

Результаты эксперимента с *Potentilla anserina* L. (Rosaceae Juss.) в концепции «Полицентрическая модель растения»

Results of experiment with *Potentilla anserina* L. (Rosaceae Juss.) in Concept "Polycentric Model of Plant"

Федорова С. В.

Fedorova S. V.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия. E-mail: S.V.Fedorova@inbox.ru
Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Реферат. В работе пересмотрены данные старого эксперимента с *Potentilla anserina* в посадках плотностью 1, 5 и 9 экз./м², проведенного в 1996 г. в естественных климатических условиях на стационарных площадках. Работа проведена в инновационной концепции «Полицентрическая модель растения». Выявлены изменения показателей роста полицентрической системы растения с июня по октябрь в связи с сезонными изменениями климатического фактора. Это сумма температур и сумма осадков между периодами контрольных наблюдений за растением. Определены наиболее благоприятные погодные условия для процесса формирования центров побегообразования, центров минерального питания и центров генерации как элементов полицентрической модели растения. Определено максимальное количество столонов, центров побегообразования, центров минерального питания и центров генерации способное активно функционировать на площади в 4 м² в посадках разной плотности.

Ключевые слова. Климатический фактор, онтогенез, отклик, полицентрическая модель, популяционная система, растение, сезонное развитие.

Summary The article reviewed the data of an old experiment with *Potentilla anserina* in planting with a density of 1, 5 and 9 ind./ m², conducted in 1996 under natural climatic conditions on stationary sites. The study was conducted in innovative Concept "Polycentric Model of Plant." Changes in the growth indicators of the polycentric system of the plant from June to October were revealed in connection with seasonal changes in the climatic factor. This is the sum of the temperatures and the amount of precipitation between the periods of control observations of the plant. The most favorable weather conditions for the formation of shoot-formation centers, mineral-nutrition centers and generation centers as elements of Polycentric Model of Plant are determined. The maximum number of stolons, shoot-formation centers, mineral-nutrition centers, and generation centers has been determined that can actively function on an area of 4 square meters in plantings of different densities.

Key words. Climate factor, ontogenesis, plant, polycentric model, population system, response, seasonal development.

Полевой дневник ботаника представляет собой ценнейший документ, поскольку сохраняет в себе информацию о жизни растений в разные временные периоды. Это основа мониторинга растительных систем разного уровня организации. Методологический аппарат научного исследования модернизируется, и информация, заключенная в полевом дневнике, получает возможность быть интерпретируемой по-новому. Обратимся к данным эксперимента с *Potentilla anserina* L. (Rosaceae Juss.), которые были собраны в 1996 г. на биостанции Казанского государственного университета (Республика Татарстан, Зеленодольский р-н, 774 км Горьковской ж. д., 55°50'N, 48°46'E). Тогда растения были выбраны из природного растительного сообщества и пересажены на стационарные площадки для наблюдений за процессами их естественного роста. Климат региона умеренно континентальный. Данные по климату были взяты из сводок обсерватории Казанского государственного университета. Вегетационный сезон 1996 г. не отличался особо высоким температурным фоном (максимум среднесуточной температуры составил 27,9 °C) и резкими скачками температур. Продолжительность периодов без осадков

менялась от 1 до 17 дней. Осадки были в виде ливней или затяжных (до 7 дней) дождей. Но чаще это были двухдневные небольшие дожди. 30 мая модельные растения были посажены в свежевскопанную дерново-подзолистую среднесуглинистую почву и обильно политы. Дальнейший уход за посадками заключался только в удалении растений других видов. Наблюдения за растениями проводились с периодичностью в 2 недели до 29 сентября (в целом эксперимент был многолетним и продолжался до 1998 г.). Среднее значение среднесуточных температур между периодами контрольных наблюдений за растениями менялось так: 19,03; 22,7; 19,46; 17,76; 17,72; 9,09 °С. Среднее значение среднесуточной суммы осадков между периодами контрольных наблюдений за растениями менялось так: 1,15; 0,69; 0,91; 0,29; 0,48; 1,38 мм.

Результаты данного эксперимента были представлены в серии публикаций (Полуянова, Федорова, 2002; Федорова, Полуянова, 2005; Федорова, 2001, 2008, 2012, 2014а, б, Fedorova, 2020). Данные эксперимента будут пересмотрены в новой концепции «Полицентрическая модель растения», что позволит раскрыть дополнительные факты из жизни этого растения, что важно для объяснения его особенности быть космополитом и синантропом. Цель исследования – выявить популяционные отклики *P. anserina* на сезонные изменения климатического фактора. Задачи: 1. Представить изменение статистических параметров показателей, характеризующих рост и развитие растения (в концепции «Полицентрическая модель растения») в посадках разной плотности в течение вегетационного сезона; 2. Определить интегральные показатели, характеризующие сезонное изменение климатического фактора (суммарная среднесуточная температура, суммарное количество осадков) в районе исследования по климатическим сводкам за периоды между контрольными наблюдениями за растением; 3. Оценить сходство и различие в сезонном ритме растения в посадках разной плотности; 4. Описать популяционные отклики растения на смену климатического фактора; 5. Выявить различия и сходства в сезонном ритме растения в посадках разной плотности.

Концепция «Полицентрическая модель растения» является методологической разработкой автора (Федорова, 2016а; б, 2018а, б; 2019а, б; Fedorova, 2020). Ее применение наиболее актуально в процессе проведения анализа популяционных систем растений для решения экологических проблем и для использования в описательной ботанике. Концепция «Полицентрическая модель растения» позволяет по-новому подойти к дифференциации тела растения на 4 элемента, которые представляют собой не органы, а морфофункциональные центры. Это – центр побегообразования, центр минерального питания, центр органического питания, центр генерации. В этой концепции любое тело растения представляет собой полицентрическую систему. В табл. 1 представлены элементы полицентрической модели растения и их функциональная роль в процессе жизнедеятельности организма растения. Идентификация каждого из морфофункциональных центров в организме растения конкретного вида требует индивидуального подхода. И для этого целесообразно использовать концепцию «Морфологическая модель растения».

Таблица 1

Элементы полицентрической модели растения и их функциональная роль в процессе жизнедеятельности организма растения

Элемент	Функциональная роль	
Центр:	Формирование: 1. Систем ассимиляции или всасывания органического раствора; 2. Системы, обеспечивающей развитие продуктов вегетативного размножения; 3. Системы всасывания минерального раствора; 4. Системы, обеспечивающей развитие продуктов генеративного размножения	
	основная	дополнительная
органического питания	1	2, 3
минерального питания	3	2
побегообразования	1, 2, 3	1, 3
генерации	4	1, 2, 3

Potentilla anserina – многолетнее травянистое растение из категории жизненных форм «Столон-образующие» (рис. 1). По мере прорастания семени, которое с успехом способно пройти через пи-

щеварительный тракт птиц и млекопитающих, в благоприятной среде развивается первичный центр минерального питания, представляющий собой зону перехода «корень–побег» и первичный центр побегообразования растения, представляющий собой зону возобновления молодого побега. По мере роста и развития полицентрическая система растения преобразуется. Ее первичный центр побегообразования приобретает структуру розеточного побега (междоузлия не превышают 0,4 см по длине) с почками различного типа (апикальная, пазушная, придаточная), и с центрами органического питания в виде ассимилирующих листьев. Это короткочерешковые листья с продолговато-обратнояцевидной в очертании непарноперисто-рассеченной пластинкой и достаточно крупными прилистниками. Работа апикальной, пазушных и придаточных почек может способствовать ряду преобразований в структуре растения: 1) развитию побега с удлинненными междоузлиями и слаборазвитой механической тканью. Такой побег способен функционировать в полной мере не более 1 вегетационного сезона (иногда только проводящая система на отдельных фрагментах такого побега функционирует и в начале следующего сезона), если это сезонный климат. Такой побег относят к категории «столон». Морфологическая структура столона такова, что его удлиненное междоузлие сменяется зоной укороченных междоузлий, в которой

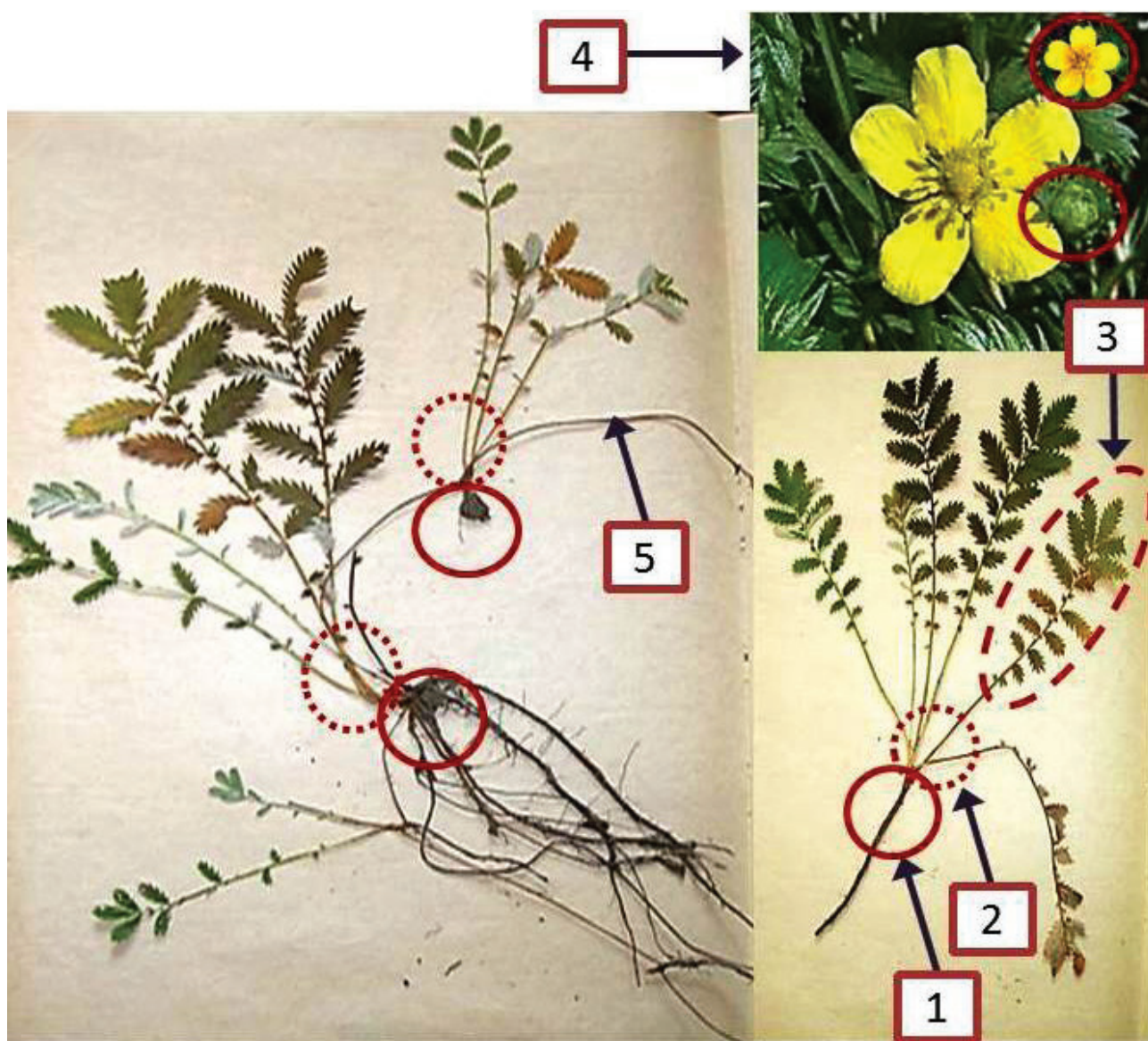


Рис. 1. Элементы полицентрической системы *Potentilla anserina*: 1 – центр минерального питания; 2 – центр побегообразования; 3 – центр органического питания; 4 – центр генерации; 5 – стolon.

сконцентрированы центры органического питания, пазушные и придаточные почки. Именно зона укороченных междоузлий в концепции «Полицентрическая модель растения» представляет собой вторичный центр побегообразования. Таких центров в одной полицентрической системе может быть весьма много (218 шт. по данным на 25.09.1996). Работа придаточных почек при наличии благоприятной среды (близость влажной почвы или мохово-лишайникового покрова) способствует росту придаточных корней и формированию вторичного центра минерального питания; II) развитию боковых укороченных побегов с центрами органического питания, и системой пазушных и придаточных почек в первичном и вторичном центрах побегообразования; III) развитию эпигеогенного корневища за счет работы придаточных контрактильных корней в первичном и вторичном центрах минерального питания; IV) развитию придаточных почек на корнях всех типов (веретеновидный утолщенный главный или придаточный, шнуровидный боковой или придаточный); V) развитию центра генерации как окончательного результата работы апикальной почки, локализованной на симподиально-нарастающем розеточном побеге в первичном или вторичном центре побегообразования. В фазе цветения центр генерации чаще всего представлен актиноморфным пятилепестным венчиком (реже 4-, 6-, 7- и более лепестным) ярко-желтых оттенков. В заключительной фазе плодоношения это – сухой апокарпный многоорешек бурого цвета. Каждый орешек способен содержать одно семя без эндосперма.

На этапах онтогенеза организм растения выбирает один из вариантов развития: стремиться к формированию вторичных центров побегообразования и минерального питания, и к формированию хотя бы 1 центра генерации, или же не стремиться к этому. Стратегию развития полицентрической системы растения следует рассматривать как отклик на смену интенсивности воздействия среды в зависимости от потенциальной возможности организма (Любарский, Полуянова, 1984; Полуянова, Любарский, 1985; Eriksson, 1985, 1986, 1988, 1994; Смирнова, 1987; Воронова, 1998, 1999; Федорова, 2007, 20146).



Рис. 2. Схема размещения модельных экземпляров растения на момент посадки 30 мая 1996 г.

Молодые растения *P. anserina* без столонов и центров генерации были выбраны из клеверово-мятликово-лапчаткового (*P. anserina* + *Poa annua* L. + *Trifolium repens* L.) растительного сообщества на биостанции и пересажены на 12 стационарных площадок площадью 1 x 1 м² каждая для создания модельной популяционной системы (рис. 2). Было 3 варианта посадок по плотности размещения растений на почве: 1, 5 и 9 экз./м². Каждый вариант

имел 4 повторности. В процессе наблюдений за растениями проводился учет контрольных показателей, характеризующих полицентрическую систему растения. Это количество вторичных центров побегообразования, вторичных центров минерального питания и центров генерации. Данные эксперимента статистически обработаны в редакторе Microsoft Excel с помощью «Пакет анализа: Описательная статистика». Символам в табл. 2 соответствуют параметры: M – среднее арифметическое, Δ – доверительный интервал на уровне значимости 90 %, $Cv, \%$ – коэффициент вариации, Lim – предел варьирования показателя; n – объем выборки. В процессе создания модельной схемы зарастания экспериментальной площадки полицентрическими системами растения по вариантам посадок (рис. 3) использованы средние значения количества столонов и вторичных центров минерального питания. Диаграммы зависимости показателей растения от климатических показателей (рис. 4) построены с помощью «Точечная диаграмма» с подбором наиболее достоверной аппроксимации. На диаграммах представлены коэффициент достоверности (R^2) линии тренда.

В июне пересаженные растения *P. anserina* адаптировались к непривычной среде обитания. В середине июня наблюдалось начало процесса формирования столонов, вторичных центров побегообразования и центров генерации. В дальнейшем данные процессы усиливались и не прекращались до конца сентября. Процесс формирования вторичных центров минерального питания начался в июле и продолжался до конца сентября и позже, пока не установились устойчивые отрицательные температу-

ры. Центры органического питания формировались в течение вегетационного сезона по мере формирования вторичных центрами побегообразования и по мере разветвления розеточного побега в первичном центре побегообразования. Некоторые центры органического питания сохраняли свою потенциальную активность даже под снежным покровом, а после схода снега на второй вегетационный сезон продолжили активно функционировать. Некоторые центры органического питания высохли из-за физиологических причин, например, из-за высыхания столонов, которое начало наблюдаться со второй половины августа. У некоторых растений в варианте 9 экз./м² процесс высыхания был настолько интенсивный, что привел к полной потере центров органического питания у некоторых полицентрических систем. Но у большинства растений высыхали отдельные части столонов, иногда вместе с центрами побегообразования, иногда без них. В последнем случае функционирование центров побегообразования происходило за счет активной деятельности первичного и/или вторичных центров минерального питания. Процесс цветения не прекращался до конца сентября. Процесс плодоношения начался в первой половине августа и не прекращался, пока не установились устойчивые отрицательные температуры воздуха. Климатический фактор и в вегетационный сезон с июня по октябрь вызывает тот или иной отклик со стороны полицентрической системы. Например, максимум в количестве вторичных центров побегообразования отмечается при суммах температур, приближающихся к минимуму, и при сумме осадков близкой к минимуму или же, напротив, к максимуму (разумеется, на фоне благоприятных погодных ус-

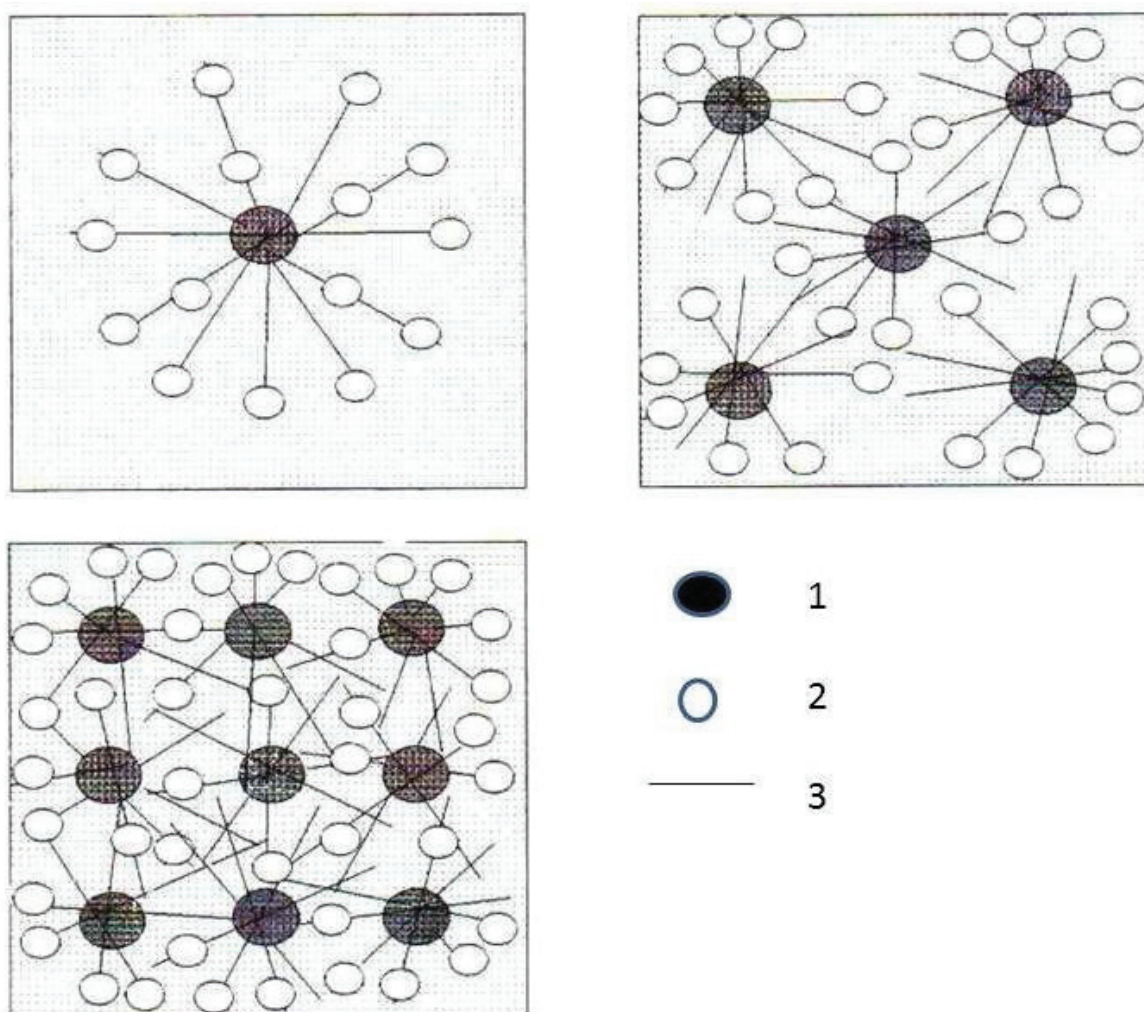


Рис. 3. Модельная схема экспериментальной площадки, которая покрыта полицентрическими системами *Potentilla anserina* в посадках разной плотности: 1 – первичный центр минерального питания; 2 – вторичный центр минерального питания; 3 – стolon. Данные 9 сентября, 1996 г.

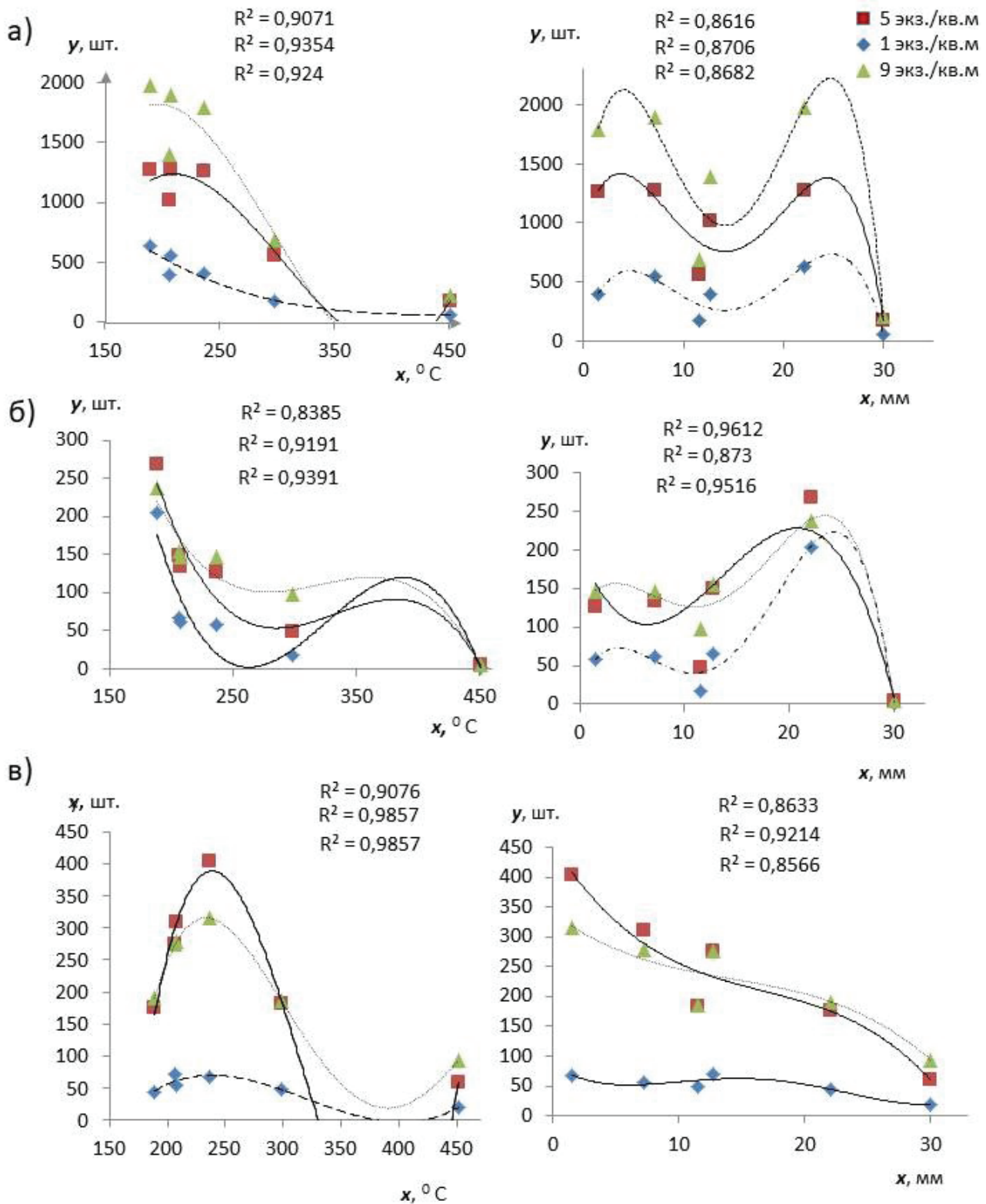


Рис. 4. Зависимость показателей полицентрической системы *Potentilla anserina* в посадках разной плотности от климатического фактора в 1996 г. По оси ординат (у, шт.) представлены суммарные значения показателей: а) количество вторичных центров побегообразования; б) количество вторичных центров минерального питания; в) количество центров генерации. По оси абсцисс (х, ед.) сумма среднесуточных температур ($^{\circ}\text{C}$) или сумма осадков (мм) за период между наблюдениями. Порядок представления коэффициента достоверности линии тренда R^2 сверху–вниз соответствует вариантам: 1, 5 и 9 экз./м².

ловий, какие и наблюдались в 1996 г. в районе исследования) (рис. 4). Т.е. для процесса формирования центров побегообразования наиболее благоприятной является прохладная погода. Максимум в количестве вторичных центров минерального питания отмечается при сумме температур, приближающихся к минимуму, и при сумме осадков близкой к максимуму. Т.е. для процесса формирования центров минерального питания наиболее благоприятной является прохладная дождливая погода. Максимум в количестве центров генерации отмечается при сумме температур, приближающихся к минимуму, и при сумме осадков близкой к минимуму. Т.е. для процесса формирования центров генерации наиболее благоприятной является прохладная сухая погода. Плотность посадки растений *P. anserina* обуславливает скорость роста отдельной полицентрической системы (она снижалась по мере увеличения плотности посадки от 1 до 9 экз./м²) и скорость зарастания площадки (она увеличивалась по мере увеличения посадки от 1 до 9 экз./м²). Таким образом, в результате эксперимента при наиболее благоприятных погодных условиях в отсутствие межвидовой конкуренции на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве было выявлено: 1) в посадках плотностью 1 экз./м² полицентрическая система *P. anserina* способна сформировать 19 шт./м² столонов, 218 шт./м² вторичных центров побегообразования, 85 шт./м² вторичных центров минерального питания. Одновременно в ней могут активно функционировать центры генерации в разных фазах (бутон, цветок и плод) в количестве 35 шт./м²; 2) на площади 4 м² в посадках *P. anserina* плотностью 1, 5 и 9 экз./м² растения способны сформировать 54, 205 и 289 шт. столонов, 633, 1270 и 1972 шт. вторичных центров побегообразования, 204, 268 и 238 шт. вторичных центров минерального питания соответственно; 3) на площади 4 м² в посадках *P. anserina* плотностью 1, 5 и 9 экз./м² одновременно могут активно функционировать центры генерации на разных фазах развития в количестве 71, 404 и 315 шт. соответственно.

Таблица 2

Сезонная динамика метрических показателей полицентрической системы *Potentilla anserina* в посадках разной плотности. Данные 1996 г.

Показатель. Количество, шт.	Дата	1 экз./м ² (n = 4)	5 экз./м ² (n = 20)	9 экз./м ² (n=36, с 25.08 n = 33)
		M ± Δ; Cv, %; Lim	M ± Δ; Cv, %; Lim	M ± Δ; Cv, %; Lim
Столонов, сформированных в первичном центре побегообразования	08.07	5,5 ± 2,0; 31; 4–8	3.55 ± 0,5; 70; 0–7	2,4 ± 0,62; 92; 0–8
	26.07	8,25 ± 1,1; 11; 7–9	7 ± 0,72; 26; 1–10	5,55 ± 0,7; 44; 0–10
	09.08	11 ± 1,2; 25; 9–15	9,55 ± 1,01; 27; 5–15	7,6 ± 0,71; 33; 2–12
	25.08	11,25 ± 2,6; 20; 9–14	9,8 ± 1,2; 18; 5–16	8,4 ± 0,85; 34; 2–15
	09.09	12,75 ± 4,5; 29; 9–18	10,25 ± 1,3; 33; 5–16	8,5 ± 0,85; 35; 2–13
	25.09	13,5 ± 4,8; 39; 9–19	9,75 ± 1,4; 37; 4–18	8,7 ± 0,97; 38; 1–15
Вторичных центров побегообразования на столонах	08.07	15 ± 7,6; 31; 7–22	8,7 ± 3,2; 69; 0–31	6 ± 2,3; 89; 0–8
	26.07	43 ± 14; 71; 27–53	28,5 ± 7,4; 67; 4–74	19 ± ,8; 67; 0–52
	09.08	98 ± 44; 38; 65–151	51 ± 9,7; 27; 12–109	40 ± 6,0; 52; 6–87
	25.08	100 ± 39; 32; 57–137	63 ± 10; 41; 22–109	54 ± 6,7; 42; 3–113
	09.09	138 ± 65; 40; 75–189	64 ± 11; 46; 14–127	57 ± 7,4; 44; 6–115
	25.09	158 ± 74; 47; 92–218	64 ± 13; 54; 21–143	60 ± 8,8; 47; 6–124
Вторичных центров минерального питания на столонах	08.07	0,5 ± 0,5; 200; 0–1	0,25 ± 0,21; 100; 0–2	0,13 ± 0,11; 323; 0–2
	26.07	4,2 ± 1,1; 23; 3–5	2,4 ± 1,1; 121; 0–10	2,7 ± 1,1; 150; 0–22
	09.08	16,5 ± 7,1; 36; 11–25	7,45 ± 3,0; 102; 0–29	4,4 ± 1,3; 107; 0–18
	25.08	14,5 ± 7,3; 43; 8–22	6,4 ± 2,1; 86; 0–17	4,4 ± 1,1; 83; 0–16
	09.09	15,2 ± 6,2; 34; 8–20	6,7 ± 2,3; 88; 0–17	4,4 ± 1,2; 88; 0–15
	25.09	51 ± 32; 52; 27–85	13,4 ± 3,2; 62; 3–34	7,2 ± 1,3; 61; 1–18
Центров генерации	08.07	5 ± 3,3; 56; 3–9	3 ± 1,19; 100; 0–9	2,6 ± 1,3; 180; 0–25
	26.07	12 ± 6,4; 46; 8–20	9,1 ± 2,6; 74; 0–20	5,2 ± 1,4; 98; 0–20
	09.08	18 ± 14; 65; 10–35	14 ± 2,2; 42; 2–24	7,8 ± 1,1; 49; 1–16
	25.08	17 ± 14; 71; 6–34	20 ± 4,3; 56; 4–40	9,5 ± 2,1; 75; 0–29
	09.09	14 ± 6,9; 43; 6–20	15 ± 3,7; 59; 2–36	8,4 ± 2,0; 80; 0–27
	25.09	11 ± 6; 45; 6–18	9,77 ± 3,4; 73; 0–39	5,8 ± 1,7; 97; 0–25

Полевой дневник, сделанный на основе качественно поставленного эксперимента с живым растением в природных условиях, не имеет срока давности. Методологический аппарат исследователя совершенствуется. В связи с этим на разных этапах проведения исследования возможны открытия неизвестных фактов из жизни растения и открытие законов развития популяционной системы растения. Полевой опыт с растением практически невозможно повторить из-за большого объема работ, которые требуются для его проведения, из-за различий температурного фона и различий в ритме выпадения осадков. Поэтому каждый полевой эксперимент уникален, и научный результат от него также уникален. В связи с этим современным исследователям следует бережно относиться к своим полевым дневникам и оставлять их электронную версию для будущего поколения исследователей.

ЛИТЕРАТУРА

- Воронова О. Г.** Особенности онтогенеза лапчатки гусиной (*Potentilla anserina* L.) в зависимости от экологических условий // Ежегодник Тюменского областного краеведческого музея, 1998. – № 96. – С. 151–160.
- Воронова О. Г.** Онтогенез и экология ценопопуляций лапчатки гусиной (*Potentilla anserina* L.) на юге Западной Сибири: автореф. дис.... к.б.н. – Томск: Изд-во ТюмГУ, 1999. – 18 с.
- Любарский, Е. Л., Полуянова В. И.** Структура ценопопуляций вегетативно-подвижных растений. – Казань: Изд-во Каз. ун-та, 1984. – 140 с.
- Полуянова, В. И., Любарский Е. Л.** Исследование структуры ценопопуляции гусиной лапчатки и лугового чая в Волжско-Камском заповеднике // Структура и организация популяций. – Казань: Изд-во Каз. ун-та, 1985. – С. 31–48.
- Полуянова В. И., Федорова С. В.** Опыт выращивания *Potentilla anserina* L. в экспериментальных посадках (Республика Татарстан) // Растительные ресурсы, 2002. – № 1. – С. 57–64.
- Смирнова, О. В.** Структура травянистого покрова широколиственных лесов. – М.: Наука, 1987. – 205 с.
- Федорова С. В.** Вегетативное и семенное размножение *Potentilla anserina* L. в экспериментальной чистой заросли // Сб. тр. Междунар. конф. по фитоценологии и систематике высших растений, посвящ. 100-летию со дня рождения А. А. Уранова. – М.: Изд-во МПГУ, 2001. – С. 177–178.
- Федорова С. В.** Структура и организация популяций ряда наземно-ползучих растений в разных эколого-фитоценологических условиях: автореф. дис.... к.б.н. – Казань, 2008. – 22 с.
- Федорова С. В.** Морфоструктурное разнообразие особей *Potentilla anserina* L. (Rosaceae) в популяции на злаково-разнотравном лугу // Биоразнообразие: проблемы изучения и сохранения: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 95-летию кафедры ботаники Тверского ГУ (Тверь, 21–24 ноября 2012 г.). – Тверь: Изд-во ТвГУ, 2012. – С. 216–219.
- Федорова С. В.** Полицентрическая система *Potentilla anserina* L. (Rosaceae) как элемент популяционной системы // Фундаментальная и прикладная биоморфология в ботанических и экологических исследованиях: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. уч. (к 50-летию Кировского отделения РБО). – Киров: Радуга-ИРЕСС, 2014а. – С. 169–174.
- Федорова С. В.** Популяционные отклики *Potentilla anserina* L. (Rosaceae) на смену эколого-ценотических условий // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф. (Минск–Нарочь, 23–26 сентября 2014 г.). – Минск: Экоперспектива, 2014б. – С. 267–271.
- Федорова С. В.** Принципы организации популяционного исследования растений, способных к вегетативному размножению // Экологическое краеведение: материалы III Всерос. с междунар. уч. науч.-практ. конф. (Ишим, 16 апреля 2016 г.). – Ишим: Изд-во ИПИ им. П. П. Ершова, 2016а. – С. 73–80.
- Федорова С. В.** Полицентрическая модель растения – как инструмент для диагностики популяционной системы // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования: материалы Всерос. с междунар. уч. школы-конф., посвящ. 115-летию со дня рождения А. А. Уранова (Пенза, 10–14 мая, 2016 г.). – Пенза: Изд-во ПГУ, 2016б. – С. 189–191.
- Федорова С. В.** Результаты эксперимента с *Ranunculus repens* L. (Ranunculaceae) в концепции «Полицентрическая модель растения» // Систематические и флористические исследования Северной Евразии: материалы II Междунар. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения проф. А. Г. Еленевского (г. Москва, 5–8 декабря 2018 г.). – М.: Изд-во МПГУ, 2018а. – Т. 3. – С. 84–88.
- Федорова С. В.** Методология популяционного исследования растений для диагностики состояния элементов растительности // Самарская лука: проблемы региональной и глобальной экологии, 2018б. – Т. 27, № 4(1). – С. 50–59. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10090

Федорова С. В. Методологические подходы к исследованию элементов фитоценоза // Флора и растительность в меняющемся мире: проблемы изучения, сохранения и рационального использования: материалы Междунар. науч. конф. (Минск–Домжерицы, 24–27 сентября 2019 г.). – Минск: Колорград, 2019а. – С. 163–169.

Федорова С. В. Результаты эксперимента с *Fragaria vesca* L. (Rosaceae) в концепции «Полицентрическая модель растения» // Экология и эволюция: новые горизонты: материалы Междунар. Симпоз., посвящ. 100-летию акад. С. С. Шварца (Екатеринбург, 1–5 апреля 2019 г.). – Екатеринбург: Изд-во Гуманитар. ун-та, 2019б. – С. 290–292.

Федорова С. В., Полуянова В. И. Особенности популяционной стратегии у наземно-ползучих сорных и синантропных видов растений // Проблемы сельского хозяйства: междунар. сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2005. – С. 111–119.

Eriksson O. Reproduction and clonal growth in *Potentilla anserina* (Rosaceae); the relation between growth form and dry weight allocation // Oecologia, 1985. – Vol. 66, № 3. – Pp. 378–380.

Eriksson O. Survivorship, reproduction and dynamics of ramets of *Potentilla anserina* on a Baltic seashore meadow // Vegetatio, 1986. – Vol. 67, № 1. – Pp. 17–26.

Eriksson O. Ramet behavior and population growth in the clonal herb *Potentilla anserina* // Journal of Ecology, 1988. – Vol. 76, № 2. – Pp. 522–536.

Eriksson O. Stochastic population dynamics of clonal plants: Numerical experiments with ramet and genet models // Ecol. res., 1994. – Vol. 9, № 3. – Pp. 257–268.

Fedorova S. V. Methodological Approaches in Population Botany and Plant Ecology // American Journal of BioScience. Special Issue: Innovative Methodological Approaches in Botany and Plant Population Ecology, 2020. – Vol. 8, N. 3. – Pp. 73–90. doi: 10.11648/j.ajbio.20200803.14