

УДК 633.88  
EDN DXSRFP

Гущина В. А.<sup>1</sup>, Никольская Е. О.<sup>2</sup>, Лобанова Н. Ю.<sup>1</sup>  
**ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ  
НА КОРМОЛЕКАРСТВЕННОЕ СЫРЬЕ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО  
УВЛАЖНЕНИЯ**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»;

<sup>2</sup>Филиал федерального бюджетного учреждения Рослесхоза – Центр защиты леса Пензенской области

**Реферат.** Потенциальным регионом возделывания лекарственных растений, в том числе и эхинацеи пурпурной, является Среднее Поволжье. Эхинацея слабо конкурирует с сорняками из-за неравномерного прорастания семян и длительного срока от посева до всходов. Цель исследований заключается в разработке технологических приемов возделывания эхинацеи на фармакологическое сырье, способствующих формированию высокопродуктивных агрофитоценозов, с учетом агроклиматических условий. Схема опыта включала следующие варианты: фактор А (срок посева): подзимний, ранневесенний; фактор В (способ борьбы с сорняками): 1 – трехкратная прополка вручную (контроль); 2 – трехкратная междурядная обработка; 3 – опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит», СП (0,5 кг/га) до всходов культуры; 4 – опрыскивание посевов гербицидом «Миура», КЭ (0,6 л/га) в фазе 2–4 листьев однолетних и многолетних злаковых сорняков; 5 – опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит», СП (0,5 кг/га) до всходов культуры + опрыскивание посевов гербицидом «Миура», КЭ (0,6 л/га) в фазе 2–4 листьев однолетних и многолетних злаковых сорняков. Последствие изучаемых приемов на сырьевую продуктивность рассматривали в 2016–2018 гг. на черноземно-луговой почве опытного участка ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет». ГТК вегетационных периодов составил 0,67–1,39. Наиболее активный рост растений наблюдали при подзимнем посеве и в среднем за три года урожайность зеленой массы эхинацеи достигла 30,34 т/га, при ранневесеннем посеве она была ниже на 8,8%. Более надежная защита посевов от сорняков была при сочетании довсходового внесения «Лазурита», СП (0,5 кг/га) и обработки «Миурой», КЭ (0,6 л/га) в фазе 2–4 листьев сорных растений. При этом урожайность зеленой и воздушно-сухой массы на подзимнем посеве составила 32,24 и 9,68 т/га соответственно, на ранневесеннем она снизилась на 0,13 и 0,99 т/га.

**Ключевые слова:** эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), срок посева, сорная растительность, гербициды, урожайность, энергетическая эффективность.

**Для цитирования:** Гущина В. А., Никольская Е. О., Лобанова Н. Ю. Элементы технологии возделывания эхинацеи пурпурной на кормолекарственное сырье в зоне неустойчивого увлажнения // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 3(31). С. 20–29. EDN: DXSRFP.

**For citation:** Gushchina V. A., Nikolskaya E. O., Lobanova N. Yu. Cultivation technology elements of *Echinacea purpurea* for obtaining fodder and pharmaceutical raw materials in the zone of unstable humidification // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 3(31). P. 20–29. EDN: DXSRFP.

## Введение

После глубокого кризисного состояния лекарственного растениеводства в России, начавшегося с конца 90-х гг. XX столетия, наблюдается повышенный интерес к растениям, которые используют для производства фитопрепаратов [1, 2]. Их потребление будет расти быстрее, чем обычных химических лекарств, так как они,

обладая способностью к значительному накоплению биологически активных веществ, нашли широкое применение в народной и официальной медицине [3–6]. Проблема восстановления данной отрасли была поднята правительством РФ в конце 2016 г. в рамках реализации Проекта «Возрождение отрасли лекарственного растениеводства в РФ» направления «Превентивная медицина» Дорожной карты «ХелсНет» Национальной технологической инициативы (НТИ). В соответствии с ней к 2035 г. необходимо выращивать не менее 1 млн тонн в год лекарственного растительного сырья (ЛРС) [7]. Его промышленное производство предполагает альтернативу дикоросам, что ведёт к сохранению экологии, развитию экономики и импортозамещению [8–10].

Развитие производства лекарственного сырья является важным направлением диверсификации [11] и повышения эффективности агропромышленного комплекса региона [12], так как незаполненные ниши рынка и фактическое отсутствие конкуренции в этих его сегментах представляют значительный интерес для формирования высокоэффективного агробизнеса [11].

Среднее Поволжье относится к потенциальным регионам для возделывания многих лекарственных растений, в том числе и эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), которая стала популярной после катастрофы на Чернобыльской атомной станции в 1986 г. Её использование показало эффективность при лечении иммунодефицитов, вызванных радиационным поражением организма [13]. На территории Российской Федерации созданы опытно-промышленные плантации эхинацеи пурпурной в Московской, Самарской, Белгородской областях и в Краснодарском крае [14]. В Западной Европе изготавливают более 200 фармацевтических препаратов, рекомендованных в качестве биостимуляторов, обладающих тонизирующим, антимикробным, противовирусным и ранозаживляющим действием [15]. Для фармакологов эхинацея стала настоящей биохимической лабораторией. Трава содержит полисахариды (гетероксиланы, арабинорамногалактаны, арабиногалактан), производные кофейной кислоты (цикориевая, кафтаровая и другие конъюгаты оксикоричных кислот), флавоноиды (кверцетин, рутин, апигенин, лютеолин и др.), ненасыщенные соединения (изобутиламиды высших полинасыщенных кислот), эфирные масла (0,15–0,50 %), дубильные вещества, органические кислоты, смолы, фитостерины [16].

Климат Пензенской области умеренно-континентальный с теплым летом и довольно холодной зимой. Для успешной реализации научно-обоснованной технологии выращивания любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и лекарственного растения эхинацеи пурпурной, необходимо изучение природных ресурсов зоны возделывания для установления её адаптационных возможностей к местным условиям.

**Цель исследований** – разработка технологических приемов возделывания эхинацеи пурпурной на фармакологическое сырье, способствующих формированию высокопродуктивных агрофитоценозов, в соответствии с агроклиматическими условиями области.

#### **Материалы и методы исследований**

Закладку двухфакторного опыта по определению оптимального срока посева и способа борьбы с сорной растительностью в агроценозах эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) проводили в 2014–2017 гг. по Б. А. Доспехову [17] по следующей схеме: фактор А (срок посева): подзимний и ранневесенний; фактор В – способ борьбы с сорной растительностью: 1 – трехкратная прополка вручную (контроль); 2 – трехкратная междурядная обработка; 3 – опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит», СП (0,5 кг/га) до всходов культуры; 4 – опрыскивание посевов

гербицидом «Миура», КЭ (0,6 л/га) в фазе 2–4 листьев однолетних и многолетних злаковых сорняков; 5 – опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит», СП (0,5 кг/га) до всходов культуры + опрыскивание посевов гербицидом «Миура», КЭ (0,6 л/га) в фазе 2–4 листьев однолетних и многолетних злаковых сорняков.

Повторность опыта шестикратная, размещение делянок – рендомизированное. Площадь делянок первого порядка 12,5 м<sup>2</sup>, второго – 2 м<sup>2</sup>. Посев эхинацеи пурпурной сорта Полесская красавица осуществляли после чистого пара на глубину 1,5–2,5 см с шириной междурядий 45 см и нормой высева 2 млн всхожих семян на 1 га. При подзимнем сроке сев был проведен 30 октября в 2014 г., 20 и 21 октября в последующие два года, ранневесенний – 30 апреля в 2015 и 2017 гг., 26 апреля – в 2016 г. Уход в год посева предусматривал послепосевное прикатывание, а далее – в соответствии со схемой опыта. Обработку гербицидами проводили ранцевым опрыскивателем вручную. Анализ влияния последствий изучаемых приемов на сырьевую продуктивность продолжался на фитоценозах второго года жизни растений эхинацеи в 2016–2018 гг. на которых проводили ранневесеннее боронование, уборку надземной массы осуществляли в июле в фазе массового цветения.

Энергетическую эффективность рассчитывали по технологическим картам с учетом применяемой технологии, фактической урожайности и зональных нормативных показателей в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными Васиным В. Г. и др. [18], статистическую обработку результатов – по Б. А. Доспехову [17].

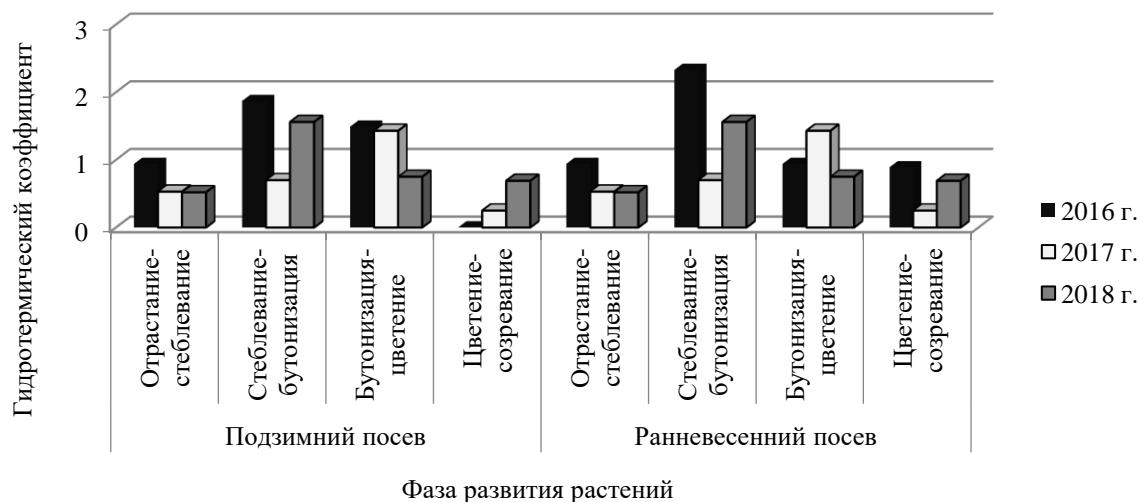
Почва опытного участка черноземно-луговая. Пахотный горизонт характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 3,6–3,8 % (ГОСТ 26213-91), щелочногидролизуемого азота – 77,7–81,1 мг/кг почвы (по Корнфилду), подвижного фосфора – 36,2–37,3 и обменного калия – 78,6–80,3 мг/кг почвы (ГОСТ 26204-91). Реакция среды слабокислая с рН – 5,2–5,5 (ГОСТ 26483-85).

Гидротермические условия в годы исследований варьировали по фазам развития культуры. Достаточным увлажнением характеризовались апрель и май 2016 г., когда осадков выпало в 1,4 и 2,1 раза больше нормы при температурах, превышающих среднемноголетнюю на 2,8 и 0,7 °С, то есть сложились благоприятные условия для весеннего отрастания эхинацеи второго года жизни, где ГТК составил 0,94 (рисунок). В июне сумма выпавших осадков не превышала 40 % от нормы, а уже в июле их количество составило 108,4 мм при среднесуточной температуре 21,3 °С, превышающей норму на 1,6 °С. Такие погодные условия благоприятно отразились на формировании надземной массы.

В течение вегетационного периода 2017 г. температура воздуха была ниже среднемноголетней, когда было на 2,4 °С теплее. В мае и июне эхинацея второго года жизни больше всего нуждается во влаге, так как это совпадает с начальными этапами онтогенеза. Однако осадков в этот период выпало в 1,3 раза меньше нормы при пониженных температурах (ГТК – 0,53). Июльские осадки (86 мм) снизили стресс для растений.

На следующий год, к концу цветения растений, сложились самые засушливые условия, когда гидротермический коэффициент составил 0,56. Отрастающие растения эхинацеи в мае использовали осенне-зимние запасы влаги. Поэтому недостающее количество осадков в этот период (10 мм) и высокие среднесуточные температуры, превышающие норму на 2,5 °С, не снизили интенсивность нарастания растений второго года жизни. Особенно засушливым был июнь, когда выпало только 29 % осадков от нормы. Однако двойное их количество в первой декаде июля и

соответствующее среднемноголетнему во второй декаде, позволили сформировать достаточно развитые растения эхинацеи.



**Рисунок – Гидротермический коэффициент по межфазным периодам вегетации эхинацеи пурпурной второго года жизни**

#### Результаты и их обсуждение

Последствие сроков посева и способов борьбы с сорной растительностью сохранилось и на второй год жизни эхинацеи. Наиболее активный рост растений наблюдали при подзимнем посеве и в среднем за три года урожайность зеленой массы эхинацеи составила 30,34 т/га, на ранневесеннем посеве она на 8,8 % ниже, также, как и по выходу воздушно-сухой массы (таблица 1). Довсходовый гербицид «Лазурит» достаточно эффективно обеспечивал подавление однолетних сорняков в первый год жизни эхинацеи. На следующий год были хорошие условия для получения урожайности зеленой массы в размере 30,10 т/га, воздушно-сухой – 9,03 т/га при подзимнем посеве, 27,86 и 8,36 т/га – на ранневесеннем соответственно. В случае, когда по фону «Лазурита» применяли «Миуру», дополнительный урожай зеленой и воздушно-сухой составил 2,14; 0,65 т/га и 1,11; 0,33 т/га соответственно. Увеличение урожайности надземной массы от двукратной химической прополки в сравнении с использованием «Миуры» равно 4,58 и 1,08 т/га при первом сроке посева, 3,50 и 1,05 т/га – при втором. То есть, более надежная защита посевов эхинацеи от сорняков была при сочетании довсходового внесения «Лазурита» и обработки «Миурой» в фазе 2–4 листьев сорных растений. Таким образом, урожайность зеленой и воздушно-сухой массы была существенно больше, чем при индивидуальном использовании гербицидов.

Ручная прополка сорняков в течение вегетационного периода создавала оптимальные условия для развития эхинацеи, обеспечивая урожайность зеленой массы 28,70 т/га при ранневесеннем посеве, при подзимнем – 32,11 т/га.

Урожайность зеленой массы при трехкратной междурядной культивации при подзимнем посеве снизилась на 2,52 т/га по сравнению с ручной прополкой, при ранневесеннем посеве – на 1,43 т/га.

В процессе развития растения подвергаются влиянию различных абиотических стрессоров как временного, так и постоянного характера. К кратковременным воздействиям относится засуха. Особенно это четко проявилось в 2015 г., то есть в первый год закладки опыта. Последствие засухи (ГТК – 0,69)

отразилась на урожайности лекарственного сырья в 2016 г., когда средняя по опыту составила 28,02 т/га по зеленой и 8,41 т/га по воздушно-сухой массе, то есть на 7,8 % меньше, чем в следующем 2017 г. Этот год был более урожайным. С подзимних посевов собрали в среднем 31,82 т/га, с ранневесенних – на 3,31 т/га меньше.

В лекарственном растениеводстве важной задачей является получение не только высокого урожая сырья, но и хорошего качества. Основным показателем качества кормолекарственных растений является доля листьев и соцветий в урожае зеленой массы, так как в них содержится значительная часть всех хозяйственно полезных веществ.

**Таблица 1 – Сырьевая продуктивность эхинацеи пурпурной второго года жизни, т/га**

Фактор А – срок посева	Фактор В – способ борьбы с сорной растительностью	Зеленая масса				Воздушно-сухая масса			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
Подзимний	Трехкратная прополка вручную (контроль)	30,84	33,64	31,85	32,11	9,26	10,09	9,56	9,64
	Трехкратная междурядная обработка	28,41	31,00	29,35	29,59	8,64	9,30	8,81	8,92
	Опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит»	28,72	31,68	29,89	30,10	8,62	9,51	8,97	9,03
	Опрыскивание посевов гербицидом «Миура»	26,63	28,89	27,45	27,66	7,89	9,67	8,24	8,60
	«Лазурит» + «Миура»	30,95	33,88	31,89	32,24	9,29	10,17	9,57	9,68
	Среднее	29,11	31,82	30,09	30,34	8,74	9,75	9,03	9,17
Ранневесенний	Трехкратная прополка вручную (контроль)	28,27	29,05	28,78	28,70	8,48	8,72	8,64	8,61
	Трехкратная междурядная обработка	26,41	28,34	27,07	27,27	7,92	8,50	8,12	8,18
	Опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит»	26,89	28,80	27,89	27,86	8,07	8,64	8,37	8,36
	Опрыскивание посевов гербицидом «Миура»	24,73	26,63	25,06	25,47	7,42	7,99	7,52	7,64
	«Лазурит» + «Миура»	28,33	29,74	28,84	28,97	8,50	8,92	8,65	8,69
	Среднее	26,93	28,51	27,53	27,66	8,08	8,55	8,26	8,30
Среднее по способам борьбы с сорняками	Трехкратная прополка вручную (контроль)	29,56	31,35	30,32	30,41	8,87	9,41	9,10	9,13
	Трехкратная междурядная обработка	27,41	29,67	28,21	28,43	8,28	8,90	8,47	8,55
	Опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит»	27,81	30,24	28,89	28,98	8,35	9,08	8,67	8,70
	Опрыскивание посевов гербицидом «Миура»	25,68	27,76	26,26	26,57	7,66	8,83	7,88	8,12
	«Лазурит» + «Миура»	29,64	31,81	30,37	30,61	8,90	9,55	9,11	9,19
НСР <sub>05</sub>	А	0,30	0,35	0,31		0,03	0,03	0,03	
	В, АВ	0,48	0,56	0,49		0,05	0,05	0,05	
	частные различия	0,67	0,79	0,69		0,07	0,07	0,07	

В среднем по опыту за три года доля стеблей в структуре урожая составила 51,03 %, листьев – 31,06 %, остальная часть (18,07 %) приходилась на соцветия (таблица 2).

В структуре урожая подзимних посевов на стебли приходится 51,41 %, что превышает ранневесенние посевы на 0,96 %, однако облиственность была меньше на 1,16 % и составила 30,47 %. Генеративная фаза подзимних посевов наступила раньше,

что привело к увеличению соцветий до 18,13 % против 17,88 % ранневесенних. Следовательно, доля листьев и соцветий, являющихся более важным показателем сырья кормолекарственного растения, на ранневесенних посевах на 0,91 % выше, чем на посевах, проведенных под зиму.

**Таблица 2 – Структура урожая зеленой массы эхинацеи пурпурной второго года жизни, % (2016–2018 гг.)**

Фактор А – срок посева	Фактор В – способ борьбы с сорной растительностью	Стебли		Листья		Соцветия	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
Подзимний	Трехкратная прополка вручную (контроль)	16,52	51,45	9,70	30,18	5,89	18,37
	Трехкратная междурядная обработка	15,17	51,28	9,10	30,74	5,32	17,98
	Опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит»	15,52	51,59	9,11	30,28	5,47	18,13
	Опрыскивание посевов гербицидом «Миура»	14,24	51,49	8,54	30,87	4,88	17,64
	«Лазурит» + «Миура»	16,51	51,22	9,76	30,26	5,97	18,52
	Среднее	15,59	51,41	9,24	30,47	5,51	18,13
Ранневесенний	Трехкратная прополка вручную (контроль)	14,31	50,61	8,49	31,14	5,45	18,25
	Трехкратная междурядная обработка	13,83	50,73	8,61	31,48	4,83	17,69
	Опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит»	14,03	50,34	8,90	31,85	4,93	17,81
	Опрыскивание посевов гербицидом «Миура»	12,77	50,13	8,29	32,53	4,41	17,34
	«Лазурит» + «Миура»	14,64	50,54	9,11	31,14	5,22	18,32
	Среднее	13,92	50,45	8,77	31,63	4,97	17,88
Среднее по способам борьбы с сорняками	Трехкратная прополка вручную (контроль)	15,42	51,03	9,32	30,66	5,67	18,31
	Трехкратная междурядная обработка	14,50	50,97	8,86	31,11	5,08	17,79
	Опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит»	14,78	50,97	9,01	31,07	5,20	17,97
	Опрыскивание посевов гербицидом «Миура»	13,51	50,81	8,42	31,70	4,65	17,49
	«Лазурит» + «Миура»	15,58	50,89	9,44	30,71	5,60	18,45
НСР <sub>05</sub>	А	0,06		0,04		0,04	
	В, АВ	0,09		0,06		0,06	
	частные различия	0,13		0,09		0,08	

На процент участия листьев в урожае, а значит и на качество лекарственного сырья способы борьбы с сорняками значительного влияния не оказали. При использовании «Лазурита» для сдерживания роста сорняков облиственность на подзимнем посеве составила 30,28 и 30,40 %. Их ингибирование «Миурой» в чистом виде привело к небольшому увеличению доли листьев (на 0,38 %) по отношению к двукратной химической прополке. От ручного удаления сорного компонента доля листьев была наименьшей 30,18 %, однако доля соцветий увеличилась до 18,37 %. Большему формированию соцветий на растении способствовала двукратная обработка посевов гербицидами, где их доля составила 18,52 %. Подобную закономерность наблюдали на ранневесенних посевах, однако доля листьев в структуре урожая превышала 31 %, а соцветий снижалась до 17,88 %.

В современных условиях из-за резкого и скачкообразного изменения цен на энергетические ресурсы, минеральные удобрения, горюче-смазочные и другие расходные материалы не всегда возможна корректная экономическая оценка изучаемых агроприемов. В этом случае выявление энергетической эффективности

изучаемых технологий преобразования солнечной энергии в продукцию агроценоза становится весьма актуальным [19].

При возделывании эхинацеи пурпурной на сырье, в среднем за три года затраты совокупной энергии в зависимости от сроков посева практически не различались. При подзимнем посеве в зависимости от способов борьбы с сорной растительностью она составила 10,35–11,28 ГДж/га, на ранневесеннем – 10,23–11,12 ГДж/га (таблица 3). Чистый энергетический доход составил 55,48 ГДж/га и 49,30 ГДж/га соответственно. Максимальным, 59,07 ГДж/га, он был при двукратном применении гербицидов, незначительное снижение на 0,77 ГДж/га отмечено на прополке вручную. Такую же тенденцию наблюдали по коэффициенту энергетической эффективности 6,47 и 6,12 при посеве поздно осенью, 5,89 и 5,59 при посеве ранней весной соответственно.

**Таблица 3 – Энергетическая эффективность приемов возделывания эхинацеи пурпурной на сырье (2016–2018 гг.)**

Фактор А – срок посева	Фактор В – способ борьбы с сорной растительностью	Урожайность, т/га	Совокупные затраты энергии, ГДж/га	Количество энергии в урожае, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж	Энергетический коэффициент
Подзимний	Трехкратная прополка вручную (контроль)	9,64	11,28	69,58	58,30	6,12
	Трехкратная междурядная обработка	8,92	10,76	64,38	53,62	5,98
	Опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит»	9,03	10,35	65,22	54,87	6,30
	Опрыскивание посевов гербицидом «Миура»	8,60	10,57	62,09	51,52	5,87
	«Лазурит» + «Миура»	9,68	10,80	69,87	59,07	6,47
Ранневесенний	Трехкратная прополка вручную (контроль)	8,61	11,12	62,19	51,07	5,59
	Трехкратная междурядная обработка	8,18	10,64	59,06	48,42	5,55
	Опрыскивание почвы гербицидом «Лазурит»	8,36	10,23	60,36	50,13	5,90
	Опрыскивание посевов гербицидом «Миура»	7,64	10,37	55,18	44,81	5,32
	«Лазурит» + «Миура»	8,69	10,65	62,74	52,09	5,89

### Выводы

Таким образом, оптимальным сроком посева эхинацеи пурпурной сорта Полесская красавица является подзимний при средней урожайности зеленой и воздушно-сухой массы 32,24 т/га и 9,68 т/га соответственно, где для борьбы с сорной растительностью использовали гербицид «Лазурит», СП (0,5 кг/га) до всходов эхинацеи с последующей прополкой гербицидом «Миура», КЭ (0,6 л/га) в фазе 2–4 листьев однолетних и многолетних злаковых сорняков. Этот вариант по сбору зеленой и воздушно-сухой массы превысил ранневесенний на 3,27 и 0,99 т/га соответственно. При этом на долю листьев и соцветий приходилось 48,78 и 49,46 % соответственно. Продуктивность агроценоза при ручном удалении сорняков не снижалась. Выход зеленой массы составил 32,11 т/га, воздушно-сухой 9,64 т/га при увеличении совокупных затрат энергии на 0,48 ГДж/га.

### Литература

1. Маланкина Е. Л., Кузнецова Л. В., Козловская Л. Н., Комарова Е. Л. Использование декоративных сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) в качестве источника лекарственного растительного сырья в условиях Нечерноземной зоны России // Известия

Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2012. № 2. С. 106–110.

2. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1 (13). С. 18–40.

3. Бабаева Е. Ю., Зверева В. И., Семкина О. А. Содержание фруктозанов инулиноподобного типа в подземных органах эхинацеи пурпурной и продуктах их переработки // Химико-фармацевтический журнал. 2018. Т. 52. Вып. 7. С. 26–29. DOI: 10.30906/0023-1134-2018-52-7-26-29.

4. Белик Е. В., Брыкалов А. В. Исследование содержания биологически активных веществ в некоторых лекарственных растениях, их биоантиоксидантные и антимикробные свойства // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 34. С. 106–110.

5. Романова Н. Г., Шатилова Т. И., Маланкина Е. Л. Влияние регулятора роста Циркон и микроудобрения Феровит на содержание фенольных соединений в чабре садовом // Плодородие. 2019. № 3 (108). С. 17–19. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.05.

6. Копылова И. Е., Бабаева Е. Ю., Петрова А. Л. Накопление суммы производных оксикоричных кислот в траве эхинацеи пурпурной свежей при использовании макро- и микроудобрений // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2014. № 6. С. 16–20.

7. Козко А. А., Цицилин А. Н. Перспективы и проблемы возрождения лекарственного растениеводства в России // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2018. Т. 146. С. 18–25. DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.03.

8. Гущина В. А., Никольская Е. О., Лобанова Н. Ю. Влияние условий произрастания на продуктивность эхинацеи пурпурной в год посева // Аграрный научный журнал. 2022. № 2. С. 18–21. DOI: 10.28983/asj.y2022i2pp18-21.

9. Цицилин А. Н., Пугач Л. В. Изучение генофонда ботанического сада и коллекционных питомников филиалов ВИЛАР – один из путей ускоренной и успешной интродукции лекарственных растений // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 12. С. 14–15.

10. Зволинский В. П., Рыбашлыкова Л. П. Опыт интродукции лекарственных растений в Астраханской области // Аграрный вестник Урала. 2014. № 1 (119). С. 13–16.

11. Gushchina V. A., Nikolskaya E. O., Lobanova N. Yu. Change in indicators of photosynthetic activity of *Echinacea purpurea* seedlings in the second year of life // Plant Archives. 2021. Vol. 21. No. 1. P. 467–472. DOI: 10.51470/PLANTARCHIVES.2021.v21.no1.066.

12. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В., Мишнев А. В. История, современное состояние и перспективы развития эфиромасличной отрасли // Аграрный Вестник Урала. 2017. № 11 (165). С. 37–46.

13. Дейнека С. Е. Экспериментальное обоснование возможности использования настойки эхинацеи пурпурной для профилактики, обусловленной металлами экзозависимой группы // Материалы Международной научно-производственной конференции «С эхинацей в третье тысячелетие». Полтава, 2003. С. 163–167.

14. Денисенко Ю. О. Фарматехнологические исследования суппозиторий с экстракционными компонентами травы эхинацеи пурпурной и оценка норм их качества. Технология получения лекарств. Автореф. дисс. .... канд. фарм. наук. Пятигорск: Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2015. 23 с.

15. Поспелов С. В., Самородов В. Н., Поспелова А. Д. Качественная оценка сырья сортов эхинацеи селекции ПДАА // Материалы Международной научно-производственной конференции «С эхинацей в третье тысячелетие». Полтава, 2013. С. 180–185.

16. Кузык А. В., Середа А. В., Бойко В. С. Стандартизация травы эхинацеи пурпурной // Материалы Международной научно-производственной конференции «С эхинацей в третье тысячелетие». Полтава, 2003. С. 123–126.

17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

18. Васин В. Г., Толпекин А. А., Зудилин С. Н., Зорин А. В., Кожевникова О. П. Энергетическая эффективность полевых агрофитоценозов в Среднем Поволжье: учебное пособие. Самара: ОАО «ЧИПО», 2005. 124 с.

19. Надежкина Е. В., Толочек Н. Н., Надежкин С. М. Эколого-экономическая и энергетическая оценка агроэкосистем: учебное пособие. Пенза: РИО ПГСХА, 2002. 162 с.

## References

1. Malankina E. L., Kuznetsova L. V., Kozlovskaya L. N., Komarova E. L. The use of ornamental varieties of *Calendula officinalis* L. as a source of medicinal plant raw materials in the conditions of the non-chernozem zone of Russia // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2012. No. 2. P. 106–110.



2. Pashtetskiy V. S., Nevkrytaya N. V. Use of essential oils in medicine, aromatherapy, veterinary and crop production (review) // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2018. No. 1 (13). P. 18–40.
3. Babaeva E. Yu., Zvereva V. I., Semkina O. A. Inulin-like fructosan content in the below-ground organs of *Echinacea purpurea* and its processing products // Pharmaceutical Chemistry Journal. 2018. Vol. 52. No. 7. P. 623–626. DOI: 10.1007/s11094-018-1871-9.
4. Belik E. V., Brykalov A. V. Investigation of the content of biologically active substances in some medicinal plants, their bioantioxidant and antimicrobial properties // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2012. No. 34. P. 106–110.
5. Romanova N. G., Shatilova T. I., Malankina E. L. The effect of the growth regulator “Zircon” and microfertilizer “Ferovit” application on the content of phenol compounds in summer savory // Plodorodie. 2019. No. 3 (108). P. 17–19. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.05.
6. Kopylova I. E., Babaeva E. Yu., Petrova A. L. The accumulation amounts of derivatives hydroxycinnamic acids in *Echinacea purpurea* fresh herb from the use macro and micronutrients // Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry. 2014. No. 6. P. 16–20.
7. Kozko A. A., Tsitsilin A. N. Prospects and problems of revival of medicinal crop production in Russia // Works of the State Nikit. Botan. Gard. 2018. Vol. 146. P. 18–25. DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.03.
8. Gushchina V. A., Nikolskaya E. O., Lobanova N. Yu. Influence of growth conditions on productivity of *Echinacea purpurea* in the year of sowing // The Agrarian Scientific Journal. 2022. No. 2. P. 18–21. DOI: 10.28983/asj.y2022i2pp18-21.
9. Tsitsilin A. N., Pugach L. V. Farmakognjstichesky studiyng risomes and roots *Potentilla alba* // Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry. 2015. No. 12. P. 14–15.
10. Zvolinsky V. P., Rybashlykova L.P. The experience of medicinal plants’ introduction in the Astrakhan region// Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 1 (119). P. 13–16.
11. Gushchina V. A., Nikolskaya E. O., Lobanova N. Yu. Change in indicators of photosynthetic activity of *Echinacea purpurea* seedlings in the second year of life // Plant Archives. 2021. Vol. 21. No. 1. P. 467–472. DOI: 10.51470/PLANTARCHIVES.2021.v21.no1.066.
12. Pashtetskiy V. S., Nevkrytaya N. V., Mishnev A.V. History, modern state and prospects of the essential oil industry development // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 11 (165). P. 37–46.
13. Deineka S. E. Experimental substantiation of the possibility of using *Echinacea purpurea* tincture for prevention caused by metals of an eco-dependent group // Materials of the International Scientific and Industrial Conference “With Echinacea in the Third Millennium”. Poltava, 2003. P. 163–167.
14. Denisenko Yu. O. Pharmatechnological studies of suppositories with extraction components of the herb *Echinacea purpurea* and assessment of their quality standards. Technology of obtaining medicines. Author’s abstract diss. ... Cand. Sc. (Pharm). Pyatigorsk: Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute, branch of the Volgograd State Medical University, 2015. 23 p.
15. Pospelov S. V., Samorodov V. N., Pospelova A. D. Qualitative assessment of raw materials of echinacea varieties of PDAA breeding // Materials of the International Scientific and Industrial Conference “With Echinacea in the Third Millennium”. Poltava, 2013. P. 180–185.
16. Kutsik A. V., Sereda A. V., Boyko V. S. Standardization of the herb *Echinacea purpurea* // Materials of the International Scientific and Industrial Conference “With Echinacea in the Third Millennium”. Poltava, 2003. P. 123–126.
17. Dospekhov B. A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
18. Vasin V. G., Tolpekin A. A., Zudilin S. N., Zorin A. V., Kozhevnikova O. P. Energy efficiency of field agrophytocenoses in the Middle Volga region: textbook. Samara: “ChIPO OAO” (Open Joint-stock Company), 2005. 124 p.
19. Nadezhkina E. V., Tolochek N. N., Nadezhkin S. M. Ecological-economic and energy assessment of agroecosystems: textbook. Penza: RIO Penza SAU, 2002. 162 p.

UDC 633.88

Gushchina V. A., Nikolskaya E. O., Lobanova N. Yu.

### **CULTIVATION TECHNOLOGY ELEMENTS OF *ECHINACEA PURPUREA* FOR OBTAINING FODDER AND PHARMACEUTICAL RAW MATERIALS IN THE ZONE OF UNSTABLE HUMIDIFICATION**

**Summary.** Middle Volga region is one of the regions where cultivation of medicinal plants, including *Echinacea purpurea*, is possible. *Echinacea* competes poorly with weeds due to uneven seed germination and extended period from sowing to germination. Therefore, the purpose of the research was to develop technological methods of echinacea

cultivation, which, on the one hand, would contribute to the obtaining pharmaceutical raw materials, and, on the other hand, to the formation of highly productive agrophytocenoses bearing in mind agro-climatic conditions. In this regard, the scheme of the experiment was presented by the listed below options: Factor A (planting date): underwinter sowing, early spring sowing; Factor B (weed control method): 1 – three-time hand weeding (control); 2 – three-time inter-row tillage; 3 – spraying soil with herbicide “Lazurit” (wetable powder) at a doze 0.5 kg/ha before the seedlings of *E. purpurea* emerge; 4 – spraying crops with herbicide “Miura” (emulsifiable concentrate) at a doze 0.6 l/ha in the phase of 2-4 leaves of annual and perennial grass-type weeds emergence; 5 – spraying soil with the herbicide “Lazurit” (wetable powder) at a doze 0.5 kg/ha before the seedlings of *E. purpurea* emerge + spraying crops with herbicide “Miura” (emulsifiable concentrate) at a doze 0.6 l/ha in the phase of 2-4 leaves of annual and perennial grass-type weeds emergence. In 2016-2018, on the experimental fields of Penza State Agrarian University, we studied the aftereffect of the mentioned techniques on *Echinacea purpurea* raw material productivity. Soil – meadow-chernozemics. Selyaninov Hydrothermal Coefficient (HTC) during the growing seasons of echinacea was 0.67–1.39. The most active plant growth was observed in the variant “underwinter sowing”. On average, over three years, the yield of green mass in this variant reached 30.34 t/ha; in “early spring sowing”, this indicator was 8.8 % less. The best weed control method – herbicide “Lazurit” (wetable powder) at a doze 0.5 kg/ha before the seedlings of *E. purpurea* emerge + herbicide “Miura” (emulsifiable concentrate) at a doze 0.6 l/ha in the phase “2-4 leaves of weeds”. In this case, the yield of green and air-dry mass in “underwinter sowing” variant was 32.24 and 9.68 t/ha, respectively; in “early spring sowing”, it decreased by 0.13 and 0.99 t/ha.

**Keywords:** *Echinacea purpurea* (L.) Moench, planting date, weeds, herbicides, yield, energy efficiency.

Гушина Вера Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой растениеводства и лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»; 440014, Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30; e-mail: guschina.v.a@pgau.ru.

Никольская Елена Олеговна, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель начальника отдела «Пензенская лесосеменная станция» Филиал ФБУ Рослесозащита – ЦЗЛ Пензенской области, 440014, Россия г. Пенза, ул. Spartakovskaya, 9; e-mail: nickolsk4ya@yandex.ru.

Лобанова Наталья Юрьевна аспирант кафедры растениеводства и лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»; 440014 Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30; e-mail: nu.lobanova@mail.ru.

Gushchina Vera Aleksandrovna, Dr. Sc. (Agr.), professor, head of the Department of plant growing and forestry, Penza State Agrarian University; 30, Botanicheskaya str., Penza, 440014, Russia; e-mail: guschina.v.a@pgau.ru.

Nikolskaya Elena Olegovna, Cand. Sc. (Agr.), deputy head of the Department “Penza Forest Seed Station” Branch of the Federal Budgetary Institution Roslesozashchita – Forest Protection Center of the Penza region; 9, Spartakovskaya str., Penza, 440014, Russia; e-mail: lenanik2006@rambler.ru.

Lobanova Natalia Yurievna, postgraduate student of the Department of plant growing and forestry, Penza State Agrarian University; 30, Botanicheskaya str., Penza, 440014, Russia; e-mail: nu.lobanova@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 15.04.2022.

Дата принятия к печати – 25.07.2022.