

О. А. Лебедева

### Особенности фенологического развития *Batrachium kaufmannii* (Ranunculaceae) в малых реках Ярославской области

Установлены сроки наступления основных фенологических фаз *Batrachium kaufmannii* в реках Ярославской области. Построен фенологический спектр изучаемого вида. Исследованы изменения биоморфологических показателей в течение вегетационного сезона.

**Ключевые слова:** *Batrachium kaufmannii*, морфология, сезонное развитие.

O. A. Lebedeva

### Features of Phenological Development of *Batrachium Kaufmannii* (Ranunculaceae) in the Rivers of the Yaroslavl Region

Target dates of approaching of the basic phenological phases of *Batrachium kaufmannii* in the rivers of the Yaroslavl region were determined. The phenological spectrum of a studied kind is constructed. Changes of biomorphological indicators during a vegetative season are investigated.

**Keywords:** *Batrachium kaufmannii*, morphology, seasonal development.

Среди многочисленных видов водных растений, активно распространяющихся в водотоках Ярославской области, шелковники занимают особое место в силу их высокой адаптивной пластичности. Обладая способностью к существованию в разных средах обитания (водной и наземной) в связи с динамикой уровня воды, а также развитым вегетативным размножением, растения быстро занимают новые местообитания, внедряются в искусственные водоемы, приспосабливаясь к другим условиям. Разрастаясь, заросли шелковника способны изолировать отдельные участки реки, снижая интенсивность водообмена, что постепенно приводит к их заболачиванию.

Шелковник Кауфмана (*Batrachium kaufmannii*) – полностью погруженный вегетативный малолетник, предпочитает глубины от 40 до 70 см, составляющие средний предел распространения макрофитной растительности в области (гидрофит), является холодостойким растением (микротермит), светолюбив (гелиофит). Встречается в реках, ручьях, в сравнительно быстро текущих водах (реофит), на перекатах с каменистыми грунтами, в виде куртин и различных по площади зарослей [6].

В литературных источниках [1, 5] сведения о сезонном развитии шелковника Кауфмана очень

кратки и не освещают даже половины фенологических фаз.

В связи с этим целью исследования явилось изучение фенологии *B. kaufmannii* с учетом влияния различных абиотических факторов на сезонную ритмику растения в водотоках, находящихся под влиянием гидрологического режима Рыбинского водохранилища.

#### Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили фенологические наблюдения за ходом наступления основных фаз развития *B. kaufmannii* в течение сезонов вегетации 2009–2010 гг. в бассейне р. Ильдь, являющейся притоком второго порядка Рыбинского водохранилища (Ярославская область). Как и другие реки области, р. Ильдь по водному режиму относится к восточно-европейскому типу, который характеризуется ярко выраженным весенним половодьем, летне-осенней низкой меженью, прерываемой иногда паводками, и зимней меженью [11].

Стационарные исследования проводили на 2 станциях, расположенных по продольному профилю реки в зоне подпора, представляющие собой проточные участки с глубинами от 35 см (зона прибрежья) до 70 см (стрелневая зона). В

процессе наблюдения за растениями отмечали даты наступления и окончания основных фенологических фаз. Растения для анализа отбирали подекадно в течение сезонов вегетации, одновременно отмечали глубину произрастания и придонную температуру. В лабораторных условиях у растений определяли основные морфометрические параметры вегетативной и генеративной сфер.

Методика обработки и проведение морфологического анализа описаны нами ранее [6]. Обработка данных проводилась с помощью пакета анализа данных MS Excel 2009. Характер суточного цветения изучали по методике А. Н. Пономарева [8], фенологические наблюдения проводили по методике И. Н. Бейдеман [2].

### Результаты исследований

Фенологические фазы, согласно Р. Е. Левиной [7], представляют собой этапы индивидуального развития растений, фиксируемые по морфологическим признакам. От сроков наступления фаз, продолжительности вегетации и других важных биологических особенностей растений (рост, ветвление и др.) зависит их зимостойкость и наличие генеративной фазы. Причем, как считает ряд отечественных и зарубежных исследователей [4, 5], важным критерием развития растений в природных условиях является соответствие ритма биологического развития ритму сезонных явлений района произрастания.

Установлено, что для шелковника Кауфмана в водотоках Ярославской области характерно раннее начало вегетации. Весеннее отрастание для растений второго года жизни в бассейне р. Ильдь приходится на начало мая, что совпадает с переходом суточных температур через 5°C и окончанием половодья. Самое раннее начало вегетации отмечено 27.04.10 г., самое позднее – 14.05.09 г.

Если сравнить метеорологические условия этих лет, то среднемесячная температура в первой декаде мая 2010 г. была на 7–10°C выше, чем в 2009 г. (табл. 1).

Активация пазушных почек у перезимовавших побегов *V. kaufmannii* приводит к формированию одноосных, вегетативных, ассимилирующих побегов второго года жизни, которые, итеративно нарастая, успевают пройти за вегетационный сезон все фазы развития.

В отличие от изученных ранее видов [6] шелковник Кауфмана в водотоках Ярославской области формирует не прямостоячую (ортотроп-

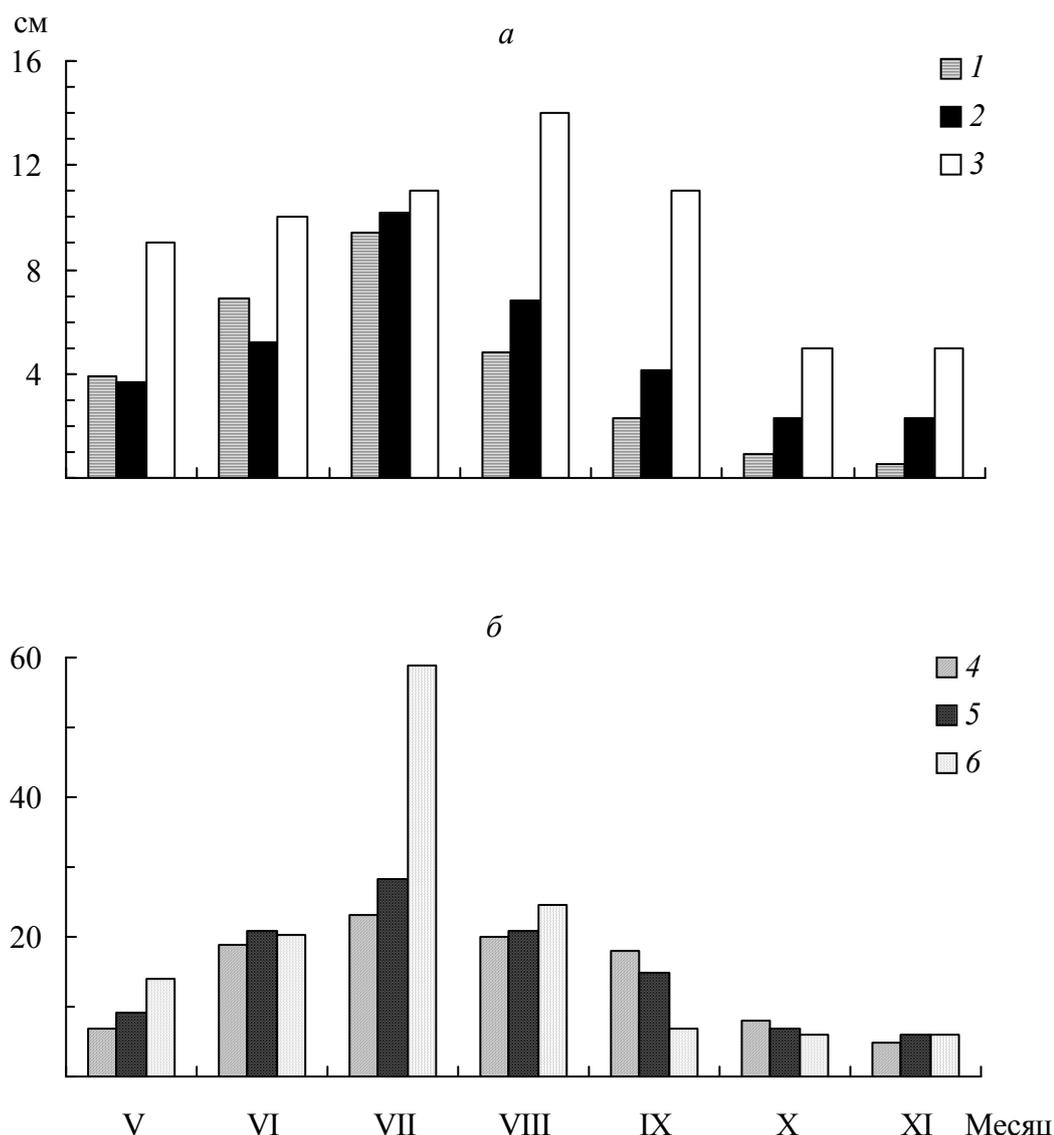
ную), а стелющуюся (плагиотропную) биоморфу. Полегание сопровождается придаточным укоренением по всей длине побега и ярко выраженной анизоризией. Большинство корней детерминированные и способны скручиваться в спираль, что позволяет им (выполняя роль амортизатора) лучше фиксировать растение на перекасте.

Переход в генеративный период жизни у растений, по мнению Т. А. Работнова [9], зависит от многих экологических факторов (температурный и световой режимы, минеральное питание и т. д.). Образование генеративных структур (заложение и развитие цветочных почек) у шелковника Кауфмана связано с повышением температуры воды в среднем до 17,5°C.

После закладки репродуктивных почек моноподиальное нарастание сменяется симподиальным, и уже в конце мая каждая особь формирует сложную побеговую систему. В этой фазе у шелковника начинается процесс морфологической дезинтеграции (термин: Ценопопуляции, 1976 [10]), присущей большинству водных растений. МД у *V. kaufmannii* приводит не только к клональному возобновлению неспециализированными диаспорами, но и, снижая интенсивность физиологических процессов, не дает вытягиваться междоузлиям, тем самым позволяя растению существовать в особых условиях высокой проточности.

При снижении уровня воды в водотоках шелковник (как и другие реофиты) стремится использовать создавшиеся благоприятные условия для цветения. Следуя методике А. Н. Пономарева [8], фенологическое начало цветения определяется по зацветанию первого цветка, а окончание – по отцветанию последнего, однако у растений с растянутым периодом цветения установление окончания данного процесса представляет значительные трудности.

Примером такого вида служит *V. kaufmannii*, у которого из-за неограниченного роста соцветия на одной особи можно обнаружить бутоны, цветки и плоды разной степени зрелости. Массовое цветение у шелковника Кауфмана обычно начинается в первой декаде июня и продолжается до конца месяца. В этом периоде интенсивность увеличения морфометрических показателей приостанавливается, что обусловлено сменой фазы роста растения фазой цветения. Большинство морфологических показателей достигают своих предельных значений (рис. 1).



**Рис. 1.** Изменения средних за вегетационный период основных морфометрических показателей *V. kaufmannii* в водотоках Ярославской области. (а) – длина: 1 – междоузлия, 2 – листовой пластинки, 3 – придаточного корня, (б) – количество. Порядок остальных обозначений, как на рис. (а)

Для растений характерен дневной ритм раскрытия цветков, а интенсивность цветения зависит от количества солнечных дней. Фаза цветения в районе исследований совпадает с дальнейшим увеличением придонной температуры, устойчивым понижением уровня воды в реке (летняя межень) и, как следствие, значительным снижением проточности.

Период цветения у шелковника Кауфмана в 2009 г. пришелся на пасмурную и дождливую погоду, в результате чего его продолжительность составила от 20 до 25 суток, тогда как в 2010 г. с жарким и засушливым летом – всего 10 суток.

Во второй декаде июня растение вступает в фазу плодоношения и диссеминации. Одной из особенностей шелковника Кауфмана в водотоках области является неустойчивая семенная продуктивность, формирование большого количества орешков с одними покровами (без эндосперма и зародыша), а также редко встречающиеся всходы. Вероятно, особые условия произрастания шелковника Кауфмана (перекаты), создают определенные сложности с опылением, а также вынуждают растение тратить большие энергетические ресурсы на поддержание вегетативной сфе-

ры, вследствие чего падает семенная продуктивность.

Календарные сроки наступления фазы плодоношения у *V. kaufmannii* в большинстве случаев приходятся на 20 июня, а окончание может растянуться до середины августа.

С конца августа до начала сентября в реке наблюдается постепенное понижение придонной температуры до 7°C. Похолодание и ночные заморозки почти не отражаются на габитусе растений, а морфологические перестройки побега осенней формы шелковника касаются лишь формирования укороченных междоузлий верхушек вегетативных побегов.

Необходимо отметить, что у *V. kaufmannii* к этому времени (в отличие от *V. circinatum* и *V. trichophyllum*) не наблюдается полная МД и только незначительная часть побеговой системы распадается на фрагменты. Единственным свидетельством о переходе растения от активного состояния к покою является уменьшение емкости пазушных почек.

Признаки подготовки шелковника Кауфмана к зиме становятся более заметными лишь в конце

октября, когда постепенное преобладание деструктивных процессов приводит к потере большей части надземной сферы растения. Для зимующего побега *V. kaufmannii* характерно формирование сближенных до 0,5–0,9 см междоузлий, 7–9 листьев, имеющих длину от 1,5 до 2,3 см и появление контрактивных корней, втягивающих базальную часть побега в каменистый грунт. В таком состоянии растение вступает в фазу относительного (ростового) покоя и минимальных морфометрических показателей (рис. 1).

### Обсуждение результатов

Продолжительность периода от начала вегетации до массового созревания семян у *V. kaufmannii* в водотоках Ярославской области составляет около 65–70 суток, что вполне вписывается в вегетационный период Центральных районов Нечерноземной зоны [12]. Сроки наступления основных фенологических фаз могут варьироваться, их амплитуды по итогам наблюдений могут достигать от 7 до 25 суток (табл. 1).

Таблица 1

Фазы развития *V. kaufmannii* в водотоках Ярославской области (2009–2010 гг.)

Фенологическая фаза	Дата		Амплитуда, количество дней
	min	max	
Начало вегетации	27.04.2010	14.05.2009	18
Начало ветвления	20.05.2010	27.05.2009	7
Начало бутонизации	29.05.2010	10.06.2009	11
Начало цветения			
Созревание семян	10.06.2010	19.06.2009	10
Окончание вегетации	20.06.2010	14.07.2009	25
	10.10.2009	20.10.2010	-

Весеннее развитие шелковника, выраженное в увеличении длины междоузлий, определяется наступлением положительных температур и окончанием весеннего половодья. Максимум морфологических показателей (изменения которых в течение вегетационного сезона идут по одновершинной кривой) наблюдается в середине июля, совпадая с продолжительной летней меженью и температурой воды  $\geq 20^\circ\text{C}$ . Жаркие, солнечные дни сокращают период цветения (2010 г.), а длительные осадки при пониженной температуре (в том числе туманы) увеличивают (2009 г.). Реальная семенная продуктивность также определяется метеорологическими условиями в этом периоде. Поскольку вид является

энтомофильным, то ненастье, препятствуя опылению, может снижать ее в несколько раз.

Прогрев воды  $\geq 25^\circ\text{C}$  при низком ее уровне, приводит к выпадению фаз цветения, отмиранию надземной сферы шелковника и нарушению структуры сообщества. Охлаждение дна р. Ильдь, как показали промеры придонных температур, начинается в августе. Первоначально идет равномерное понижение температуры воды по всем станциям, затем, в стрежневой части реки придонная температура воды оказывается на 1–2°C выше, чем на мелководье. Это обстоятельство, вместе с высокой проточностью и большим содержанием кислорода, позволяет шелковнику

продолжать вегетацию на глубоководных станциях до наступления заморозков.

По характеру фенологического развития в годичном цикле *V. kaufmanii* следует отнести к весенне-летне-осеннезеленому типу [3] с зимним периодом относительного (ростового) покоя. Фенологические фазы растянуты и могут сдвигаться в разные годы в зависимости от климатических условий и уровня режима водоема. В водотоках Ярославской области у *V. kaufmanii* существует вероятность выпадения фазы созревания семян, поэтому данный вид размножается преимущественно вегетативным путем.

#### Библиографический список

1. Барыкина, Р. П. Особенности структуры развития водных лютиков [Текст] / Р. П. Барыкина. – Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1988. – Т. 93, Вып. 2. – С. 134–144.
2. Бейдеман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ [Текст] / И. Н. Бейдеман. – Новосибирск : Наука. 1974. – 156 с.
3. Борисова, И. В. Сезонная динамика растительного сообщества. [Текст] / И. В. Борисова. Полевая геоботаника. – Л. : Наука, 1972. – Т. 4. – С. 5–94.
4. Ворошилов, В. Н. Ритм развития у растений. [Текст] / В. Н. Ворошилов. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – 135 с.
5. Дубына, Д. В. Макрофиты – индикаторы изменения природной среды [Текст] / Д. В. Дубына. – Киев : Наук. думка, 1993. – 428 с.
6. Лебедева, О. А., Лапиров, А. Г. Ритм сезонного развития и морфологическая поливариантность *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach на Рыбинском водохранилище [Текст] / О. А. Лебедева, А. Г. Лапиров // Биология внутр. вод. – 2009. – №3. – С. 36–40.
7. Левина, Р. Е. Репродуктивная биология семенных растений. Обзор проблемы [Текст] / Р. Е. Левина. – М. : Наука, 1981. – 96 с.
8. Пономарев, А. Н. Цветение и опыление злаков [Текст] // А. Н. Пономарев // Учен. записки Перм. унта. – 1964. – Т. 39, № 5. – С. 706–720.
9. Работнов, Е. А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии [Текст] // Е. А. Работнов. Проблемы ботаники. – М. ; Л. – 1950. Вып.1. – С. 465–483.
10. Смирнова, О. В., Заугольнова, Л. Б., Торопова, Н. А. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений различных биоморф [Текст] / О. В. Смирнова, Л. Б. Заугольнова, Н. А. Торопова // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М. : 1976. – С. 14–43.
11. Экосистема малой реки в измененных условиях среды [Текст]. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 372 с.
12. Физико-географическое районирование Нечерноземного центра [Текст]. – М. : Изд-во МГУ, 1963. – 184 с.