

ISSN 0470—4606

РЕПРОДУКТОРИЙ БГПУ

# Биологические науки

**1** 1985



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Д. Федоров (*гл. редактор*), С. С. Андреевко (*зам. гл. редактора*), И. Г. Атабеков, А. С. Батуев, Б. Ф. Ванюшин, К. Г. Газарян, И. И. Гиндина (*отв. секретарь*), М. В. Горленко, Г. В. Добровольский, Б. Г. Иоганзен, Ю. П. Козлов, Е. Н. Кондратьева, Б. И. Котляр, Л. И. Малышев, Д. С. Орлов (*зам. гл. редактора*) В. К. Плакунов, Ф. Н. Правдин, А. Б. Рубин, А. П. Садчиков, В. А. Семин, В. П. Скулачев, А. Н. Сладков, В. Е. Соколов, А. С. Спириг, Е. Е. Сыроечковский, В. Н. Тихомиров, Ю. С. Ченцов, В. П. Чтецов, Н. И. Шапиро, С. В. Шестаков, В. В. Юркевич

Науч. редактор — В. Г. Иванова  
ст. редактор — Л. Я. Мокенчева

Адрес редакции: 119899, ГСП, Москва В-234, МГУ,  
биологический факультет  
Телефон: 139-33-26



## Литература

1. Бердникова З. П., Двуреченский В. Н. Меловые боры. — В кн.: Поосколье. Воронеж, 1980, с. 150.
2. Голицын С. В. Сниженные альпы и меловые ископники Среднерусской возвышенности. — Автореф. канд. дис. Воронеж, 1965.
3. Двуреченский В. Н., Федотов В. И. Редкая и реликтовая флора на отвалах горнопромышленных ландшафтов ЦЧО. — Экология, 1974, № 4, с. 88.
4. Дубенский В. А., Штемпель В. Е. Полезные ископаемые Воронежской области. — Воронеж, 1961.
5. Чикишев А. Г. Географические условия развития карста. — М., 1975.

*Рекомендована Воронежским государственным университетом. Поступила 28 мая 1984 г.*

УДК 581.14:581.141:581.145.2:582.739

БОТАНИКА

### О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РОСТА ПЛОДОВ И СЕМЯН ФАСОЛИ

*Н. Д. Лисов, Е. И. Ржанова*

Изучены закономерности роста плодов и семян культурных видов фасоли. Максимальная скорость роста плодов в длину приходится на X этап органогенеза, в ширину и толщину — на XI этап. Среднесуточный рост семян имеет два максимума, приходящихся на X и XI этапы органогенеза.

The regularities of phaseolus fruit and seed cultured species growth have been studied. The top speed of fruit growth in length falls on stage X of organogenesis and in width and thickness on stage XI. The average daily seeds growth has two maxima falling on stages X and XI of organogenesis.

Исследованию закономерностей роста плодов и семян однолетних бобовых растений гороха посевного, фасоли обыкновенной и многоцветковой посвящен ряд работ [1—4, 6]. Однако об обстоятельных исследованиях процессов формирования и роста плодов и семян фасоли публикаций нет. Это побудило нас изучить общие и специфические закономерности формирования плодов и семян культурных видов фасоли.

Исследование проведено на 9 сортах 4 видов фасоли, полученных из коллекции Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР): фасоли обыкновенной (сорта Contender Golden Wax, Tenderette, Grain Gelinex, Сакса без волокна 615, Триумф, Подарок), фасоли многоцветковой (сорт Nelrus ultra), фасоли лимской (сорт Пестропалева 80) и фасоли остролистной (сорт К-941). Работа выполнена на Крымской опытно-селекционной станции ВИР в 1979—1980 гг.

Для опытов отбирали 15—20 растений каждого сорта, находившихся в фазе бутонизации, и этикетировали на них одновременно открывающиеся цветки. После этого через каждые 5—7 дней вплоть до окончания вегетационного периода измеряли длину, ширину и толщину плодов. Затем плоды одинаковых размеров вскрывали и под бинокулярным микроскопом (МБС-2) измеряли длину, ширину и толщину семян. Содержание сухого вещества в семенах определяли общепринятыми методами.

Формирование и созревание плодов у фасоли, как и у других растений, происходит на X, XI и XII этапах органогенеза. Результаты наших исследований свидетельствуют об однотипности характера изменений параметров плодов всех исследованных сортов. Однако динамика изменения параметров плодов довольно сложная (рис. 1, А). Интенсивный рост плода совпадает с X этапом органогенеза; в это время рост происходит в основном в результате образования новых клеток и их растяжения. К концу X этапа органогенеза длина плодов достигает у



разных видов и сортов 81,8—93,6 % максимальной их величины. На XI этапе темпы роста заметно снижаются; плоды достигают максимальной величины. Максимальной длины плоды фасоли обыкновенной и остролистной достигают на 17—19-й день, фасоли лимской — на 21-й день, фасоли многоцветковой — на 34-й день после завязывания. Со второй половины XI этапа органогенеза рост плодов прекращается и длина их медленно уменьшается (от 5,0 до 12,7 % от максимальной). Исключение составляет фасоль многоцветковая: ее плоды достигают максимальной длины лишь к концу XI — началу XII этапов органогенеза.

Уменьшение размеров плодов в конце их формирования обусловлено оттоком веществ из перикарпия в семена (в семядоли и другие органы зародышей), а также обезвоживанием и облитерацией его клеток. Таким образом, в это время функция плода как органа, обеспечивающего необходимые для формирования семян условия, затухает.

Рост плодов фасоли в ширину и толщину в начале X этапа происходит медленно; интенсивность роста постепенно увеличивается к концу X или к середине XI этапа. К концу X этапа ширина плодов фасоли обыкновенной составляет у сорта Подарок 100 %, сортов Tenderette и Сакса без волокна 615 — 85 %, Триумф — 89 %, Contender Golden Wax — 76 %, у фасоли лимской — 64 %, фасоли остролистной — 65 %, многоцветковой — 71 % от максимальной. Наибольшей ширина плодов бывает на XI этапе, а затем, как и длина, к концу XII этапа она уменьшается (в зависимости от вида и сорта на 12,3 — 27,0 %). Толщина плодов наибольшей бывает на XI этапе органогенеза, а к концу XII этапа она уменьшается на 14,2—23,7 % от максимальной; исключение составляют плоды фасоли лимской, толщина которых уменьшается только на 3,7 %.

Связь ростовых процессов плодов фасоли с этапами их формирования наглядно отражает средняя величина суточного прироста параметров плодов (рис. 1, Б). У всех исследованных нами сортов наибольший прирост плодов в длину приходится на X этап органогенеза, в ширину и толщину — на начало (сорт Подарок) или середину XI этапа. Иными словами, рост плодов в длину начинается сразу после оплодотворения, в то время как увеличение их ширины и толщины наступает позднее, причем у фасоли многоцветковой, лимской и остролистной на X этапе органогенеза темпы роста плодов в ширину выше, чем в толщину, что приводит к формированию широких плоских плодов на X—XI этапах (фаза лопатки).

У фасоли обыкновенной (лущильные сорта) рост плодов в ширину и толщину происходит почти синхронно, но разными темпами. В связи

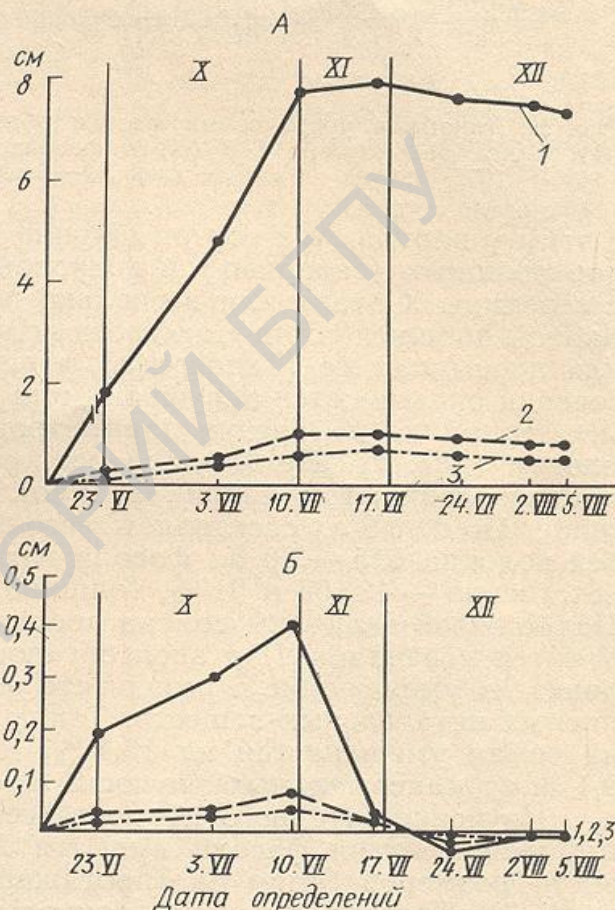


Рис. 1. Изменение линейных размеров (А) и суточный прирост (Б) длины (1), ширины (2) и толщины (3) плодов фасоли обыкновенной сорта Подарок. X, XI и XII — этапы органогенеза на всех рисунках.



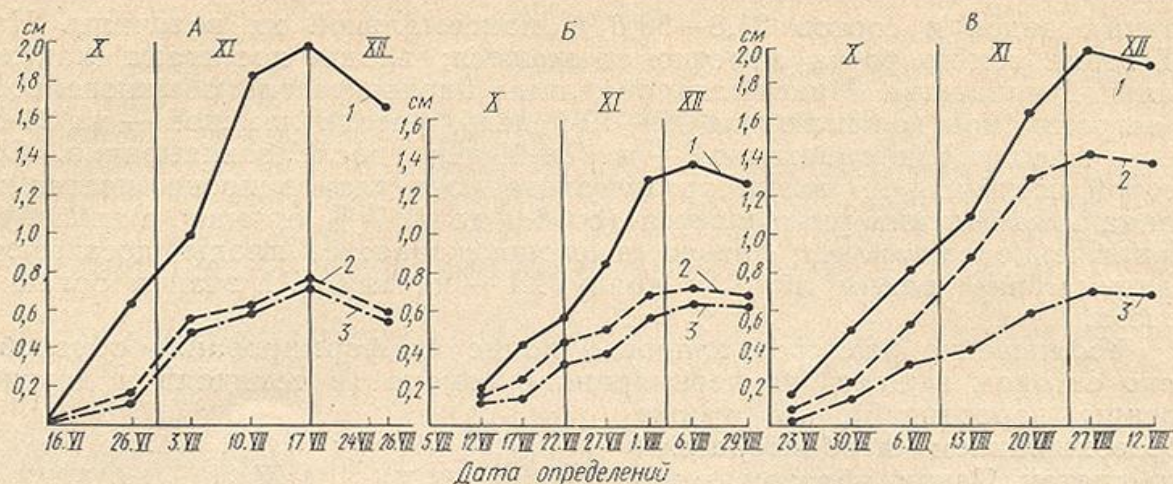


Рис. 2. Динамика роста семян фасоли обыкновенной сортов Contender Golden Wax (А), Сакса без волокна 615 (Б) и фасоли многоцветковой сорта Nelpus ultra (В): 1 — длина, 2 — ширина, 3 — толщина

с этим у плодов этих сортов ширина всегда превышает толщину. У плодов овощных (сахарных) и полуовощных сортов фасоли обыкновенной с середины X этапа или несколько позднее толщина плодов становится равной ширине (сорта Сакса без волокна 615 и Contender Golden Wax) или превышает ее (Tenderette), в результате чего плоды в поперечном сечении оказываются округлыми или овальными.

Динамика изменения параметров семян сходна с динамикой роста плодов (рис. 2). На X этапе рост семян в длину, ширину и толщину идет медленно: так, например, к концу X этапа длина семян сорта Contender Golden Wax составляет всего 40 % от максимальной, сорта Сакса без волокна 615 — 38 %, фасоли многоцветковой — 49 %, ширина соответственно — 42, 63 и 51 %, толщина — 34, 52 и 47 % от максимальной. Наибольшей величины семена достигают в конце XI (Contender Golden Wax) и в начале XII этапов органогенеза, а в конце XII этапа происходит их уменьшение в результате обезвоживания и полимеризации запасных питательных веществ. Так, у сорта Contender Golden Wax длина семян уменьшается на 15,7 %, ширина — на 14,5 %, толщина — на 9,1 % от максимальных значений.

Изучение суточного прироста семян показало, что в процессе формирования семян фасоли имеются 2 максимума среднесуточного прироста размеров семян на протяжении X—XII этапов органогенеза (рис. 3). Первый максимум прироста семян в длину приходится на X этап, второй — на XI этап. Аналогично изменяется и среднесуточный рост семян в ширину и толщину, но максимумы абсолютных значений

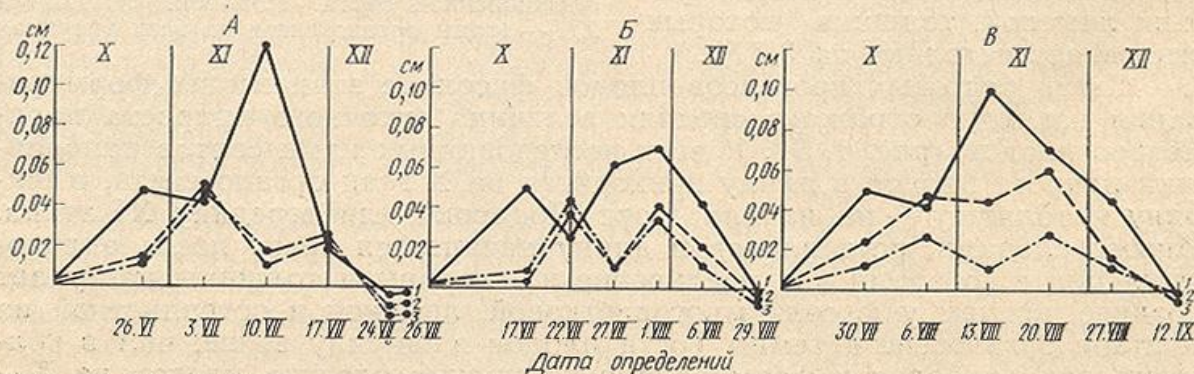


Рис. 3. Суточный прирост длины (1), ширины (2) и толщины (3) семян фасоли. А, Б — обыкновенной соответственно сортов Contender Golden Wax и Сакса без волокна 615; В — многоцветковой сорта Nelpus ultra



этих показателей по времени не совпадают с таковыми длины. Первый максимум скорости роста семян в ширину и толщину приходится на конец X и начало XI этапа, второй — на конец XI этапа. Наличие первого максимума прироста параметров семян фасоли, по-видимому, обусловлено интенсивным делением клеток на X этапе органогенеза и их растяжением, что согласуется с опубликованными сведениями [5]. По данным этого автора, деление клеток семядолей фасоли прекращается примерно на 19-й день после оплодотворения, однако эпидермальные клетки семядолей еще довольно длительное время (до 25-го дня) имеют следы недавних делений, а растяжение клеток продолжается и в последующее время. По нашим наблюдениям, деление клеток органов зародыша прекращается к концу X этапа органогенеза, после чего увеличение размеров семян происходит только в результате растяжения клеток, что выражается в замедлении скорости роста семян.

К моменту достижения плодами максимальных размеров (XI этап органогенеза) в семена из околоплодника поступает значительное количество ассимилятов, интенсивный приток которых в клетки, возможно, способствует остаточному их растяжению; это может быть причиной возникновения второго максимума среднесуточного прироста параметров семян.

Уменьшение размеров семян в конце XII этапа органогенеза происходит в результате их обезвоживания, а также полимеризации и уплотнения питательных веществ, накапливаемых в семядолях. Это подтверждается исследованиями, показавшими [5], что к 48-му дню после оплодотворения в клетках семядолей фасоли происходит синтез белков, сопровождающийся уменьшением диаметра семян. До этого белок в семядолях представлен хлопьевидными образованиями. Кроме того, в конце созревания в эпидермальных слоях семядолей обнаруживается много сморщившихся клеток с цитоплазмой, отставшей от стенок.

Мы проследили изменение массы сырого и сухого вещества околоплодников и семян фасоли.

Масса сырого вещества околоплодников с начала X этапа увеличивается, достигает максимума в начале XI этапа, а затем довольно резко уменьшается. Это объясняется, с одной стороны, значительным отто-

Изменение массы сырого и сухого вещества и влажности плодов и семян фасоли обыкновенной (Крымск, 1980)

Показатели	Дата определений	Contender Golden Wax		Grain Gelinder	
		околоплодник	семена	околоплодник	семена
Масса сырого вещества, г	26.VI	1,650	0,007	2,630	0,008
	3.VII	6,383	0,181	6,018	0,105
	10.VII	3,751	0,624	3,942	0,407
	17.VII	3,675	0,750	3,031	0,583
	24.VII	0,733	0,484	0,707	0,375
	26.VII	0,596	0,427	0,523	0,328
Масса сухого вещества, г	26.VI	1,151	0,001	0,232	0,001
	3.VII	0,658	0,032	0,644	0,017
	10.VII	0,672	0,203	0,758	0,122
	17.VII	0,669	0,320	0,632	0,225
	24.VII	0,621	0,356	0,591	0,284
	26.VII	0,526	0,376	0,462	0,288
Влажность, %	26.VI	90,9	85,7	91,2	87,5
	3.VII	89,7	82,4	89,3	83,7
	10.VII	82,1	67,5	80,8	70,0
	17.VII	81,6	56,1	79,1	61,3
	24.VII	15,7	26,4	17,6	20,4
	26.VII	11,8	12,0	11,7	12,2



ком пластических веществ из перикарпия в семена, с другой — постепенным обезвоживанием околоплодников. Установлено, что влажность плодов длительное время остается высокой и даже в начале XII этапа составляет 79—82 % и только к концу созревания происходит резкое обезвоживание — содержание воды в околоплодниках не превышает 11,8 %.

Масса сухого вещества околоплодников в процессе формирования и созревания плодов изменяется по-иному. На X этапе органогенеза ее увеличение происходит очень медленно (табл.). Затем, в конце этапа, она довольно резко увеличивается и достигает максимума к середине XI этапа. С этого времени и до полного созревания плодов масса сухого вещества околоплодников уменьшается.

Отложение и накопление запасных питательных веществ в околоплоднике и семенах взаимосвязаны с ростовыми процессами. Приток питательных веществ в семена начинается намного раньше, чем заканчивается формирование зародышей, т. е. на X этапе органогенеза. Однако этот процесс усиливается на XI и в начале XII этапа, когда происходит отложение запасных питательных веществ в семядолях и семена достигают размеров, присущих виду и сорту.

Проведенные нами исследования закономерностей роста плодов и семян культурных видов фасоли позволяют заключить, что изменение всех параметров происходит по закону большого периода роста Сакса и графически выражается S-образной кривой. Максимальная скорость роста плодов в длину приходится на X этап органогенеза, в ширину и толщину — на XI этап. Среднесуточный рост семян характеризуется двухвершинной кривой с максимумами, приходящимися на X и XI этапы органогенеза. Полученные данные могут служить ориентиром для прогнозирования сроков созревания и уборки фасоли.

#### Литература

1. Дмитриева Г. А. Динамика роста плодов гороха. — Биол. науки, 1967, № 9, с. 88.
2. Ржанова Е. И. Морфогенез зерновых бобовых растений трибы виковых. — В кн.: Экспериментальный морфогенез цветковых растений. М.: Изд-во МГУ, 1972, с. 56.
3. Ржанова Е. И., Дмитриева Г. А. Морфофизиологические особенности формирования плодов и семян овощного гороха. — В кн.: Морфогенез овощных растений. Новосибирск, 1971, с. 167.
4. Carr D. J., Skene K. G. Diausic growth curves of seeds, with special reference to French beans (*Phaseolus vulgaris* L.). — Austr. Journ. Biol. Sci., 1961, v. 14, № 1, p. 1.
5. Opik H. Development of cotyledon cell structure in ripening *Phaseolus vulgaris* seeds. — Journ. Exp. Bot., 1968, v. 14, p. 64.
6. Walbot V., Clutter M., Sussex I. M. Reproductive development and embryogeni in *Phaseolus vulgaris*. — Phytomorphology, 1972, v. 22, № 1, p. 59.

Рекомендована лабораторией биологии развития растений Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Поступила 28 декабря 1983 г.



**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА» ВЫПУСТИТ  
В СВЕТ В 1985 Г. СЛЕДУЮЩИЕ УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ  
ПО ОБЩЕСТВЕННЫМ НАУКАМ ДЛЯ ВУЗОВ:**

Примерная тематика контрольных работ по курсу марксистско-ленинской философии для заочных высших учебных заведений и заочных отделений вузов. — 2,5 л. — 10 к.

Примерная тематика контрольных работ по курсу научного коммунизма для заочных высших учебных заведений и заочных отделений вузов. — 1,7 л. — 5 к.

Программа государственного экзамена по научному коммунизму для высших учебных заведений. — 1,5 л. — 5 к.

Программа курса «Логика». — 0,5 л. — 3 к.

Программа курса марксистско-ленинской философии для высших учебных заведений. — 2,5 л. — 10 к.

Программа курса научного коммунизма для высших учебных заведений. — 2,5 л. — 10 к.

Программа курса «Основы марксистско-ленинской эстетики» для вузов. — 1,4 л. — 5 к.

Программа курса «Основы марксистско-ленинской этики» для вузов. — 1,2 л. — 5 к.

Программа курса «Основы научного атеизма» для вузов. — 0,6 л. — 3 к.

Примерная тематика контрольных и курсовых работ по политической экономии для заочных высших учебных заведений, заочных факультетов и отделений вузов (по программе курса политической экономии на 110—140 часов). — 10 к.

Примерная тематика контрольных работ по курсу политической экономии для заочных высших учебных заведений, заочных факультетов и отделений вузов (по программе курса политической экономии на 100—140 часов). — 3 л. — 10 к.

Программа курса политической экономии для высших учебных заведений на 250—300 часов. — 4,6 л. — 15 к.

Программа курса политической экономии для высших учебных заведений на 100—140 часов. — 3 л. — 10 к.

Примерная тематика контрольных работ по курсу истории КПСС для студентов-заочников высших учебных заведений. — 3 л. — 10 к.

Программа курса по истории КПСС для высших учебных заведений. — 3,5 л. — 10 к.

**Уважаемые читатели!**

По вопросу приобретения литературы издательства «Высшая школа» просим обращаться в местное отделение Книготорга или книжный магазин по месту жительства.