УДК 631.432:633.8(470.57)

Н.А. Заманова

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ *E. PURPUREA* В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Ключевые слова: эхинацея пурпурная; лекарственное растение; годы вегетации; морфофизиологические особенности; урожайность.

Введение. Одним из перспективных растений для интродукции в Республике Башкортостан является эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), сырье которой обладает высокой фармакологической ценностью [3]. Рынок сырья включает не только ставшие уже традиционными свежие и сухие корневища с корнями, но и траву – надземную часть, заготавливаемую во время цветения [4]. При этом выход готового сырья остается далеким от своих максимальных возможностей [1, 8]. Это связано с тем, что технология возделывания данной культуры еще не достаточно отработана [5].

Так как генетическая пластичность данного растения обеспечивает адаптацию ее вдали от естественных очагов произрастания и делает возможным интродукцию, актуальным становится выявление особенностей роста и развития, накопления биологически активных веществ в растениях *E. purpurea* в разных почвенно-климатических условиях южной лесостепи Республики Башкортостан.

Цель исследований – выявление особенностей роста и развития *E. purpurea*, интродуцированных в южной лесостепи Республики Башкортостан.

Методика полевых наблюдений и лабораторных анализов. Для сравнения роста и развития растений, физиологических процессов в растениях *E. purpurea* в различных почвенно-климатических условиях Республики Башкортостан были заложены многолетние посевы на пяти географических точках: 1, 2 – Уфимский район (Водно-балансовая станция (ВБС), Демская станция юных натуралистов (ДСЮН)), 3 – Кушнаренковский район (Кушнаренково), 4 – Кармаскалинский район (Кармаскалы), 5 – Чишминский район (Чишмы).

Наступление фенологических фаз развития: розетки, бутонизации, цветения главного побега, – определялось согласно «Методике исследований при интродукции лекарственных растений». Отбор проб для изучения биометрических показателей осуществлялся согласно «Общим методам анализа лекарственного растительного сырья». Наблюдения и учеты включали: определение полевой всхожести, фенологические наблюдения за растениями, учет прироста надземной и подземной массы, накопления в ней сухого вещества по методике государственного сортоиспытания (1971); учет чистой продуктивности фотосинтеза по методу Ничипоровича А.А. (1969); учет массы, объема корневища с корнями и коэффициента продуктивности корневой системы по методу Станкова Н.З. (1977); колориметрический способ сравнительного определения хлорофилла в листьях растений *E. purpurea* по методу Гетри. В качестве критериев темпа роста рассматривали высоту (для

стебля); площадь (для листьев); массу (сырую и сухую) надземных и подземных органов. При наблюдении за ростовыми процессами *E. purpurea* оценивались следующие параметры: линейные (высота растений, длина листа, ширина листа, диаметр цветка), численные (число листьев, стеблей, бутонов, цветов), весовые (масса растения, масса листьев, масса стебля, масса корневища с корнями, масса надземной части, масса репродуктивной части). Оценку измеряемых параметров проводили через каждые 10 дней после появления всходов. Весовые параметры учитывали по фазам развития [7].

Результаты исследований. Интродукция *E. purpurea* в природно-климатических условиях Южного Урала вполне возможна и в целом довольно успешна [7]. Онтогенез *E. purpurea* в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан включает все стадии развития.

1. Латентный период.

1. **Семя.** Односемянные плоды-семянки светло-коричневого цвета. Размеры семян – до 3–4 мм в длину. Лабораторная всхожесть составила в среднем 68 %, полевая всхожесть семян *E. purpurea* в среднем 56 %.

II. **Прегенеративный период** охватывает 1 год жизни.

2. **Проросток.** Характерно наличие двух точек роста: зародышевого корешка и почечки. Наблюдения показали, что наибольшей скоростью роста обладает корень – $18,24 \pm 0,28$ мм и побег – $3,11 \pm 0,31$ мм. Всходы *E. purpurea* появились на 12–15 день, на начальных этапах онтогенеза развивались медленно, их прорастание растягивалось на 20–35 дней. Прорастание семян надземное. Гипокотиль «ложный», представляет собой изогнутые сросшиеся в трубочку черешки семядольных листьев от беловатого до коричневого цветов, в среднем до 8–9 мм в длину. Когда проросток укореняется, две широкоовальные семядоли длиной 4–7 мм и шириной 2,5–3,5 мм выносятся на поверхность и сохраняются более месяца. Отмирание их свидетельствует о переходе в ювенильное состояние.

3. **Ювенильное состояние** характеризуется наличием укороченного побега, образующего розетку из 6–10 простых цельнокрайных округло-яйцевидных листьев с притупленной верхушкой длиной 5,5–11,4 см, шириной 3,7–6,9 см. Главный корень продолжает ветвиться, образуя боковые корни длиной до 7–9 см. У большинства особей ювенильное состояние длилось менее двух месяцев. Ювенильное состояние завершается образованием главного побега высотой до 10 см, не имеющего ветвления.

4. *Имматурное состояние* характеризуется появлением розеточных листьев переходного типа, с вытянутыми заостренными верхушками, сердцевидными основаниями, зубчатыми краями. Длина их составляет 10,6–14,5 см, ширина 5,9–8,6 см, количество 8–15. Высота растений 11,2–21,0 см. Продолжается формирование главного корня длиной 40 см, длина наибольшего бокового корня 10,7–11,4 см.

5. *Виргинильное состояние*. Растение имеет характерные для взрослых особей листья, побеги и корневую систему. Розеточные листья достигают размеров, свойственных листьям особей, находящихся в генеративной фазе. Виргинильное состояние в основном заканчивается у *E. purpurea* на втором году жизни при расцветании соцветия центрального побега.

Период медленного развития надземной массы растений *E. purpurea* продолжался 2,5–3 месяца. И только с конца июня – начала июля процессы роста и развития растений начинают интенсифицироваться. При этом масса сырой надземной части с мая до конца июня возрастала с 1,17 до 7,64 г, а с июня по сентябрь составляла 121,97 г на 1 растение. Сухая надземная масса увеличивалась с 0,49 до 3,21 г и к концу вегетации составляла 51,23 г на одно растение. Максимум нарастания надземной массы приходится на июль–август.

При прохождении прегенеративного периода закономерности роста корневой системы аналогичны росту надземной части, однако есть и определенные отличия. В течение первых 4–5 месяцев темпы роста корневой системы очень незначительны. Начиная с сентября, происходит интенсивный рост как сформированного корневища, так и корней.

III. *Генеративный период охватывает растения первого года цветения.*

На второй год, после перезимовки, *E. purpurea* трогалась в рост и 65–96 % растений вступали в генеративную фазу, а остальные остались в виргинильном состоянии и зацвели только на третий год. Растения 2-го и последующих годов жизни начинали вегетацию с первой декады мая при широком диапазоне суммы эффективных температур. В фазу бутонизации вступали с третьей декады июня при сумме температур от 204 °С до 335 °С, в фазу цветения в конце третьей декады июня при сумме температур от 245 °С до 374 °С.

В июне образовались облиственные побеги, количество которых зависит от возраста растений, погодных условий и площади питания. Начало цветения также зависит от погодных условий и колеблется с третьей декады июня до первой декады июля. Со второго года жизни растения обильно плодоносят, дают полноценные семена. Цветение продолжается до конца августа – начала сентября. Продолжительность цветения одной особи от распускания первого соцветия до увядания последнего составляет от 35 до 60 дней, массовое цветение – 48–65 дней. В более влажных вегетационных условиях растения начинают цвести на две недели раньше.

Генеративные средневозрастные растения характеризуются многочисленными побегами (до 18),

из которых до 50 % цветущих и с хорошо развитым корневищем и придаточными корнями, некоторые из них утолщены. В фазе массового цветения (июль) растения достигают высоты 112,3 см, образуя до 3 побегов, из них 1–2 побега цветущие.

Длина корневища с корнями в среднем составляет 26 см. Корневище формируется к концу 1 года жизни, оно небольшого размера, на нем располагаются многочисленные почки возобновления и придаточные корни. На втором году жизни интенсивный рост надземных органов наблюдается в июне, а рост подземных органов продолжается на протяжении всего вегетационного периода. Образование многоглавого корневища начинается с двухлетнего возраста растений.

Увеличение урожайности надземной массы у растений второго года жизни происходит за счет генеративных побегов. Высота растений увеличивается до 68,7 см, длина и ширина розеточных листьев – до 18,2 и 11,3 см соответственно, количество розеточных листьев возрастает до 48,7 шт. У более старых генеративных растений отмечается уменьшение интенсивности генераций: количество генеративных побегов сокращается. Происходит деление корневища с корнями на отдельные партикулы. Такое состояние у растений начинается, как правило, с 4-го года вегетации. Длительность вегетации достаточно большая, поскольку полностью она заканчивается практически с установлением снежного покрова и составляет около 6 месяцев. По окончании цветения вся надземная масса ежегодно отмирает. Цикл развития растений укладывается в рамки вегетационного периода.

Растения проходят полный цикл развития: обильно цветут, плодоносят, образуют зрелые плоды, дают самосев, морозоустойчивы, зимуют без укрытия, практически не повреждаются вредителями и болезнями. Это позволяет рекомендовать вид для практического использования [2]. При сравнении роста и развития растений *E. purpurea* в различных почвенно-климатических условиях южной лесостепи Республики Башкортостан были получены следующие результаты.

Фенологические наблюдения не выявили заметного различия в длительности прохождения фенологических фаз (таблица 1). Растения, выращенные в Кушнаренковском районе, вступали в фенологическую фазу на 3–6 дней позже, чем в других исследуемых географических точках. Это может быть связано с более северным расположением данного района.

В первый год в начальный период роста нарастание вегетативной массы проходит медленно. Период такого медленного роста надземной массы растений *E. purpurea* продолжается 2,5–3 месяца. И только с конца июня – начала июля процессы роста ее растений начинают интенсифицироваться. Воздушно-сухая надземная масса увеличивается с 0,49 до 3,21 г и к концу вегетации составляет 51,23 г на растение. При густоте стояния растений 92 тыс./га потенциальная урожайность воздушно-сухой надземной массы составляет 4,71 т/га.

Таблица 1 Наступление фаз развития *E. purpurea*

Географическая точка (район)	Год вегетации							
	1-й		2-й			3-й		
	Фаза вегетации							
	всходы	I настоящий лист	розетка	бутонизация	цветение	розетка	бутонизация	цветение
Уфимский I (ВБС)	9.05.	22.05.	2.05.	13.06.	14.07.	5.05.	23.06	7.07.
Уфимский II (ДСЮН)	10.05.	24.05.	2.05.	13.06.	15.07.	6.05.	23.06.	8.07.
Кушнаренковский	13.05.	29.05.	7.05.	20.06.	21.07.	9.05.	28.06.	12.07.
Кармаскалинский	8.05.	21.05.	1.05.	11.06.	13.07.	4.05.	21.06.	6.07.
Чишминский	11.05.	25.05.	3.05.	14.06.	14.07.	5.05.	22.06.	8.07.

Средняя площадь одного листа достигает максимума в августе – 21,29 см². Соответственно с каждым месяцем возрастает и общая площадь листовой поверхности (таблица 2).

Начиная с августа, происходит интенсивный рост как сформированного корневища, так и корней, и их масса к концу вегетации составляет 12,18 г/растение.

Если в начале вегетации у растений *E. purpurea* основную фотосинтетическую роль играют розеточные листья, то со второго года в начале фазы бутонизации ее выполняют главным образом стеблевые листья, т. к. количество розеточных листьев к концу вегетации уменьшается.

Фотосинтетический потенциал *E. purpurea* формируется главным образом за счет образования и развития стеблевых листьев, большая площадь которых в июле–августе – 2809,87–2874,03 см². Масса стеблевых листьев на 1 растение максимальна при отборе в июле – 229,19 г. В июле и августе масса листьев снижается до 136,31 г и 107,35 г соответственно. Наибольшая масса одного листа в июне – 0,81 г. Площадь одного листа на протяжении вегетации меняется не столь значительно, в пределах от 7,89 до 10,05 см².

Площадь розеточных листьев максимальна в период массового цветения – 3090,3 см². Наибольшее изменение ростовой активности листьев отмечалось накануне цветения растений за счет увеличения площади и массы их листовых пластинок, что определяло продуктивность фотосинтеза и в целом урожайность растения. Наибольшее число листьев у растений *E. purpurea* отмечалось в фазу первой половины массового цветения. К этому времени они

имели более крупные размеры. Генеративные побеги достигали максимума в период массового цветения. Площадь листовой поверхности изменялась не только по фазам развития, но и с возрастом растения, достигая своего максимума на втором и третьем годах вегетации (таблица 2, таблица 3). Исследование процесса накопления хлорофилла у растений *E. purpurea* выявило отличие по географическим точкам. Наибольшее содержание хлорофилла было у растений, выращенных в Уфимском районе (II участок). Наблюдение за накоплением хлорофилла в течение вегетационного периода показало, что наибольшее содержание хлорофилла приурочено к фазам бутонизации и цветения (таблица 4).

Содержание хлорофилла в листьях *E. purpurea* положительно коррелирует ($r = 0,47$) с массой надземной части растений по всем географическим точкам, а также с накоплением положительных температур ($r = 0,39$) и осадков ($r = 0,45$). Содержание хлорофилла в листьях *E. purpurea* положительно коррелирует также с коэффициентом продуктивности корневой системы ($r = 0,46$, рисунок 1), что объясняется разрастанием надземной части растений.

Содержание воды в листьях растений *E. purpurea* отличалось по географическим точкам и по годам вегетации. Наибольшая влажность листьев была отмечена в первый год вегетации (83,6 %) и во второй год вегетации в фазу розетки (81,6 %) в Кармаскалинском районе (таблица 5). В последующем этот показатель несколько снизился. Проведенный корреляционный анализ показал, что на влажность листьев влияет суммы положительных температур ($r =$ от 0,38 до 0,99 по годам и фазам вегетации) при достаточной влагообеспеченности.

Таблица 2 Динамика изменения площади листовой поверхности 1 растения *E. purpurea*, см²

Географическая точка (район)	Год вегетации						
	1-й	2-й			3-й		
	Фаза вегетации						
	розетка	розетка	бутонизация	цветение	розетка	бутонизация	цветение
Уфимский I (ВБС)	53,8	138,5	424,9	456,8	355,4	601,6	1114,3
Уфимский II (ДСЮН)	24,5	59,3	263,3	889,5	168,7	627,7	1340,8
Кушнаренковский	51,7	169,3	471,5	992,9	179,2	1240,9	1351,5
Кармаскалинский	98,4	231,9	381,8	472,7	244,5	647,4	866,4
Чишминский	32,6	137,6	497,3	558,6	192,2	889,9	979,8

Таблица 3 Площадь листовой поверхности посева, м²/га

Географическая точка (район)	Год вегетации						
	1-й	2-й			3-й		
	Фаза вегетации						
	розетка	розетка	бутонизация	цветение	розетка	бутонизация	цветение
Уфимский I (ВБС)	269,1	692,5	2124,7	2283,8	1776,9	3007,9	5571,3
УфимскийII(ДСЮН)	122,6	296,4	1316,7	4447,5	843,3	3138,4	6703,9
Кушнаренковский	258,3	846,3	2356,8	4964,4	895,9	6204,6	6757,8
Кармаскалинский	492,1	1159,4	1909,1	2363,6	1222,5	3236,9	4331,9
Чишминский	163,2	687,9	2486,3	2792,8	961,1	4449,8	4898,8

Таблица 4 Содержание хлорофилла в листьях *E. purpurea*, мг/г

Географическая точка (район)	Год вегетации						
	1-й	2-й			3-й		
	Фаза вегетации						
	розетка	розетка	бутонизация	цветение	розетка	бутонизация	цветение
Уфимский I (ВБС)	38,3	39,2	40,0	40,8	39,2	40,3	41,7
Уфимский II (ДСЮН)	23,3	24,2	27,5	29,2	28,3	30,1	33,3
Кушнарниковский	25,8	25,8	32,5	35,2	27,5	33,3	35,8
Кармаскалинский	24,2	25,2	34,2	35,8	25,7	34,6	37,5
Чишминский	36,6	37,5	38,3	40,8	38,3	39,2	41,6

Рисунок 1

Зависимость коэффициента продуктивности корневой системы от содержания хлорофилла в листьях растений *E. purpurea*

Таблица 5 Влажность листьев *E. purpurea*, %

Географическая точка (район)	Год вегетации						
	1-й	2-й			3-й		
	Фаза вегетации						
	розетка	розетка	бутонизация	цветение	розетка	бутонизация	цветение
Уфимский I (ВБС)	70,9	69,3	76,8	73,9	71,34	72,8	72,5
Уфимский II (ДСЮН)	80,8	70,8	74,1	71,0	77,7	74,8	76,9
Кушнарниковский	76,9	76,9	70,7	76,4	69,2	74,8	73,6
Кармаскалинский	83,6	81,6	79,1	77,4	79,3	78,7	75,7
Чишминский	61.1	69.3	63.0	75.3	77.9	78.9	75.6

Выводы. В условиях южной лесостепи Республики Башкортостан *Echinacea purpurea* (L.) Moench проходит полный жизненный цикл, входит в генера-

тивный период развития на 2 год вегетации, обильно цветет, плодоносит, образует зрелые плоды.

Библиографический список

1. Васфилова, Е.С. Некоторые итоги и перспективы интродукции эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) в природно-климатических условиях Среднего Урала [Текст] / Е.С. Васфилова // ВІСНИК Полтавського державного сільськогосподарського інституту. 2000. № 4. С. 20–23.
2. Заманова, Н.А. Особенности биологии и технологии выращивания эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) в южной лесостепи республики башкортостан [Текст]: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Н.А. Заманова. Уфа: Башкирский ГАУ, 2009.
3. Костылев, Д.А. Продуктивность эхинацеи пурпурной в условиях Южного Урала [Текст] / Д.А. Костылев, Н.А. Заманова, З.М. Хасанова // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 8. С. 19–21.
4. Порада, А.А. Интродукция эхинацеи пурпурной на Украине [Текст] / А.А. Порада // Состояние и перспективы научных исследований по интродукции лекарственных растений. Киев, 1990. С. 187–190.
5. Самородов, В.Н. Эхинацея на рубеже XXI века: проблемы, тенденции, перспективы (по материалам конференции в Канзас-Сити, США) [Текст] / С.В. Поспелов // Вісник Полтавськ. держ. с.-г. ін-ту. Полтава, 2000. № 3. С. 90–97.

6. Хасанова, З.М. Особенности адаптации и продукционного процесса *E. purpurea* в условиях Южного Урала [Текст] / З.М. Хасанова, Л.А. Хасанова Л.Г. Наумов, Н.А. Заманова, Л.Ю. Маркеля // Биологические ресурсы и устойчивое развитие. Тезисы докладов Международной научной конференции. Пушино, 2001. С. 452.

7. Хасанова, З.М. Из опыта выращивания *E. purpurea* в Республике Башкортостан [Текст] / З.М. Ха-

санова, Л.А. Хасанова, Л.Г. Наумов, Н.А. Заманова, Л.Ю. Маркеля. Уфа, 2003. 38 с.

8. Хасанова, З.М. Биологические особенности эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea*) при интродукции в условиях Южного Урала (Республика Башкортостан) [Текст] / З.М. Хасанова, Л.А. Хасанова, Л.Г. Наумов, Н.А. Заманова // Медицинский вестник Башкортостана. Уфа, 2006. Спец. выпуск № 1. Т. 1. С. 125–126.

Сведения об авторе

Заманова Наиля Айратовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кадастра недвижимости и геодезии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34. Тел.: 8 (347) 228-07-71, e-mail: zamanovanailja@mail.ru.

Проведенные исследования показали, что в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан *Echinacea purpurea* (L.) Moench проходит пол-

ный жизненный цикл, входит в генеративный период развития на 2 год вегетации, обильно цветет, плодоносит, образует зрелые плоды.

N. Zamanova

INFLUENCE OF SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS ON THE MORPHO-PHYSIOLOGICAL FEATURES OF E. PURPUREA PLANTS IN THE SOUTHERN FOREST STEPPE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Key words: *Echinacea purpurea*; medicinal plant; years of vegetation; morpho-physiological features; productivity.

Authors' personal details

Zamanova Nailya, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Real Estate Cadastre and Geodesy. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letiya Oktyabrya, 34. Phone: 8 (347) 228-07-71, e-mail: zamanovanailja@mail.ru.

The conducted study demonstrates that in the conditions of the southern forest steppe of the republic of Bashkortostan *Echinacea purpurea* (L.) Moench com-

pletes the entire life cycle, enters the generative period in the 2nd year of vegetation, flowers abundantly, fruits and brings mellow fruit.

© Заманова Н.А.