



УДК 581.4+581.1

## ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТЕНИЙ ЛЬНА В ОНТОГЕНЕЗЕ

**Т.М. Фадеева<sup>1</sup>****Е.Ф. Семенова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Пензенский институт развития образования 440046,  
г. Пенза, ул. Попова, 40

e-mail: [coko@sura.ru](mailto:coko@sura.ru)

<sup>2</sup>Пензенский государственный университет, 440026,  
г. Пенза, ул. Красная, 40

e-mail: [sef1957@mail.ru](mailto:sef1957@mail.ru)

Выявлены отличительные черты возрастных состояний у льна культурного в Среднем Поволжье. Определены продолжительность и взаимосвязь возрастных периодов и состояний, фаз и стадий развития в зависимости от генотипических особенностей коллекционных образцов и условий выращивания.

Ключевые слова: лен культурный, онтогенез, возрастной период, возрастное состояние, фаза и стадия развития.

### Введение

Онтогенез является последовательной реализацией наследственной программы развития организма в конкретных условиях внешней среды [20], в ходе которой происходят закономерные изменения организма. В соответствии с этими изменениями онтогенез растения подразделяют на этапы и периоды. У растений, размножающихся семенами, за основу выделения онтогенетических групп принято разграничение жизненного цикла на четыре периода: латентный (период первичного покоя), виргинильный (девственный) – от прорастания семян до начала размножения особи генеративным путем, генеративный, сенильный (старческий). Не включен эмбриональный период, но он не имеет значения для определения свойств фитоценопопуляций как структурных элементов фитоценозов [15].

В ходе онтогенеза растительного организма одновременно протекают возрастные и органообразовательные процессы. Определенное возрастное состояние растительного организма находит свое непосредственное отражение в формировании соответствующих возрасту организма тех или иных органов [8]. Известно, что каждый сорт культурных растений представляет собой целостную морфогенетическую структуру со своими особенностями роста, образования метамерных органов и формирования продуктивности на каждом этапе развития. Наблюдения за развитием льна показывают, что между развитием генеративных и вегетативных органов имеется тесная зависимость и этапы онтогенеза, установленные Ф.М. Куперман, выделяются и в развитии льна [14]. У льна культурного практически не изучена взаимосвязь возрастных состояний растения с фазами и стадиями развития.

Наши исследования имели своей целью выявить основные отличительные черты возрастных периодов онтогенеза льна в условиях Среднего Поволжья и установить их связь с фазами роста и развития.

### Объекты и методы исследования

Объектом изучения служили коллекционные образцы льна культурного (*Linum usitatissimum* L.) различного эколого-географического происхождения из Узбекистана, Армении, 2-х регионов Казахстана и 5 регионов России.

Исследования проводились на опытном участке, расположенном в зоне умеренно-континентального климата в течение пяти лет. Годовое количество осадков за периоды исследований составило 558...718 мм, сумма активных температур выше 10°C – 2208...2910°. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации варьировал

от 0,8 до 1,9. Один год был недостаточно увлажненный (ГТК = 0,8), два года – достаточно увлажненные (ГТК = 1,2; 1,1) и другие два – избыточно увлажненные (ГТК = 1,9; 1,4). Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднемощный среднегумусный на лессовидных суглинках. Наблюдения и учеты проводились согласно Методическим указаниям по изучению коллекции льна [12].

### Результаты и их обсуждения

На основании собственных наблюдений с учетом методических подходов, отраженных в научной литературе [7, 19] установлено прохождение растением льна в цикле вегетации латентного (период покоящихся семян), прегенеративного (развитие вегетативной сферы), генеративного (цветение и плодоношение) и постгенеративного (отмирание растений) возрастных периодов (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

**Взаимосвязь возрастных состояний льняного растения с фазами развития культуры в условиях лесостепи Поволжья**

Возрастной период	Возрастное состояние	Фаза (стадия) развития растений		
		название	продолжительность, сут.	
Латентный	Семя	Морфофизиологический покой семени	не менее 30 сут. до 5 лет и более	
Прегенеративный	Проросток	Прорастание семени	1-3	
		Всходы	5-7	
	Ювенильное	Елочка	6-8	
	Имматурное	Быстрый рост	14-25	
Виргинильное	10-13			
Генеративный	Раннее генеративное	Бутонизация	9-12	
	Зрелое генеративное	Цветение	6-14	
	Позднее генеративное	Созревание	Зеленая спелость	5-7
			Ранняя желтая спелость	4-8
			Желтая спелость	6-12
Полная спелость			10-15	
Постгенеративный	Субсенильное	Отмирание вегетативных органов	15-25	
	Сенильное	Отмирание надземной и подземной массы	10-20	

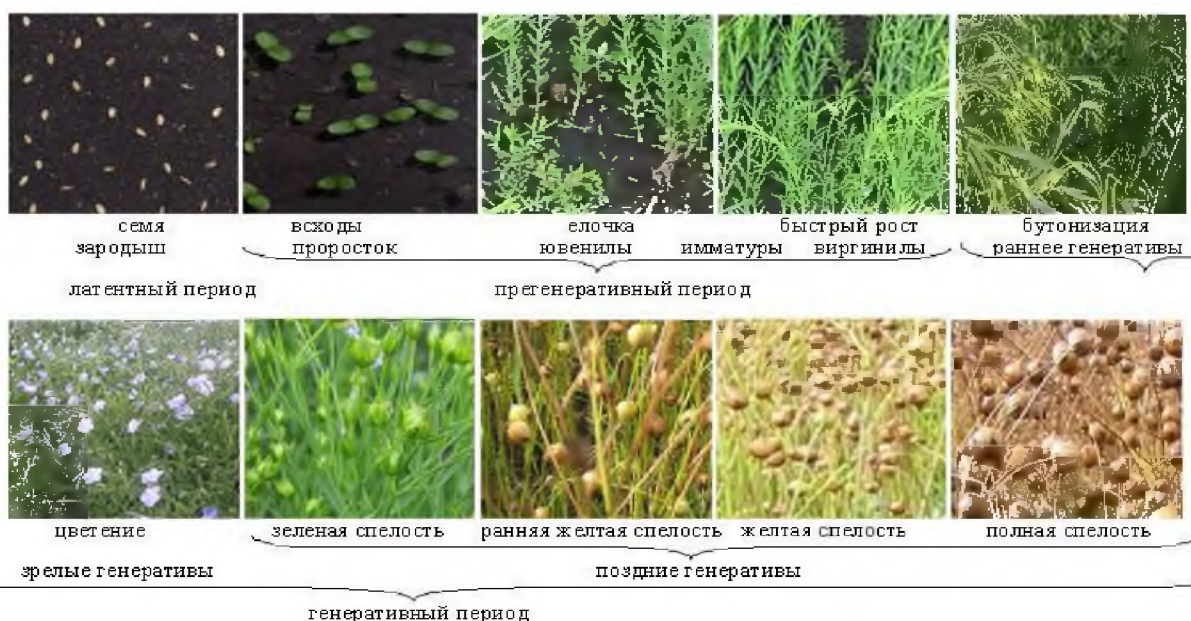


Рис. 1. Возрастные периоды, состояния и фазы развития льна в процессе онтогенеза



Латентный период у *Linum usitatissimum* L. связан с процессом дозревания семян, который продолжается не менее 30 суток, и последующим длительным физиологическим покоем. Его продолжительность составляет 5 лет и более. Масса 1000 семян у изученных образцов составила 4,21...7,04 г. Она зависит от сорта и условий выращивания, может колебаться от 2,7 до 13 г [16]. Семя плоское, длиной 3,4-4,2 мм, шириной 1,8-2,4 мм, толщиной 0,5-1,1 мм, яйцевидной формы с хорошо развитым и слегка загнутым носиком, гладкое, блестящее, скользкое. Окраска семян льна была светло-желтая, желтая, светло-коричневая, коричневая. Она может быть также черноватобурой, бурой, буро-желтой [6, 11].

Льняное семя состоит из трех основных частей: оболочки, эндосперма и зародыша. Характерное свойство оболочки семян льна – способность ослизняться при контакте с водой. В семенах льна слизи содержится до 12% [9, 10]. Под оболочкой семени расположен эндосперм – слой клеток, богатый белком и жиром, который обеспечивает питание зародыша во время его роста. Самую внутреннюю часть семени занимает зародыш, состоящий из короткого корешка, двух семядольных листочков и расположенной между ними небольшой почечки (конуса нарастания). В зрелом семени остатки эндосперма, и запасующие ткани зародыша лишены крахмала, они обильно заполнены алейроновыми зернами и жиром [4].

Прегенеративный период у льна культурного продолжается от 36 до 56 суток в зависимости от генотипа и условий года. Он включает четыре возрастных состояния: проросток, ювенильное, имматурное и виргинильное.

Возраст проростка совпадает с фазами прорастания семян и формирования всходов. Попавшее в почву семя при благоприятных условиях начинало прорастать через 1-3 дня после посева. Лен культурный относится к растениям с эпигеальным (надземным) типом прорастания, характеризующимся ростом первичного корешка и гипокотилия, который выносит семядоли на поверхность почвы. При хорошем увлажнении и среднесуточной температуре на глубине заделки 7-8°, как правило, через 2-5 дней семена образовывали зародышевый корешок, который, удлиняясь, внедрялся вглубь почвы. К моменту появления всходов длина корня достигала 6-8 см. Одновременно с этим вытягивалось подсемядольное колено стебля и вершиной своей поднималось к поверхности почвы. При нормальной глубине заделки обычно на 6-7 день после посева над поверхностью почвы появлялось сначала место изгиба подсемядольного колена (петелька). На следующий день семядоли разворачивались и расходились, занимая горизонтальное положение. С момента появления всходов семядольные листочки под влиянием света зеленели и начинали поглощать из воздуха углекислоту, необходимую для образования органического вещества растений.

Продолжительность периода «посев-всходы» колебалась в разные годы от 8 до 23 дней. Большое влияние на его продолжительность оказывали сроки посева и меняющиеся погодные условия разных лет исследования. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) в этот период варьировал от 0 до 6,15.

В ювенильное состояние растения переходят с появлением первой пары настоящих листьев, спустя 6-10 дней после появления всходов. Через каждые 1-2 дня у растений появлялась очередная пара настоящих листьев. К окончанию фазы елочки растения достигали высоты 8-10 см и имели по 5-6 пар относительно густорасположенных настоящих листьев. Для имматурного и виргинильного возрастных состояний характерно интенсивное новообразование вегетативных органов, ускорение роста главного побега. Эти возрастные состояния совпадают с фазой быстрого роста. Имматурное состояние наступало с появлением точки слома, началом удлинения нижних междоузлий, образованием шестой пары листьев и увеличением их размеров. Виргинильное состояние характеризовалось ростом в длину вегетативных органов. Увеличение высоты стебля происходило за счет удлинения средних междоузлий. Формирующиеся в этот период листья отличались от образовавшихся на более раннем этапе увеличением длины листовых пластинок с 2,1 см у 12 листа до 2,9 у 29 листа. За период вегетации образовывалось от 70 до 120 листьев. Листья очередные, вверх стоящие, сизо-



вато-зеленые, линейно-ланцетные, на верхушке острые, у основания суженные, по краю цельные, с тремя жилками. Виргинильное состояние завершалось исчезновением точки слома.

Генеративный период у льна культурного продолжался от 40 до 68 суток, он объединяет раннее, зрелое и позднее генеративное состояние. Раннее генеративное возрастное состояние начинается с бутонизации и продолжается у коллекционных образцов льна в условиях лесостепи Поволжья в среднем 9-12 суток. С появлением первого бутона на вершине главного стебля начинали увеличиваться в длину боковые ветви соцветий первого и второго порядка на концах, которых также формировалось по одному бутону. Междоузлия, формирующиеся в это время, являлись самыми длинными на стебле. Наоборот, листья, заканчивающие рост в фазу бутонизации, немного короче средних листьев на стебле. Нижние листья начинали желтеть. В зрелом генеративном состоянии происходит цветение, опыление, плодообразование и завязывание семян. Через 9-12 дней после появления бутонов в том же порядке, в зависимости от генотипических особенностей, начиналось цветение, т.е. на 45-60-й день после появления всходов.

Цветки льна культурного обоеполые, расположены в рыхлом метельчатом соцветии или зонтиковидной кисти. цветоножки длиннее чашечки, прямостоячие. Чашечка состоит из пяти свободных чашелистиков, травянистых, яйцевидных или яйцевидно-ланцетных, с острым килем и 3 жилками на верхушке, по краям рассеяно-короткореснитчатые, 5-6 мм длины, 2-4 мм ширины. Венчик пятилепестковый. Лепестки изучаемых коллекционных образцов были белые, голубые, синие, фиолетовые, гладкие или гофрированные, 12-15 мм длины, 6-8 мм ширины, клиновидно-обратнояйцевидные, на верхушке притупленные, цельнокрайные, иногда слегка городчатые. Тычинок пять, у всех цветков почти одинаковой длины (гомостильные цветки), тычиночные нити, как правило, белые, в верхней части темно-синие. Пестик состоит из пятигнездной завязи с пятью свободными столбиками и продолговато-линейными рыльцами [1].

Раскрывшиеся рано утром (в 5-6 часов) лепестки к полудню начинали увядать, а к вечеру опадали. Начало опадения возможно и в 9-10 часов дня (в случае сухой и жаркой погоды). Так как на растении много цветков и зацветали они неодновременно, продолжительность цветения составила 15-25 дней. На интенсивность цветения большое влияние оказывали условия внешней среды. Например, при широкорядном способе посева – начиналось раньше, а при узкорядном способе посева цветение обычно заканчивалось раньше, чем при рядовом и широкорядном. Более дружно лен цвел при посеве в наиболее благоприятные сроки. По литературным данным [3], оптимальная температура для прохождения фазы цветения составляет 20-22°C. Повышение температуры в этот период ускоряло развитие и заметно укорачивало вегетационный период. Хотя лен по способу опыления считается самоопылителем, мы неоднократно наблюдали случаи перекрестного опыления при совместном выращивании форм, различающихся морфологически.

Сухая жаркая погода в период цветения способствовала более дружному прохождению этой фазы. Однако для льна нежелательно как очень дружное, так и очень затяжное цветение. При коротком периоде цветения образовывались более короткие соцветия с меньшим числом коробочек, а это отрицательно влияло на урожай семян. Очень продолжительное цветение затягивало созревание, что создавало трудности в уборке и увеличивало потери урожая. С началом цветения формирование вегетативных органов заканчивалось, рост главного стебля в высоту прекращался. Общий габитус растений увеличивался за счет боковых ветвей соцветий. В фазу цветения отмирало до 10 пар листьев. Цветение и формирование коробочек протекало весьма неравномерно. Больше всего цветков появлялось в первую декаду после начала цветения. В это же время происходило оплодотворение цветков, а также разрастание завязей, т.е. происходили процессы плодообразования и начала формирования семян.

Позднее генеративное возрастное состояние совпадало с фазой созревания семян и продолжалось в условиях лесостепи Поволжья от 25 до 42 суток. Созревание характеризуется завершением формирования семян и быстрым одревеснением тканей стебля [2, 5, 13,



17]. В этой фазе различают спелости коробочек льна: зеленую, раннюю желтую, желтую и полную. Во время зеленой спелости плодов происходит налив семян, и они достигают молочной спелости. На стадии ранней желтой спелости коробочек льна (хозяйственная спелость для сортов долгунца) семена находятся в молочно-восковой спелости, а к наступлению желтой спелости коробочек (хозяйственная, уборочная спелость для масличных льнов) семена достигают нормальной величины и приобретают свойственную сорту окраску (но еще мягкие, в восковидном состоянии – стадия восковой спелости). К моменту наступления полной (биологической) спелости созревают (буреют) коробочки всех боковых соцветий и семена становятся твердыми.

Плод – пятигнезная коробочка, округлая, с заостренным носиком, от мелкого (6 x 5 мм) до крупного размера (11 x 8,5 мм). Каждое гнездо тоже разделено неполной перегородкой пополам. В каждой половинке гнезда при нормальных условиях находится по одному семени, а всего в коробочке 10 семян, но часто бывает и меньше. Края неполных перегородок голые или с ресничками. Коробочки при созревании оставались закрытыми.

Продолжительность вегетационного периода у льна в наших опытах зависела, в основном, от генотипических особенностей и условий года (рис. 2). Она колебалась в среднем в пределах от 85 до 93 суток, а при жаркой погоде и недостатке влаги в почве сокращалась до 73 суток. При холодной и влажной погоде продолжительность вегетационного периода удлинялась иногда до 107 суток. Некоторое влияние оказывали сроки посева: вегетационный период у растений позднего срока посева был короче, чем у раннего. Следовательно, продолжительность фаз также зависела от условий выращивания и генотипа.

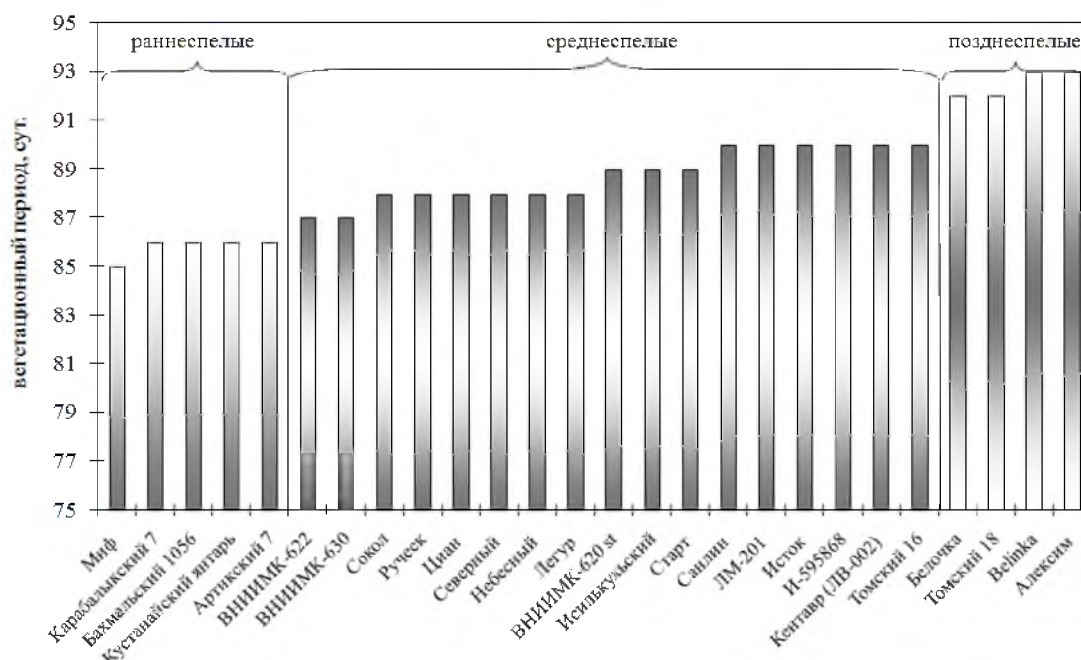


Рис. 2. Продолжительность вегетационного периода коллекционных образцов льна

Посгенеративный период длился 25-45 суток. У субсенильных растений льна генеративная функция полностью прекращалась (происходило усыхание листьев, засыхание коробочек). Начали активно проявляться процессы отмирания надземной массы, в результате чего наступало сенильное состояние. В это время происходило опадение коробочек и их частичное растрескивание, влажность семян достигала 6-12%.

### Заключение

Таким образом, результаты наших исследований позволили выявить отличительные черты возрастных состояний, заключающиеся в формировании вегетативных



и репродуктивных органов, а также определить продолжительность и взаимосвязь возрастных периодов и состояний, фаз и стадий развития *Linum usitatissimum* L. Это имеет важное значение для регуляции роста и развития растений, особенно при интродукции.

### Список литературы

1. Ботанический атлас / под ред. Б.К. Шишкина. – М., 1963. – 504 с.
2. Буряков Ю.П. Основные приемы возделывания льна масличного в Кустанайской области. Дисс.... канд. с.-х. наук – Краснодар, 1962. – 157 с.
3. Буряков Ю.П., Ивановский В.К, Осипов П.Ф. Масличный лен. – М.: Россельхозиздат. – 1971. – 110 с.
4. Ильина А.И. Особенности процесса формирования семени масличного льна / Сб. раб. по биологии развития и физиологии льна. – М.: Сельхозгиз. – 1954. – С. 147-164.
5. Коломникова Г.Д. Рост, развитие и продуктивность льна масличного при двустороннем использовании в зависимости от метеорологических условий, предшественников и минеральных удобрений в Южной лесостепи Омской области: Автореф. дис...канд. с.-х. наук: 05.01.79. – Омск, 1978. – 25 с.
6. Кошкин Е.И., Гатаулина Г.Г., Дьяков Г.Г. и др. Частная физиология полевых культур.– М.: КолосС, 2005 – 344 с.
7. Куперман Ф.М. Морфология растений. Морфологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений. – М.: Высшая школа, 1977. – 288 с.
8. Куперман Ф.М. Морфология растений. – М.: Высшая школа, 1984. – 240 с.
9. Лекарственные растения СССР. – М.: «Планета», 1988. – С. 40-41.
10. Лекарственные растения средней полосы Европейской части России. – М.: «Планета», 1992. – С. 59-60.
11. Льноводство / Отв. ред. Рогаш А.Р. – М.: Колос. – 1967. – 583 с.
12. Методические указания: Изучение коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.): / Сост.: С.Н. Кутузова, Г.Г. Питько. – Л., 1988. – 29 с.
13. Минкевич И.А. Лен масличный. – М.: Гос. изд-во с.-х. литературы. – 1957. – 179 с.
14. Заплатин П.И., Малова А.Н., Мельникова М.Ф., Чистикина Ф.И. Морфологическое изучение развития льна в условиях Тюменской области / Биология и химия на службе сельского хозяйства. – 1968. – Сб. 37, вып. 4. – С.12-25.
15. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 352 с.
16. Руководство по селекции и семеноводству масличных культур / Под общей ред. акад. В.С. Пустовойта. – М.: Колос. – 1967. – 351 с.
17. Северов В.И., Калашников К.Г. Лен масличный в Тульской области / Технические культуры. – 1992. – № 4-5-6. – С. 25-27.
18. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Мировой агроклиматический справочник. – Л. – М., 1937. – С. 5-26.
19. Старостенкова М.М, Гуленкова М.А., Шафранова Л.М. и др. Учебно-полевая практика по ботанике: Учеб. пособие для биол. спец. вузов /– М.: Высш. шк., 1990. – 191 с.
20. Чайлахян М.Х., Бутенко Р.Г., Кулаева О.Н. и др. Терминология роста и развития высших растений. – М.: Наука, 1982. – 93 с.

## AGE CHANGES OF COMMON FLAX PLANTS IN ONTOGENY

**T.M. Fadeeva<sup>1)</sup>**

**E.F.Semenova<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>*The Penza Institute of education development, 40, Popova st., Penza, 440046*

*e-mail: koko@sura.ru*

<sup>2)</sup>*The Penza State University, 40, Krasnaya st, Penza, 440026*

*e-mail: sef1957@mail.ru*

The distinctive features of common flax age states in the Medial Volga region are revealed. The duration and the interrelation of age periods and states, phases and stages of development depending on genotype features of collection samples and cultivation conditions are defined.

Keywords: common flax, ontogeny, age period, age condition, phase and stage of development.