

С. Э. Латышев

*Витебский государственный университет имени П. М. Машерова, Витебск, Беларусь,
e-mail: slatyshev86@gmail.com***СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ *PHRAGMITES AUSTRALIS* (CAV.) TRIN EX STEUD. В ОЗЕРАХ БУДОВЕСТЬ И ЛЕСКОВИЧИ (БЕЛОРУССКОЕ ПООЗЕРЬЕ)**

Аннотация. Приводятся результаты изменения морфометрических, количественных и весовых показателей *Phragmites australis* в течение двух вегетационных периодов в двух разных водоемах. Для обоих озер была установлена почти одинаковая динамика изменения проанализированных параметров *Phragmites australis* в течение вегетационного периода на протяжении двух лет. Для каждого водоема в 2020 и 2021 гг. было выявлено наличие двух пиков значений фитомассы, массы и длины побегов (первая – третья декады июля и конец августа – начало сентября). Были установлены более высокие величины показателей фитомассы укосов, массы и числа побегов *Phragmites australis*, а также достоверное отличие проанализированных характеристик побегов, произрастающих на глубине 0,5 м, от значений, характерных для глубины 0,1 м. При анализе взаимосвязей показателей объекта исследования были получены достоверно высокие показатели корреляции фитомассы укоса с массой и числом побегов, а для прироста фитомассы – высокая корреляционная связь с показателями прироста массы и длины побега. Была установлена достоверная высокая корреляция прироста фитомассы со среднемесячными температурами.

Ключевые слова: *Phragmites australis*, Белорусское Поозерье, сезонная динамика, укосы, фитомасса

S. E. Latyshau

*Vitebsk State University named after P. M. Masherov, Vitebsk, Belarus, e-mail: slatyshev86@gmail.com***SEASONAL DYNAMICS OF *PHRAGMITES AUSTRALIS* (CAV.) TRIN EX STEUD. DEVELOPMENT IN BUDOVEST' AND LESKOVICHI LAKES (BELARUSIAN LAKELAND)**

Annotation. This study presents the results of morphometric, quantitative, and weight parameters changes of *Phragmites australis* during two vegetation seasons in two different lakes are presented. The two lakes exhibited nearly identical dynamics in the changes of the analyzed parameters of *Phragmites australis* during the growing season over the two-year period. In both 2020 and 2021, the presence of two peaks in the values of phytomass, mass and length of shoots were identified in each reservoir, occurring in the 1–3 decade of July and the end of August–beginning of September. A notable discrepancy and elevated values for the phytomass, the mass and number of shoots of *Phragmites australis* growing at a depth of 0.5 m were observed in comparison to the values recorded at a depth of 0.1 m. Upon examining the interrelationships between the indicators of the object of study, reliable high correlation indicators were obtained for the phytomass with the mass and number of shoots. Additionally, for the gain of phytomass, a high correlation was evident with the indicators of weight gain and gain of shoot length. Furthermore, a reliable high correlation was established between phytomass gain and average monthly temperatures.

Keywords: *Phragmites australis*, Belarusian Lakeland, seasonal dynamics, phytomass, plant cuttings

С. Э. Латышаў

*Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П. М. Машэрава, Віцебск, Беларусь, e-mail: slatyshev86@gmail.com***СЕЗОННАЯ ДЫНАМІКА РАЗВІЦЦЯ *PHRAGMITES AUSTRALIS* (CAV.) TRIN EX STEUD. У АЗЁРАХ БУДАВЕСЦЬ І ЛЕСКАВІЧЫ (БЕЛАРУСКАЕ ПААЗЕР'Е)**

Анатацыя. Прыводзяцца вынікі змены марфаметрычных, колькасных і вагавых паказчыкаў *Phragmites australis* на працягу двух вегетацыйных перыядаў у двух розных вадаёмах. Для абодвух азёр была ўстаноўлена амаль аднолькавая дынаміка змены прааналізаваных параметраў *Phragmites australis* на працягу вегетацыйнага перыяду за два гады. Для кожнага вадаёма ў 2020 і 2021 гг. была выяўлена наяўнасць двух пікаў значэнняў фітамасы, масы і даўжыні парасткаў (першая – трэцяя дэкада ліпеня і канец жніўня – пачатак верасня). Былі ўстаноўлены больш высокія велічыні паказчыкаў фітамасы ўкосаў, масы і колькасці раслін *Phragmites australis*, а таксама дакладнае адрозненне параметраў парасткаў, якія растуць на глыбіні 0,5 м, ад паказчыкаў, характэрных для глыбіні 0,1 м. Пры аналізе ўзаемасувязяў паказчыкаў аб'екта даследавання былі атрыманы дакладныя высокія паказчыкі карэляцыі фітамасы ўкосы з масай і колькасцю раслін, а для прыросту фітамасы – высокая карэляцыйная сувязь з паказчыкамі прыросту масы і даўжыні раслін. Таксама была ўстаноўлена дакладная высокая карэляцыйная сувязь прыросту фітамасы з сярэднямесячнымі тэмпературамі.

Ключавыя словы: *Phragmites australis*, Беларускае Паазер'е, сезонная дынаміка, укосы, фітамаса

Введение. *Phragmites australis* (Cav.) Trin Ex Steud. является широко распространенным представителем водной растительности, формирует растительный покров водоемов, образует монодоминантные фитоценозы и входит в состав других растительных сообществ [1, 2]. Данный вид выступает в качестве доминирующего представителя более чем в 160 водоемах Беларуси [3]. На долю тростника обыкновен-

ного и его ассоциаций приходится значительная часть от общей продукции водных растений в водоемах [4, 5]. В качестве компонента естественных экосистем *Phragmites australis* играет важнейшую роль в водоемах: формирует условия существования для гидробионтов, участвует в образовании первичной продукции и кислорода, влияет на доступность и круговорот веществ [6, 7].

Человеком используется в различных отраслях: в качестве источника пищевого и лекарственного сырья, для получения кормовой продукции, производства топливных пеллет, укрепления берегов и фитомелиорации [7, 8]. В связи с широкой распространенностью и значительной ролью как в природе, так и для человека актуальным является вопрос изучения особенностей роста, развития и изменения различных параметров тростника обыкновенного в течение вегетационного периода. Подобные исследования проводились ранее и нами, и другими авторами [9–13], однако данную работу выделяет попытка установления статистических взаимосвязей различных показателей тростника обыкновенного между собой и с климатическими факторами в течение вегетационного периода на протяжении двух лет в двух разных озерах.

Материалы и методы. Для изучения особенностей сезонной динамики *Phragmites australis* были проведены наблюдения в 2020–2021 гг. по общепринятым методикам [14]. Исследования осуществлялись на территории одних и тех же локалитетов в озерах Лесковичи и Будовесть. Данные водоемы расположены в Шумилинском р-не Витебской обл. [15]. Водоемы имеют котловины ложбинного типа. Площадь озера Лесковичи 0,72 км², протяженность береговой линии 8,2 км, максимальная глубина 30,7 м. Площадь озера Будовесть 3,14 км², протяженность береговой линии 13,4 км, максимальная глубина 10,3 м [15]. За период проведения наблюдений прозрачность воды по диску Секки в первом объекте варьировала от 1,6 до 3,3 м, а во втором составляла 2,6 м. В соответствии с показателями прозрачности по индексу Карлсона озеро Лесковичи можно отнести к эвтрофно-мезотрофному типу, а озеро Будовесть – к мезотрофному [16]. Фиксация показателей по длине побегов и массе укосов проводилась с июня по середину октября. Отбор проб осуществлялся в среднем не реже одного раза в две недели. Каждый раз отбиралось по три укоса на площади 1 м² с глубины 0,1, 0,3 и 0,5 м, подсчитывалось число экземпляров. Всего за два года было отобрано 120 укосов. Для каждого укоса измерялась длина 4 экземпляров (2 самых коротких и 2 самых длинных) для оценки среднего размера, диапазона значений и наличия образующихся новых побегов. При проведении статистической обработки результатов, полученные величины подвергались проверке на нормальность распределения ($p < 0,05$ по критерию Шапиро–Уилка). В зависимости от типа распределения данных и гомогенности дисперсии по критерию Левене ($p > 0,05$) нами применялись методы как параметрической статистики (критерий Стьюдента для сравнения двух независимых выборок, one-way ANOVA при сравнении более двух выборок), так и непараметрические методы (критерий Манна–Уитни для сравнения двух выборок, коэффициент Спирмена для установления корреляционных взаимосвязей, тест Крускала–Уолиса при проведении однофакторного дисперсионного анализа) [17–20].

Результаты и их обсуждение. За время проведения наблюдений колебания фитомассы укосов находились в диапазоне от 155 до 985 г/м² для озера Будовесть и от 120 до 885 г/м² для озера Лесковичи. Масса одного побега варьировала от 6,8 до 31,7 г/экз. и от 12,7 до 45,9 г/экз. для озер Будовесть и Лесковичи соответственно. Число побегов тростника обыкновенного в озере Будовесть находилось в пределах 8–42 на 1 м², а длина растений – в диапазоне 56–260 см. Для озера Лесковичи эти показатели соответственно составляли 9–27 экземпляров на 1 м² и 70–292 см. Минимальные значения фитомассы укосов и массы экземпляров соответствовали глубине 0,1 м, а максимальные – глубине 0,5 м. Минимальные и максимальные показатели длины побегов и их количества на квадратный метр с глубиной не связаны.

Для каждого водоема было произведено попарное сравнение всех характеристик за 2020 и 2021 гг. В зависимости от типа распределения по критерию Шапиро–Уилка ($p > 0,05$) использовались методы параметрической (критерий Стьюдента) или непараметрической статистики (критерий Манна–Уитни). Было установлено, что для озера Будовесть выборки за 2020 г. статистически достоверно неотличимы от данных за 2021 г. В свою очередь, для озера Лесковичи установлены достоверные различия между показателями массы укосов, массы экземпляра и длины побега за два периода наблюдений и выявлены более высокие значения в 2020 г. (табл. 1). Некоторыми авторами [12], высказывалось предположение о влиянии холодной зимы на снижение показателей продукции, более позднее начало вегетации и достижение максимума биомассы. Если сравнивать данные по температуре для Витебска как ближайшего к объектам исследования гидрометеорологического пункта мониторинга за периоды с января по апрель 2020 и 2021 гг., то это предположение кажется весьма справедливым для объяснения более низких параметров *Phragmites australis* в озере Лесковичи в 2021 г. Так, для 2020 г. среднемесячные значения температур в Витебске за указанный период составляют 1,1, 1, 3,6 и 6 °С, а для 2021 г. –4,5, –7,8, 0,4, 6,6 °С [21]. Озеро Будовесть находится на расстоянии менее 5 км от озера Лесковичи, и влияние

Таблица 1. Среднегодовые показатели тростника по глубине произрастания

Показатели	Озеро	Год	Глубина, м		
			0.1	0.3	0.5
Масса укоса, г/м ²	Будовесь	2020	293	387	595,5
		2021	285,6	467,2	586,7
	Лесковичи	2020	365,5	439,5	564,5
		2021	218,9	333,3	471,1
Масса экземпляра, г	Будовесь	2020	13,2	16	21
		2021	15,6	18,4	21,2
	Лесковичи	2020	23,9	28,9	30,1
		2021	21	25,1	29,9
Число экземпляров, шт.	Будовесь	2020	22,5	24,3	28,7
		2021	18,9	25,6	28
	Лесковичи	2020	14,8	15,4	18,5
		2021	10,3	13,3	16,2
Длина побега, см	Будовесь	2020	135,2	145	162
		2021	146,7	158,8	170,3
	Лесковичи	2020	185,6	188,5	199,1
		2021	172,4	174,9	186,4

более низких зимних температур в 2021 г. не вызвало достоверных отличий показателей *Phragmites australis* в этом водоеме по сравнению с 2020 г. Вероятно, кроме динамики среднемесячных температур на интенсивность роста, величину и сроки наступления максимальных значений биомассы оказывают влияние и другие факторы, выяснить которые еще предстоит.

Сравнивая показатели табл. 1 можно заметить, что для глубины 0,5 м в двух водоемах за разные годы характерны наиболее высокие значения всех характеристик. Для того чтобы проверить данную гипотезу, нами был проведен однофакторный дисперсионный анализ для установления зависимости различных показателей тростника обыкновенного от глубины произрастания. Результаты показали, что при анализе массы укоса, массы экземпляра, числа экземпляров, длины побега в каждом из озер при использовании выборки данных за 2020–2021 гг. достоверно между собой будут отличаться показатели всех значений на глубине 0,5 и 0,1 м, кроме длины побегов в озере Лесковичи. Было также установлено достоверное отличие массы укоса и экземпляра для всех глубин в озере Будовесь за 2020–2021 гг. и достоверное отличие значений на глубине 0,5 м от показателей для глубины 0,3 и 0,1 м для длины побегов в озере Будовесь и массы укоса в озере Лесковичи за 2020–2021 гг. Таким образом, в обследованных озерах было установлено, что с увеличением глубины увеличивается масса и укосов, и единичных экземпляров.

Для разных объектов и регионов приводятся различные сроки достижения максимальной биомассы тростником обыкновенным. В более ранних проведенных нами исследованиях максимальные показатели фитомассы наблюдались в конце августа [9]. В озере Нарочь в зависимости от климатических условий эти сроки могут приходиться на вторую половину июля или середину августа [12]. Для торфяных месторождений Тверской обл. [13] и переувлажненных торфяных почв Германии, Дании, Нидерландов [22] максимальные значения биомассы *Phragmites australis* отмечены в августе. По данным В. Г. Папченкова, для тростника обыкновенного «максимальная биомасса отмечается в начале июля и совпадает со временем появления метелок» [23, с. 137],

Как видно из рис. 1, для каждого из графиков характерно наличие двух пиков максимума фитомассы, которые приходятся в основном на первую половину июля (исключение Будовесь, 2020 г.) и вторую половину августа – начало сентября. Следует отметить, что наличие двух или нескольких подъемов показателей накопления биомассы в течение вегетационного периода отмечалось для представителей гидрофитов Верхнего Поволжья [2, 25]. До первого пика происходило увеличение значений биомассы укосов тростника, затем всегда отмечался спад разной степени выраженности, после чего наблюдались подъем и достижение максимальных показателей, соответствующих второму пику. По нашим наблюдениям, наиболее высокие показатели фитомассы приходились на период массового цветения тростника обыкновенного: процент цветущих побегов в укосах от общего числа варьировал от 40 % (озеро Лесковичи, 2021 г.) до 80 % (озеро Лесковичи, 2020 г.), появление метелок отмечено в конце июля – начале августа. За период 2020–2021 гг. для озер Будовесь и Лесковичи отмечено совпадение по времени трех

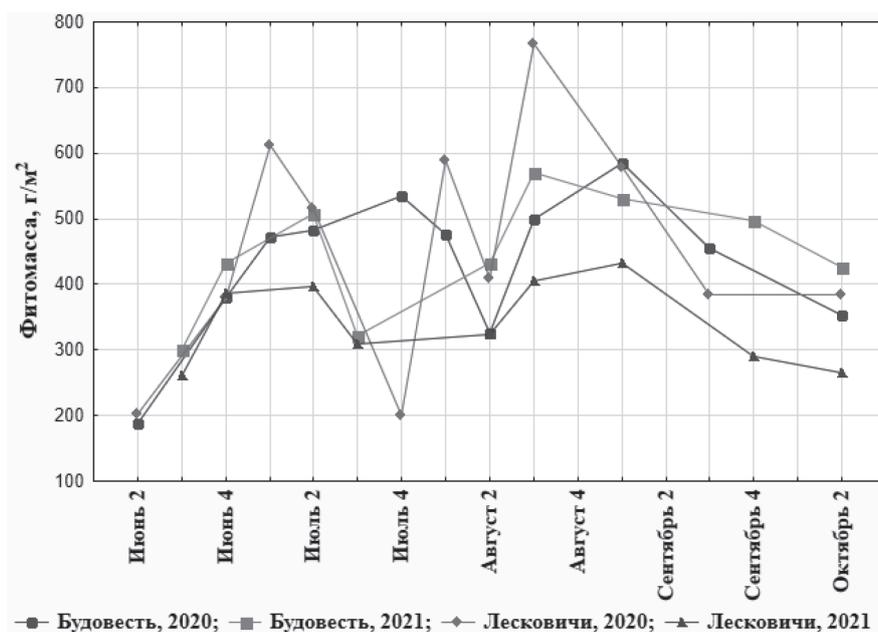


Рис. 1. Изменение величины укосов *Phragmites australis* в течение вегетационного периода (данные приводятся за вторую и четвертую недели каждого месяца)

из четырех пар пиков фитомассы, однако лишь одна пара в двух озерах синхронно наблюдается в течение одного года. Если анализировать данные по динамике фитомассы для каждого водоема в течение вегетационного периода в разные годы, то можно заметить, что для озера Будовесть наблюдались очень близкие по значениям показатели наибольших величин: 535 и 508,3 г/м² в июле – августе – сентябре в 2020 и 2021 гг. соответственно. Для озера Лесковичи показатели пиков фитомассы сильно различаются: 613 и 396,7 г/м² в июле, 766,7 и 433,3 г/м² в августе – сентябре.

При анализе изменения веса тростника в течение вегетационного периода в пересчете на один экземпляр (рис. 2) также характерно наличие двух максимумов для каждого из водоемов, которые приходились на вторую – третью декады июля и конец августа – начало сентября. От намеченного тренда отклонялись показатели озера Лесковичи в 2021 г., где фактически было выявлено три пика, после каждого из которых отмечался спад значений. Следует отметить, что первый (26 июня) и второй (21 июля) пики одинаковы по величине – 26,9 г/экз., в связи с чем при анализе общей картины мы учитывали данные за 21 июля 2021 г. Совпадение пиков фитомассы и веса в пересчете на 1 экземпляр было установлено в озере Будовесть 1 сентября 2020 г. и 22 августа 2021 г. По сравнению с сезонной динамикой укосов, где синхронное совпадение максимальных значений для озер Будовесть и Лесковичи было отмечено только во второй декаде июля 2021 г., для показателей в пересчете на один экземпляр характерно совпадение всех четырех максимумов на двух объектах в одни и те же периоды. Кроме того, максимальные показатели в одном озере в разные годы характеризовались меньшими отличиями. Для озера Будовесть значения первого пика достигали 19 и 19,2 г/экз., а второго – 21,3 и 22,8 г/экз. в 2020 и 2021 гг. соответственно. Для озера Лесковичи эти показатели составили 31,7 и 26,9 г/экз. во второй–третьей декадах июля, 39,1 и 32,2 г/экз. в конце августа – начале сентября в 2020 и 2021 гг. Еще одним отличием, кроме показателей фитомассы, является динамика величин после второго пика. На рис. 1 видно, что после достижения максимальной фитомассы происходило уменьшение значений, на рис. 2 показано, что в трех случаях из четырех происходит рост значений во второй декаде октября (по сравнению с предыдущим значением), что, скорее всего, связано с характером изменения средней длины побегов.

Изменения средней длины экземпляров в течение вегетационного периода отражены на рис. 3. Как и в предыдущих случаях, на каждом графике имеются две точки максимума: первая – третья декады июля и конец августа – начало сентября, и в одном из случаев во вторую декаду октября (озеро Лесковичи, 2020 г.). Для показателей фитомассы, массы побегов и длины экземпляров, выделение двух пиков обусловлено наличием временного интервала, приходившегося на третью неделю июля – вторую неделю августа, в течение которого наблюдалось снижение вышеотмеченных характеристик. Как отмечали другие исследователи [12] и как видно из рис. 3, в это время происходило появление новой генерации молодых низких побегов, что и привело к снижению всех величин. Для озер Лесковичи и Будовесть за период исследования характерно синхронное совпадение шести из восьми максимумов значений длины с максимальной массой в пересчете на 1 экземпляр. Совпадение пиков фитомассы и длины за

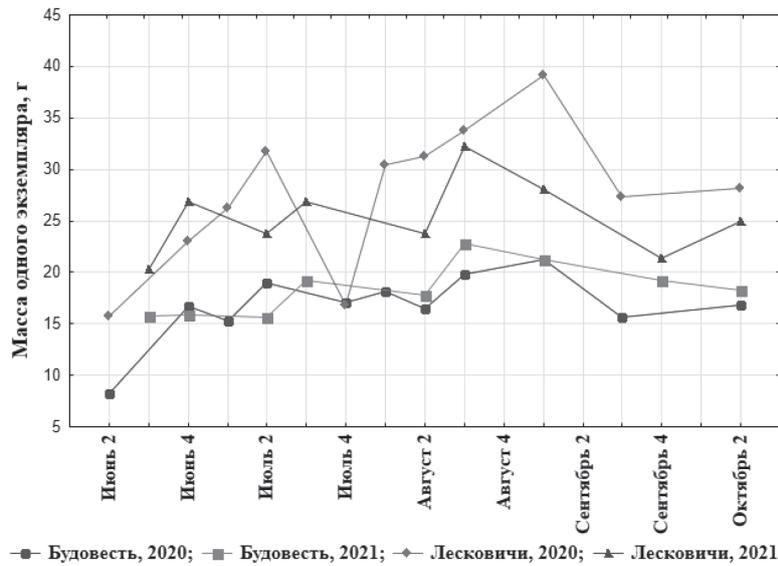


Рис. 2. Изменение массы *Phragmites australis* в течение вегетационного периода в пересчете на 1 экземпляр (данные приводятся за вторую и четвертую недели каждого месяца)

два года на обследованных объектах наблюдалось в трех из восьми случаев. Для показателей длины побегов (см. рис. 3), как и для показателей массы отдельных экземпляров (см. рис. 2), наблюдалось повышение средних значений к октябрю по сравнению с предыдущими показателями. Вероятнее всего, это объясняется прекращением формирования новых побегов, так как отсутствовали экземпляры с длиной менее 100 см.

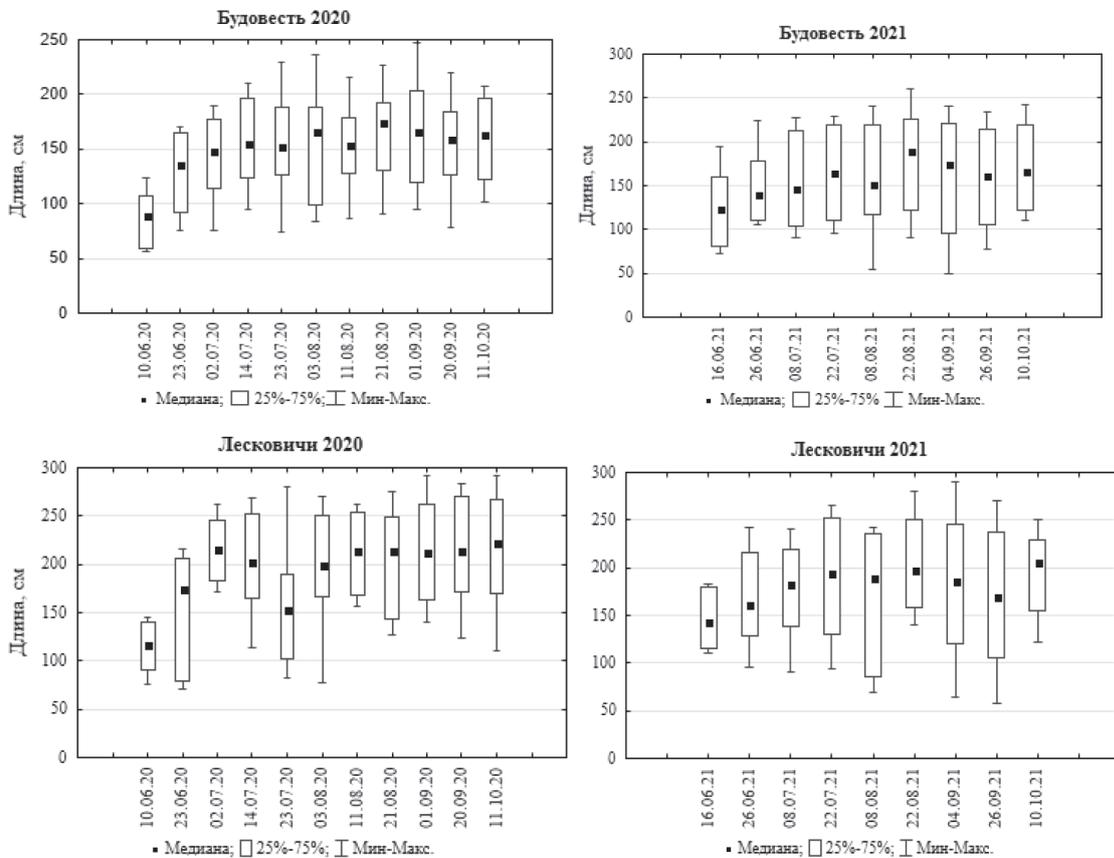


Рис. 3. Изменение размера побегов *Phragmites australis* в течение вегетационного периода

В литературных источниках приводятся положения о зависимости биомассы тростника от времени наступления определенных фенофаз [23], влиянии температур [12, 24] и гидрологического режима грунтов [13, 26]. В данном исследовании была предпринята попытка установить взаимосвязи показателей *Phragmites australis* между собой и с климатическими параметрами на основании среднемесячных величин. В связи с тем что озера Будовесть и Лесковичи находятся друг от друга на расстоянии менее 5 км, было принято решение вносить в таблицу среднеарифметические данные двух вышеуказанных объектов. Показатели прироста рассчитывались по разнице между среднеарифметическими значениями текущего месяца и предыдущего. Параметры по приросту для июня определялись по разнице между последними и первыми значениями. Показатели температуры и количества осадков приведены по Витебску в качестве ближайшей точки гидрометеорологического мониторинга [21].

Как видно из табл. 2, максимальные среднеарифметические величины показателей фитомассы и массы побега приходятся на август – сентябрь, а наибольшие показатели длины – на октябрь. По нашим данным, наиболее высокие показатели прироста массы укосов, массы и длины побега отмечены в июне – июле [9]. Сходные выводы отмечены для торфяных выработок Тверской обл. [13]. В исследовании, проводимом для озера Нарочь [12], максимальные значения прироста отмечались в мае – июне с замедлением в июле, что, скорее всего, будет справедливым для озер Лесковичи и Будовесть. Вероятно, данные тенденции позволяют предположить, что наиболее активный рост показателей фитомассы *Phragmites australis* наблюдается до третьей недели июля и продолжается до конца лета.

Таблица 2. Среднемесячные показатели тростника и климатических факторов для обследованных озер

Месяц, год	Масса укоса, г/м ²	Масса одного побега, г	Длина побега, см	Число побегов на 1 м ²	Прирост массы укоса, г/м ²	Прирост массы побега, г	Прирост длины побега, см	Температура, °С	Количество осадков, мм
май 2020	–	–	–	–	–	–	–	11,1	43,5
июнь 2020	287,2	15,9	118,9	18,7	185,7	7,9	38,1	19,8	87,7
июль 2020	470,0	21,0	172,8	25,4	182,8	5,1	53,9	17,8	140,0
август 2020	510,8	25,0	180,8	20,8	40,9	4,0	8,0	17,7	42,2
сентябрь 2020	516,7	25,8	186,7	21,0	5,8	0,8	5,9	14,4	77,5
октябрь 2020	389,0	22,5	189,2	17,5	–127,7	–3,3	2,5	10,1	64,8
май 2021	–	–	–	–	–	–	–	12,7	89,7
июнь 2021	345,5	19,7	147,7	18,4	127,9	3,8	29,1	20,3	28,7
июль 2021	383,8	21,4	171,5	19,2	38,3	1,7	23,8	23,1	21,3
август 2021	432,9	24,2	178,4	18,7	49,2	2,8	6,9	17,9	95,8
сентябрь 2021	437,5	22,5	168,4	19,6	4,6	–1,7	–10,0	10,1	96,7
октябрь 2021	345,0	21,6	182,6	16,7	–92,5	–0,9	14,2	7,0	36,5

В связи с тем что часть данных не соответствует закону нормального распределения для выявления корреляционных взаимосвязей, нами были использованы методы непараметрической статистики (коэффициент Спирмена, $p < 0,05$). Как видно из табл. 3, статистически достоверно масса укоса ожидаемо имеет высокую положительную взаимосвязь с массой побега и числом экземпляров. В свою очередь, масса побега имеет высокую положительную связь с длиной побега и отрицательную с приростом длины побега, так как максимальные значения данных величин приходятся на разные месяцы – октябрь и июнь – июль соответственно. Достоверно заметные отрицательные значения корреляции наблюдаются для длины побега и показателей прироста фитомассы и средней температуры. Показатели прироста массы побега имеют положительную высокую связь с приростом длины побега, а прирост массы укоса характеризуется положительной высокой корреляцией с приростом массы и длины побега. Установлена достоверно высокая положительная связь среднемесячных температур с приростом массы укоса и заметная – с приростом массы побега, в то время как количество осадков не имеет достоверных и хотя бы значимых взаимосвязей с массово-количественными характеристиками тростника обыкновенного. Для

Таблица 3. Значения корреляции показателей *Phragmites australis* и климатических характеристик

Показатели	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X1	1,00								
X2	0,75	1,00							
X3	0,44	0,72	1,00						
X4	0,79	0,29	-0,06	1,00					
X5	-0,13	-0,53	-0,68	0,33	1,00				
X6	-0,08	-0,45	-0,55	0,36	0,95	1,00			
X7	-0,41	-0,77	-0,52	0,07	0,77	0,81	1,00		
X8	-0,25	-0,49	-0,64	0,14	0,74	0,64	0,61	1,00	
X9	0,39	0,10	-0,08	0,47	0,25	0,15	-0,12	-0,25	1,00

Примечание. Курсивом отмечены достоверные значения ($p < 0,05$), полужирным курсивом – достоверные, более 0,7 (или менее -0,7); X1 – фитомасса укоса; X2 – масса одного побега; X3 – длина побега; X4 – число побегов на 1м²; X5 – прирост массы укоса; X6 – прирост массы побега; X7 – прирост длины побега; X8 – температура; X9 – количество осадков.

каждого из водоемов по отдельности также выявлена достоверная взаимосвязь прироста фитомассы со среднемесячными температурами – 0,64 для озера Будовесть и 0,71 для озера Лесковичи (рис. 4). Кроме того, нами была проверена гипотеза о влиянии предшествующих климатических показателей на массу, число побегов и прирост укосов и экземпляров *Phragmites australis*. Для этого мы сравнили среднемесячные температуры и число осадков предшествующих месяцев (период май – сентябрь) с величинами массы укосов, числа и массы побегов и приростом за текущие месяцы (период июнь – октябрь). Достоверные значения отсутствовали, а для массы укоса и числа побегов были характерны недостоверные положительные заметные величины коэффициента корреляции с температурами (0,53 и 0,55 соответственно). Очевидно, что полученные результаты следует воспринимать с осторожностью в связи с небольшим охватом анализируемой выборки, по мере возможности увеличивать объем данных, проводить дальнейшие наблюдения и сравнивать их с показателями для других регионов и объектов.

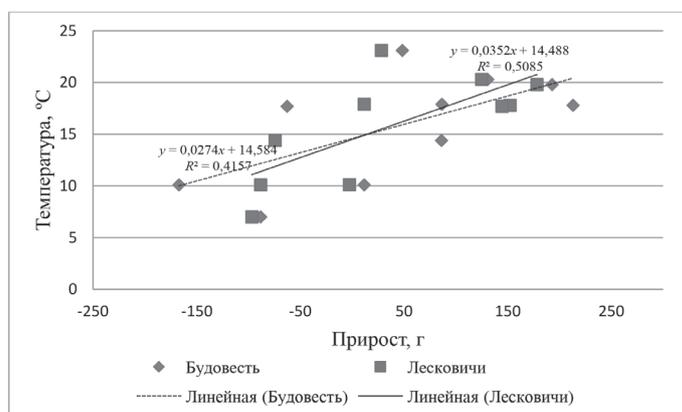


Рис. 4. Взаимосвязь прироста фитомассы со среднемесячными температурами

Заключение. Таким образом, в результате проведенного исследования было показано, что в течение вегетационного периода в озерах Будовесть и Лесковичи для таких показателей тростника обыкновенного, как фитомасса, масса в пересчете на один экземпляр и длина побега, характерно наличие двух пиков с максимумом значений, приходящимся на конец августа – начало сентября. За два вегетационных периода 2020–2021 гг. для значений удельного веса экземпляра характерно совпадение всех четырех максимумов в двух водоемах и синхронное совпадение трех из четырех пар пиковых значений массы экземпляра с длиной побега. Выявлены достоверно высокие положительные корреляционные значения массы укоса с массой побега и числом побегов, а для прироста массы укоса – взаимосвязь с приростом массы побега и приростом длины побега. По результатам исследований была отмечена достоверно высокая корреляция среднемесячных температур со среднемесячными показателями прироста массы укоса для двух водоемов в общем и для каждого озера по отдельности.

Список использованных источников

1. Латышев, С. Э. Характеристика видового состава высшей водной растительности озера Чернясто / С. Э. Латышев, Л. М. Мерзвинский, Ю. И. Высоцкий // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 74-й Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 18 февр. 2022 г. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2022. – С. 72–74.
2. Мартыненко, В. П. Макрофитная растительность оз. Лосвидо и ее изменение за 35 лет / В. П. Мартыненко, С. Э. Латышев // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та імя П. М. Машэрава. – 2006. – № 2 (40). – С. 128–133.
3. Гигевич, Г. С. Ресурсы высших водных растений озер Беларуси / Г. С. Гигевич, Б. П. Власов, Г. В. Вынаев // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 1999. – № 3 (13). – С. 66–71.
4. Водная растительность озера Черствятское / Б. П. Власов [и др.] // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2020. – № 4 (109). – С. 39–45.
5. Высшая растительность озера Белое (Сурмино) и тенденции ее изменения / С. Э. Латышев [и др.] // Весн. ВДУ. – 2013. – № 5 (7). – С. 69–75.
6. Кудряшов, В. П. Особенности накопления америция и плутония чернобыльского выброса макрофитами водных систем Гомельской области / В. П. Кудряшов, В. И. Гапоненко, А. В. Зубарева // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2008. – № 4. – С. 91–94.
7. Гигевич, Г. С. Высшие водные растения Беларуси. Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана / Г. С. Гигевич, Б. П. Власов, Г. В. Вынаев. – Минск: БГУ, 2001. – 231 с.
8. Флора Беларуси. Сосудистые растения: в 6 т. / под общ. ред. В. И. Парфенова; Нац. акад. наук Беларусі, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск: Беларус. навука. – Т. 2. *Liliopsida (Acoraceae, Alismataceae, Araceae, Butomaceae, Commelinaceae, Hydrocharitaceae, Juncaginaceae, Lemnaceae, Najadaceae, Poaceae, Potamogetonaceae, Scheuchzeriaceae, Sparganiaceae, Typhaceae, Zannichelliaceae)* / Д. И. Третьяков [и др.]. – 2013. – 447 с.
9. Латышев, С. Э. Изменение фитомассы тростника обыкновенного в течение вегетационного сезона в разнотипных озерах Белорусского Поозерья // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XVIII (65) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 13–14 марта, 2013 г.: в 2 т. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2013. – Т. 1. – С. 97–100.
10. Оценка запасов тростника обыкновенного на некоторых водоемах западной части Беларуси и потенциала его использования в экологическом строительстве / Л. С. Чумаков [и др.] // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения акад. Н. В. Смольского (7–9 окт. 2015 г., Минск, Беларусь): в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларусі [и др.]; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск: Конфидо, 2015. – Ч. 1 – С. 225–228.
11. Жукова, А. А. Тростник в литорали оз. Нарочь / А. А. Жукова, А. Ю. Панько, Д. В. Крюк // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: материалы V Междунар. науч. конф., 12–17 сент. 2016 г., Минск – Нарочь / сост. и общ. ред. Т. М. Михеева. – Минск: БГУ, 2016. – С. 138–140.
12. Сезонная динамика роста тростника озера Нарочь: результаты трех лет мониторинга / А. А. Жукова [и др.] // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны: материалы III Междунар. науч. семинара (Минск – Гродно, Беларусь, 26–28 сент. 2018 г.). – Минск: Колорград, 2018. – С. 53–56.
13. Кукушкина Е. Е. Перспективы получения биомассы тростника (*Phragmites australis*) при естественном зарастании выработанных торфяных месторождений в условиях Тверской области / Е. Е. Кукушкина, В. В. Панов // Тр. Инсторфа. – 2015. – № 11(64). – С. 19–31.
14. Катанская, В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения / В. М. Катанская / отв. ред. И. М. Распопов. – Л.: Наука, 1981. – 187 с.
15. Блакітная кніга Беларусі: энцыклапедыя / Н. А. Дзісько [і інш.]. – Мінск: БелЭн, 1994. – 415 с.
16. Carlson, R. E. A trophic state index for lakes / R. E. Carlson // Limnol. Oceanog. – 1977. – Vol. 11. – P. 361–369.
17. Сушко, Г. Г. Биометрия: метод. указания для проведения лаб. работ: в 2 ч. / Г. Г. Сушко, И. А. Литвенкова. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2019. – Ч. 2. – 47 с.
18. Халафян, А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учебник / А. А. Халафян. – 3-е изд. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.
19. Ковалев, А. А. Основы статистики. Конспект лекций: учеб.-метод. пособие для студентов 3–6-х курсов всех фак. мед. вузов / А. А. Ковалев, В. А. Игнатенко. – Гомель: ГомГМУ, 2018. – 176 с.
20. Сушко, Г. Г. Дисперсионный анализ с использованием программного обеспечения PAST 4.04 / Г. Г. Сушко // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2021. – № 1 (110). – С. 64–73.
21. Климатический кадастр Республики Беларусь: метеорол. ежемесячник. – Минск: Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактив. загрязнения и мониторингу окружающей среды, 2020–2021 гг.
22. Nutrient removal potential and biomass production by *Phragmites australis* and *Typha latifolia* on European rewetted peat and mineral soils / J. J. M. Geurts [et al.] // Sci. Total Environ. – 2020. – Vol. 747. – P. 141102. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141102>
23. Папченко, В. Г. Продукция макрофитов вод и методы их изучения / В. Г. Папченко // Гидробиотаника: методология, методы: материалы Шк. по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апр. 2003 г.). – Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. – С. 137–145.
24. Шаратов, А. В. Запасы надземной фитомассы речных макрофитов Верхнего Поволжья и ее сезонная динамика / А. В. Шаратов, Е. В. Чемерис, А. А. Бобров // Растит. ресурсы. – 2013. – Т. 49, вып. 1. – С. 48–56.
25. Чернова, А. М. Сезонная динамика продуктивности кубышки желтой *Nuphar lutea* (L.) Smith. (Nymphaeaceae) в малой реке Ильдь (Ярославская область) / А. М. Чернова // Биология внутр. вод. – 2015. – № 2. – С. 60–68.
26. Кукушкина, Е. Е. Влияние условий произрастания растений тростника (*Phragmites australis*) на формирование биомассы / Е. Е. Кукушкина // Науч. альм. – 2016. – № 1–2(15). <https://doi.org/10.17117/na.2016.01.02.472>

Поступила 21.03.2024