как при длине дня 12—13 ч оно либо задерживается, либо вообще не происходит, но растения ветвятся и у них формируется много листьев.

Экотипы лука могут сильно различаться по фотопериодической чувствительности [3, 5]. Именно поэтому у лука широкий ареал; его успешно выращивают даже в тропиках при длине дня 12—13 ч.

Длина дня наряду с температурой влияет и на скорость формирования генеративных органов [2, 11]. Однако ускорение формирования соцветий в условиях длинного дня часто сопровождается уменьшением числа цветоносов на растении [8]. Это говорит о сложном влиянии температурных и фотопериодических условий на развитие растений. При переходе к генеративному развитию факторы, благоприятствующие формированию луковиц, нередко тормозят образование новых цветоносных побегов [15].

Изучение сортового разнообразия *Allium* *sepa* L. по географическим зонам возделывания позволило выделить ряд групп, различающихся по фотопериодической чувствительности [1, 5]. Особое внимание селекционеров в последнее время привлекают сорта тропической и субтропической зон луководства, использование которых в качестве доноров скороспелости позволит в значительной степени ускорить выращивание лука-репки в условиях высоких широт, и в частности в Нечерноземье. В данной статье приводятся некоторые результаты изучения биологии этих экотипов.

### Методика

Работу проводили в лаборатории овощеводства ТСХА в 1984—1985 гг. Фотопериодическую реакцию лука изучали в мелкоделяночных опытах. Растения выращивали в фотопериодических камерах при естественном для широты Москвы (15—17,5 ч) или коротком (12 ч) фотопериодах. Сев проводили предварительно барботированными семенами. Расстояние между рядками 20 см, между растениями в ряду — 3 см. В каждом варианте было 40—50 растений.

Отмечали появление всходов, начало

формирования луковиц, полегание пера и полное вызревание. В конце вегетации проводили анализ каждой выборки с разделением урожая на полностью вызревшие луковицы, полувызревшие (растения с полегшими, но зелеными листьями) и невызревание с невыполненными луковицами. В качестве показателя, характеризующего фотопериодическую реакцию, использовали индекс формирования (выраженности) луковицы — отношение максимального диаметра луковицы к минимальному диаметру ложного стебля [7].

### Результаты

Длина дня 15—17,5 ч была благоприятной для формирования луковиц у всех изучавшихся сортов: индекс луковицы у них превышал 2 (табл. 1). Особенно скороспелыми оказались сорта *Texsano* и *Tropicala*, продолжительность вегетации у которых не превышала 50 дн. По

Число листьев (Чл) и индекс формирования луковицы (Ил) у сортов лука репчатого разного географического происхождения

Сорт	Чл		Ил	
	короткий день	длинный день	короткий день	длинный день
Стригуновский (среднерусский)	15,2±0,7	8,9±0,4	1,2±0,0	5,6±0,2
Тораз (южный, для летней культуры)	14,8±0,8	5,9±0,2	1,4±0,0	5,1±0,2
Озимые сорта тропической и субтропической зон возделывания:				
Lisbon Lida	10,9±0,5	11,9±0,5	1,3±0,0	3,6±0,2
Barletta Perla	11,4±0,4	4,6±0,4	1,3±0,2	7,8±0,7
Pompeji Perla	10,7±0,4	4,3±0,3	1,4±0,0	5,0±0,4
Ymai	14,8±0,5	4,1±0,3	1,5±0,1	6,5±0,6
Senshyi	14,3±0,3	3,9±0,1	1,3±0,0	6,2±0,3
Сн-Т (отбор из Senshyi)	13,2±0,5	4,7±0,2	1,3±0,0	6,9±0,3
Пешпазак	11,3±0,5	3,1±0,2	1,4±0,0	7,8±0,4
Tropicana	13,0±0,4	3,4±0,2	1,5±0,1	6,4±0,6
Kaizuka Wase	9,7±1,0	3,3±0,3	1,8±0,4	7,0±0,3
Texas Grano	11,3±0,4	5,0±0,3	2,3±0,2	6,1±0,5
Yellow Granex	11,6±0,4	4,2±0,8	2,9±0,3	5,8±0,8
Texsano	6,8±1,0	2,9±0,3	5,2±0,9	6,9±0,3

скороспелости к ним приближались также Texas Grano и Yellow Granex. Наиболее позднее созревание луковиц отмечалось у сорта Стригуновский (продолжительность вегетации около 100 дн), а также Barletta Perla, Pompeji Perla (110 дн).

В условиях короткого 12-часового дня темпы роста и развития у изучавшихся сортов резко замедлялись. Для большинства из них данный фотопериод оказался меньше критического, поэтому луковицы не формировались (индекс был менее 2). У растений значительно увеличивалось число листьев, у некоторых сортов отмечалось ветвление.

Тропические сорта Texsano, Yellow Granex, Texas Grano, Kaizuka Wase обладают количественной длиннодневной реакцией. При выращивании в условиях 12-часового фотопериода луковица у них формировалась, хотя и не так быстро, как при фотопериоде 15—17,5 ч. Число листьев увеличивалось, как и у сортов с качественной реакцией, не формировавших луковиц, однако ветвления не наблюдалось (рис. 1).

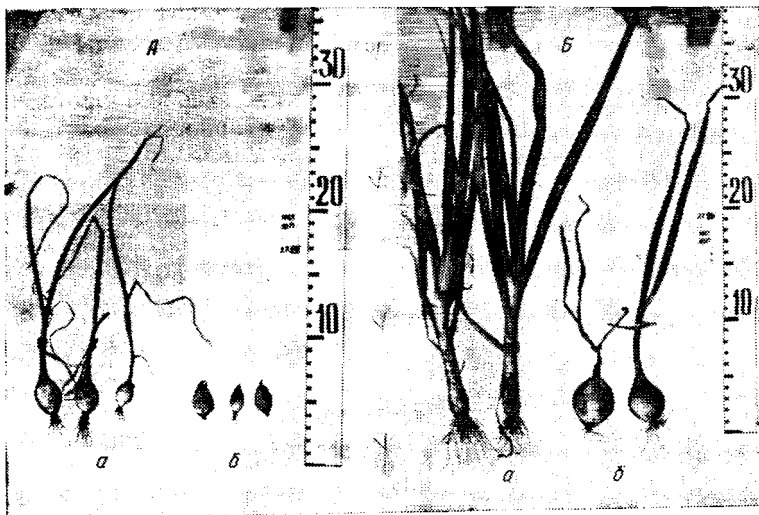


Рис. 1. Формирование луковиц у лука репчатого при разной длине дня. А — Texas Grano; Б — Сн-Т; а — фотопериод 12 ч, б — 15—17,5 ч.

Таблица 2

Индекс формирования луковицы и число листьев у лука репчатого в зависимости от длины дня и температуры (в числителе — естественная, в знаменателе — повышенная)

Длина дня, ч	Стригуновский		Texas Early Grano	
	Ил	Чл	Ил	Чл
10	$1,2 \pm 0,0$	$9,4 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,2$	$8,5 \pm 0,5$
	$1,4 \pm 0,1$	$14,0 \pm 0,8$	$4,7 \pm 0,1$	$8,8 \pm 0,6$
15—17,5	$3,6 \pm 0,2$	$6,5 \pm 0,4$	$6,3 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,6$
	$4,4 \pm 0,3$	$5,5 \pm 0,4$	$6,6 \pm 0,3$	$4,6 \pm 0,4$

в 1984 г., было прослежено влияние температуры воздуха на фотопериодическую реакцию сортов Стригуновский и Texas Early Grano. На фоне короткого (10 ч) и длинного (15—17,5 ч) дня в камерах поддерживались естественные температуры воздуха (как и в открытом грунте) и повышенные температуры (на 8—10°C выше естественных). В условиях 10-часового фотопериода и естественных температур луковицы не формировались у обоих сортов, а при повышенных температурах они образовывались у сорта Texas Early Grano (табл. 2, рис. 2). Однако полегание пера в этом варианте началось на 15—20 дн. позже, чем на длинном дне.

Для сорта Стригуновский разница между длиной дня в эксперименте (10 ч) и критической была больше, чем для сорта Texas Early Grano. Поэтому эффект повышенной температуры в данном варианте был выражен слабее: ко времени окончания опыта (130 дн. от всходов) нижняя часть влагалищ лишь слегка утолщилась, но луковицы не сформировались. Очевидно, отмеченная реакция тропического сорта на повышенную температуру позволяет ему успешно произрастать в условиях короткого дня, преодолевая тормозящий эффект неблагоприятного фотопериода. У сортов высоких широт с качественной фотопериодической реакцией уменьшить критическую длину дня до таких же значения значительно сложнее.

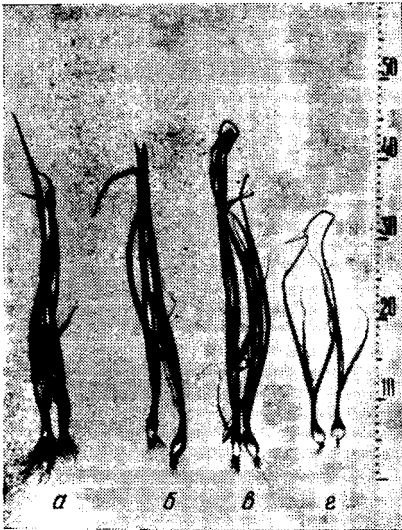


Рис. 2. Формирование луковицы у растений сорта Texas Early Grano в зависимости от длины дня и температурных условий.

*a* и *б* — естественные температуры; *в* и *г* — повышенные температуры; *a* и *в* — фотопериод 10 ч; *б* и *г* — фотопериод 15—17,5 ч.

Очевидно, высокая скороспелость тропических форм при выращивании в высоких и средних широтах определяется в первую очередь их слабой реакцией на неблагоприятную длину дня.

Фотопериодическая чувствительность у разных генотипов лука репчатого зависит от факторов окружающей среды — температуры, влажности субстрата и т. д. [6, 9, 14].

В наших опытах, проведенных

У многих тропических луков сильно выражен эфемероидный ритм развития, особенно при выращивании в условиях сравнительно длинного фотопериода. После очень быстрого образования нескольких листьев (обычно 3—5) и мелкой луковицы у них начинается период покоя. В то же время обладающие высокой фотосинтетической продуктивностью растения могут вегетировать еще не менее 50 дн, что и наблюдается у приспособленных к этим условиям высокоширотных сортов. Добиться повышения продуктивности у ультраскороспелых тропических сортов можно за счет продления вегетации.

Большой интерес для селекции представляет ряд экотипов лука тропического и субтропического происхождения, отличающихся быстрыми сроками созревания в условиях высоких широт. Выделенные из некоторых сортовых популяций (табл. 1) образцы уже используются в совместной работе кафедры овощеводства ТСХА

и Таджикского НИИПВОХ. В результате отбора из сортовой популяции Senshyi в условиях Москвы, а затем ряда лет в Таджикистане (В. В. Трипель) получена высокопродуктивная форма Сн-Т, представляющая интерес для использования в однолетней культуре в условиях высоких и средних широт и в озимой — на юге страны [5].

При сравнительном изучении растений исходного сорта и Сн-Т, проведенном нами в условиях длинного дня (15—17,5 ч), первые созревали примерно на 3 нед быстрее (табл. 3). У образца

Сн-Т формировалось больше листьев, и, что следует подчеркнуть, они дольше функционировали. В результате средняя масса луковицы была существенно выше, чем у исходного сорта (рис. 3).

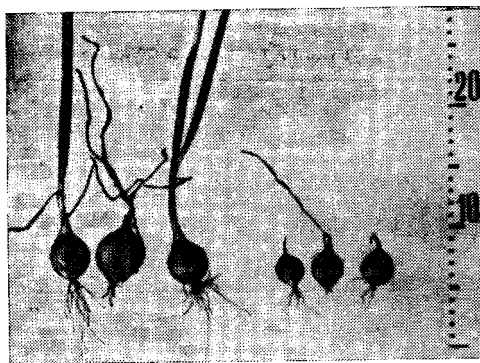


Рис. 3. Растения сорта Senshyi (справа) и Сн-Т ко времени уборки.

Таблица 3

Число растений с полувызревшими луковицами

Сорт	Всего растений	Из них с полегшим пером						
		19/VII	26/VII	2/VIII	9/VIII	16/VIII	23/VIII	30/VIII
Senshyi	50	17	39	47	49	49	50	50
Сн-Т	47	10	0	6	25	32	35	41

Сладкие тропические луки имеют непродолжительный период покоя, что отрицательно сказывается на их лежкости. Поскольку период покоя у созревших в более поздние сроки луковиц Сн-Т наступал позже, чем у сорта Senshyi, у них сдвинулись и сроки прорастания (табл. 4). В целом лежкость у образца была выше, чем у исходного сорта. Заметим, что отбор более позднеспелых форм (т. е. с более сильно выраженной фотопериодической реакцией) при выращивании в высоких широтах может протекать спонтанно за счет различной лежкости отдельных биотипов внутри сортовой популяции. С этим явлением часто сталкиваются практики.

Ультраскороспелые формы из тропиков и субтропиков представляют интерес прежде всего как доноры скороспелости при создании сортов для высоких широт. Непосредственное их использование в этих условиях нецелесообразно вследствие низкой продуктивности.

Из данных табл. 5 видно, что среди изучаемых сортов у обладающего наибольшей фотопериодической чувствительностью сорта Стригуновский период вегетации был самым длинным и формировались наиболее крупные луковицы. У растений сорта Пешпазак с эфемероидным ритмом развития и наименьшим фотосинтетическим потенциалом вегетация завершалась после формирования сравнительно небольших луковиц.

Число листьев, формирующихся на растении, и продолжительность их фотосинтетической деятельности оказывают решающее влияние на окончателные размеры луковицы и продуктивность растений [10, 16]. В наших исследованиях между числом листьев на растении и разме-

Таблица 4

Динамика прорастания луковиц при теплом хранении

Сорт	Всего растений	Из них с проросшими луковицами			
		5/XI	30/XI	16/XII	30/XII
Senshyi	50	8	17	21	24
Сн-Т	47	0	5	7	12

Продуктивность сортов лука с разной фотопериодической чувствительностью

Сорт	Количество листьев к уборке		Масса луковицы, г	Структура урожая луковиц			Фракции луковиц, % к общему числу		
	всего	зеленых		вызревшие	полувызревшие	невызревшие	>40 мм	40 — 20 мм	<20 мм
Стригуновский	8,9	1,0	38,5	53	47	0	57	33	10
Сн-Г	7,9	0,5	22,5	73	26	1	37	55	8
Пешпазак	3,7	0,2	10,8	71	28	1	5	64	31
НСР <sub>05</sub>	1,1	0,7	7,1	22	23				

ром луковиц установлена положительная связь (коэффициент корреляции в различных выборках не менее 0,8).

Одним из способов продления периода активной вегетации лука для повышения его продуктивности является выращивание рассадным способом. Заметим, что в тропических странах преобладает именно такой тип культуры лука. Благодаря тому что выращивание растений начинается при меньшей длине дня, у них успевает сформироваться больше листьев и они не так быстро переходят в состояние покоя. В высоких широтах эффект от применения рассадного способа может быть еще значительнее. Например, в наших опытах при выращивании сорта Тораз данным способом (сев в начале апреля, т. е. за месяц до сева в открытом грунте) средняя масса луковицы увеличилась с 17 г (контроль, сев в открытом грунте) до 41 г, или более чем в 2 раза. Вместе с тем необходимо иметь в виду, что возникающие в период выращивания рассады стрессовые условия (подсушивание субстрата, перегрев и т. п.) могут вызывать ускоренное формирование луковиц и преждевременное старение растений. В литературе есть сведения о возможности снятия индукции формирования луковицы даже у растений, прошедших фазу полегания пера, если их подвергнуть воздействию короткого фотопериода [12]. Однако сказанное выше может иметь место лишь у сортов с высокой фотопериодической чувствительностью, у которых процессы фотопериодической индукции и последующих морфогенетических реакций растянуты во времени. Для эфемероидных сортов, рост и развитие которых менее зависят от фотопериодических условий, индукция образования луковицы носит необратимый характер.

### Выводы

1. Представители тропических и субтропических экотипов репчатого лука (сорта Texsano, Yellow Granex, Texas Grano) характеризуются низкой фотопериодической чувствительностью, критическая длина дня для них составляет менее 12 ч. Растения высокоширотных сортов обладают ярко выраженной качественной длиннодневной реакцией.

2. У сорта Texas Early Grano, относящегося к субтропическому экотипу, критическая длина дня снижается в условиях повышенных температур.

3. Отбор растений с высокой фотопериодической чувствительностью внутри низкоширотных сортовых популяций позволяет получить формы, характеризующиеся более продолжительным периодом вегетации, высокими продуктивностью и лежкостью луковиц по сравнению с исходными популяциями.

4. Наблюдающийся у некоторых представителей *Allium* сера L. эфемероидный ритм развития характерен для экотипов с количественной фотопериодической реакцией.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева М. В. Культурные луки. — М.: Колос, 1960. — 2. Казакова А. А. Лук. — Л.: Колос, 1970. — 3. Кононков П. Ф., Ершов И. И., Бушков В. П. Формирование луковиц у репчатого лука в зависимости от фотопериодической реакции сорта. — С.-х. Биология, 1975, № 4, с. 544—547. — 4. Реймерс Ф. Э. Физиология роста и развития репчатого лука. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. — 5. Тараканов Г. И., Фаустова И. М., Бэднаж Ф. С. Формирование листьев и луковиц у представителей различных экиотипов репчатого лука в условиях Подмосквья. — Изв. ТСХА, 1985, вып. 5, с. 130—138. — 6. Abdalla A. A. — Experimental Agriculture, 1967, N 3, p. 137—142. — 7. Austin R. B. — J. hort. Sci., 1972, vol. 47, N 4, p. 493—504. — 8. Brewster J. L. — J. hort. Sci., 1982, vol. 57, N 1, p. 93—101. — 9. Butt A. M. — Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, 1968, vol. 10, N 1, p. 1—211. — 10. Dowker B. D., Hardwick R. C., Fennell J. F. M., e. a. — Ann. Appl. Biol., 1976, vol. 82, N 2, p. 341—348. — 11. Holdsworth M., Heath O. V. S. — J. Exp. Botany, 1950, vol. 1, N 3, p. 353—375. — 12. Kato T. — J. Japanese Soc. Hort. Sci., 1964, vol. 33, N 1, p. 53—61. — 13. Magruder R., Allard A. H. — J. Agr. Res., 1937, vol. 54, N 110, p. 719—757. — 14. Thompson H. C., Smith O. — Cornell Univ. Agr. Exper. Sta. Bull., 1938. — 15. Van Kampen J. — Mededeling, Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond in Nederland, 1970, N 51. — 16. Watson D. J. — Adv. Agron., 1951, vol. 4, N 1, p. 101—145.

*Статья поступила 21 июля 1987 г.*

## SUMMARY

Onion varieties of the temperate zone, studied in the experiments, were qualitative long day plants, and in the tropical and subtropical varieties the minimum photoperiodic requirement occurred. High temperature affected their bulbing response. Under long-day conditions some varieties from the tropical areas represent ephemeroïd type of growth. The biotypes with high sensitivity to the photoperiodic conditions (qualitative reaction) which can be distinguished in the varietal populations have higher yields, prolonged period of bulb formation and storage life.