

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-66-71>
УДК 633.88:581.1.045(479)

Р.Р. Тхаганов^{1*}, А.И. Морозов²,
Н.С. Тропина¹, Р.Н. Тхаганов¹

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (Северо-Кавказский филиал), 353225, Россия, Краснодарский край, Динской район, ст. Васюринская, пос. ЗОС ВНИИЛР

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» 117216, Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7

Автор для переписки: krasnodarvilar@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Все авторы участвовали в написании статьи, прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Для цитирования: Тхаганов Р.Р., Морозов А.И., Тропина Н.С., Тхаганов Р.Н. Абиотические стрессы и пути их преодоления на тысячелистнике обыкновенном (*Achillea millefolium* L.) в условиях Западного Предкавказья. *Овощи России*. 2022;(6):66-71. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-66-71>

Поступила в редакцию: 19.10.2022

Принята к печати: 07.11.2022

Опубликована: 02.12.2022

Ruslan R. Tkhananov^{1*}, Aleksandr I. Morozov²,
Nina S. Tropina¹, Ramazan N. Tkhananov¹

¹ All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (North Caucasus branch) village ZOS VNIILR, Vasyurinskaya station, Dinskoy district, Krasnodar Territory, Russia, 353225

² All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants 7, Grina str., Moscow, Russia, 117216

*Correspondence Author: krasnodarvilar@gmail.com

Conflict of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Author contributions: All authors confirm they have contributed to the intellectual content of this paper.

For citations: Tkhananov R.R., Morozov A.I., Tropina N.S., Tkhananov R.N. Abiotic stresses and ways to overcome them on *Achillea millefolium* L. in conditions of the Western Precaucasus. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(6):66-71. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-66-71>

Received: 18.10.2022

Accepted for publication: 07.10.2022

Published: 02.12.2022

Абиотические стрессы и пути их преодоления на тысячелистнике обыкновенном (*Achillea millefolium* L.) в условиях Западного Предкавказья



Резюме

Актуальность. В обширном ассортименте эфиромасличных культур важное место принадлежит тысячелистнику обыкновенному (*Achillea millefolium* L.), фитопрепараты, произведенные на его основе, широко применяются при лечении воспалительных процессов, нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта. Для обеспечения фармацевтической промышленности данным видом лекарственного сырья необходимо создание адаптированных технологий, где важным звеном будет разработка приемов адаптации культуры к нестабильным погодным условиям.

Методология. Исследования проводили в условиях Северо-Кавказского филиала ВИЛАР (Западное Предкавказье) в 2019-2021 годах, путем постановки мелкоделяночных опытов. Изучались показатели роста и развития тысячелистника II-V годов вегетации, урожайность сырья, содержание эфирного масла и его сбор с гектара при нестабильных погодных условиях.

Результаты. Было установлено, что при достаточной влагообеспеченности и комфортном уровне температур воздуха 2021 года, наблюдается высокая урожайность лекарственного сырья данной культуры. В то же время низкая влагообеспеченность и высокие температуры 2020 года оказали отрицательное влияние на развитие растений, установлено падение урожайности на 1,35-1,65 т/га, что привело к потерям сбора эфирного масла с гектара на 3,23-4,32 кг/га. Снижение степени отрицательного воздействия засухи на растения тысячелистника II-IV годов вегетации удалось добиться путем применения кремнийсодержащего микроудобрения Силиплант. Двукратная обработка данным препаратом способствовала снижению потерь урожая сырья до 5-6% и сбора эфирного масла с гектара до 5-7%. в контроле – 21-24% и 22-24%, соответственно. Несмотря на высокую урожайность сырья на II-III годах вегетации тысячелистника, применение Силипланта позволяет осуществлять сбор эфиромасличного сырья в течение 4-х лет. Таким образом, включение микроудобрения Силиплант в технологию возделывания позволяет растениям адаптироваться к условиям гидротермального стресса и дает возможность получать стабильные урожаи сырья с высоким сбором эфирного масла с гектара независимо от погодных условий.

Ключевые слова: тысячелистник обыкновенный, погодные условия, Силиплант, урожайность, эфирное масло

Abiotic stresses and ways to overcome them on *Achillea millefolium* L. in conditions of the Western Precaucasus

Abstract

Relevance. An important place in the extensive assortment of ether-oil cultures belongs to the common yarrow (*Achillea millefolium* L.), phytopreparations produced on its basis are widely used in the treatment of inflammatory processes, the normalization of the gastrointestinal tract.

Methodology. To provide the pharmaceutical industry with this type of medicinal raw materials, it is necessary to create adapted technologies, where an important link will be the development of techniques for adapting the culture to unstable weather conditions.

Results. The studies were carried out in the conditions of the North Caucasus branch of VILAR (West Ciscaucasia) in 2019-2021, by conducting small-scale experiments. The indicators of growth and development of yarrow of the II-V years of vegetation, the yield of raw materials, the content of essential oil and its collection per hectare under unstable weather conditions were studied. It was found that with sufficient moisture supply and a comfortable level of air temperatures in 2021, a high yield of medicinal raw materials of this crop is observed. At the same time, low water supply and high temperatures in 2020 had a negative impact on plant development, a drop in yield of 1.35-1.65 t/ha was established, which led to losses in the collection of essential oil per hectare by 3.23-4.32 kg/ha. A decrease in the degree of negative impact of drought on yarrow plants of the II-IV years of vegetation was achieved through the use of silicon-containing microfertilization Siliplant. Double treatment with this drug contributed to a decrease in the yield of raw materials to 5-6% and the collection of essential oil per hectare to 5-7%. in the control – 21-24% and 22-24%, respectively. Despite the high yield of raw materials in the III-III years of yarrow vegetation, the use of Siliplant allows collecting ether-oil raw materials for 4 years. Thus, the inclusion of Siliplant microfertilization in cultivation technology allows plants to adapt to hydrothermal stress conditions and makes it possible to obtain stable yields of raw materials with a high collection of essential oil per hectare, regardless of weather conditions.

Keywords: *Achillea millefolium* L., weather conditions, Siliplant, yield, essential oil
Conflict of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Введение

В последние годы в России резко возрастает интерес к эфиромасличным культурам, которые являются источниками ценных эфирных масел, обладающих антибактериальными, антисептическими и противовоспалительными свойствами, с успехом используемых в медицине для лечения органов дыхания, нервной системы, в новом направлении – ароматерапия. Эфирные масла широко применяются в различных промышленных отраслях: в парфюмерно-косметической, пищевой, кондитерской, табачной, химической [1].

В России после распада СССР сократились площади под эфиромасличными культурами, упало производство эфирного масла, и большинство их импортируется из Индии, Китая, Израиля, Турции и других стран. Обеспечить импортозамещение данной продукции возможно как за счет увеличения площадей под эфиромасличными культурами, так и путем повышения их урожайности.

В обширном ассортименте эфиромасличных растений важное место принадлежит тысячелистнику обыкновенному (*Achillea millefolium* L.) семейства астровые (*Asteraceae*), известному и популярному как в народной, так и официальной медицине. Это многолетнее травянистое растение с ползучим шнуровидным корневищем, от которого отходят многочисленные подземные и надземные побеги. Листья дважды или трижды перисто-рассеченные. Корзинки собраны в щитковые соцветия. Обертка корзинки яйцевидная или продолговато-яйцевидная. Краевых язычковых цветков 5-6 белого или розового цвета, срединные цветки трубчатые, обоюполые [2].

Лекарственным сырьем тысячелистника обыкновенного является трава (цветоносные облиственные побеги, срезанные на уровне 15 см), где основными действующими веществами являются эфирное масло, флавоноиды, фенольные соединения, органические кислоты и аминокислоты [3, 4]. При изучении химического состава эфирного масла тысячелистника было установлено более 30 идентифицированных компонентов, из которых преобладали сабинен, 1,8-цинеол, борнеол, камфора и незначительное количество хамазулена [5,6,7]. В работе иранских ученых отмечалось, что основным компонентом эфирного масла является хамазулен и самый высокий его уровень, как и эфирного масла, обнаружен на втором году вегетации культуры [8]. Вполне возможно, что почвенно-климатические условия (влагообеспеченность, температурный режим, солнечная инсоляция) оказывают влияние на состав эфирного масла.

В современной медицине траву тысячелистника и фитопрепараты на их основе применяют в качестве кровоостанавливающего средства, при лечении воспалительных процессов, для нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта. Эфирное масло обладает бактерицидным, антимикробным, отхаркивающим, ранозаживляющим и антиоксидантным действием [9]. В последние годы в научной медицине показана возможность применения травы тысячелистника обыкновенного в качестве антимикробного, иммуномодулирующего и протекторного средства при стафилококковой инфекции. [5,10].

Для обеспечения фармацевтической промышленности сырьем тысячелистника необходимо расширение зон его возделывания, так как в основном он выращивается в средней полосе России. Однако данная культура пластична и с успехом может возделываться в более южных

регионах, в частности в условиях Краснодарского края.

Из литературных данных известно, что урожайность сельскохозяйственных культур зависит от многих причин и прежде всего от погодных условий. Частые засухи, которые наблюдаются в последнее время, как в России, так и в мире, оказывают негативное влияние на урожаи растениеводческой продукции [11,12]. Повышение температуры воздуха и низкая влагообеспеченность также приводит к снижению урожайности лекарственных и эфиромасличных культур [12,13].

В связи с этим в настоящее время важным является изучение вопроса повышения устойчивости растений к нестабильным погодным условиям. Смягчить их действие возможно путем применения микроудобрений, в частности, на основе активных форм кремния. В ряде работ показано, что оптимизация кремниевого питания позволяет изменить направленность основных физиологических процессов (фотосинтез, дыхание), нарушение которых наблюдается в условиях погодных стрессов, а также позволяет мобилизовать потенциальные возможности растительного организма, направленные на повышение его биопродуктивности [14]. В других исследованиях наблюдается повышение адаптации растений к гидротермальному стрессу при обработке препаратами кремния связывается с формированием в эпидермисе биокремниевых структур, что способствует снижению тепловой нагрузки на растительный организм и температуры листа. При этом отмечается уменьшение потерь воды при транспирации и наименьший уровень испарения, то есть поддерживается водный баланс, что позволяет растениям выживать в условиях засухи [15, 16].

Проведенные некорневые подкормки кремнийсодержащим микроудобрением Силиплант лопуха большого, амми большой и эхинацеи пурпурной способствовали повышению адаптации растений к засушливым погодным условиям и обеспечивали стабильные урожаи лекарственного сырья [13, 17].

Цель исследований – изучение изменений урожайности тысячелистника обыкновенного в зависимости от погодных условий и разработка приемов адаптации культуры к стрессовым факторам в связи с частыми засухами в условиях Западного Предкавказья.

Материалы и методы

Materials and methods

Исследования по изучению влияния погодных условий и применения микроудобрений на урожайность тысячелистника проведены в Северо-Кавказском филиале ВИЛАР (Западное Предкавказье) в 2019-2021 годах.

Экспериментальные исследования включали постановку мелкоделяночных полевых опытов, проведение учетов и наблюдений за ростом и развитием растений, определение урожайности, изучение содержания эфирного масла в сырье.

Расположении делянок рендомизированное, повторность опытов 4-х кратная, площадь опытной делянки 12 м² с шириной междурядий 60 см.

Опыты закладывались согласно следующим методикам: «Проведение полевых опытов с лекарственными культурами», «Требованиям к оформлению полевых опытов во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР)» [19, 20].

Почва опытного поля – чернозем, выщелоченный малогумусный сверхмощный, отличается большой мощностью гумусового горизонта (А + В до 160 см) и сравнительно низким (3,7%) содержанием гумуса в верхнем горизонте почвы. По результатам агрохимического обследования установлено, что содержание подвижного фосфора составляет 27 мг/кг, обменного калия – 243 мг/кг, подвижной серы – 6,2 мг/кг, присутствует незначительное количество подвижных форм марганца, цинка, меди и кобальта. Верхний слой почвы имеет близкую к нейтральной реакцию почвенной среды, рН КС1 = 5,9.

Некорневые подкормки кремнийсодержащим микроудобрением Силиплант проводили: при однократной обработке – в фазу массового отрастания растений; при двукратной – первая обработка в начале отрастания растений, вторая – через 25 дней. При каждой обработке норма расхода препарата оставляла 0,7 л/га, расход рабочего раствора 300 л/га. В состав Силипланта универсального входят биоактивный кремний, микроэлементы К, Сu, Fe, Mn, Zn, Mg, Со в хелатной форме.

Уборку урожая травы осуществляли в фазу бутонизации - начала цветения - в первой декаде июля.

Количественное определение содержания эфирного масла проводили методом гидродистилляции (прибором Гинзберга) согласно фармакопеи XIV [21].

Экспериментальные данные обрабатывались статистически по Б.А. Доспехову [22].

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Метеоусловия в годы проведения исследований (2019-2021 гг.) отличались по температурному режиму и количеству осадков, как между собой, так и от средних многолетних показателей. Так, в 2019 и особенно в 2021 годах погодные условия были комфортными для роста и развития растений тысячелистника II-IV годов вегетации. В 2019 году среднесуточные температуры воздуха превосходили среднемноголетние: в мае на 1,7°C, в июне – на 4,5°C, в июле – на 4,0°C, сумма осадков в мае и июне – на 21,5 и 2,8 мм, соответственно, только в июле их количество снижалось на 5,9 мм. В 2021 году температуры вегетационного периода и количество выпавших осадков были выше, чем в 2019 году. Отклонения от среднемноголетних показателей с мая по июль составили: по температурам от 5,4 - 7,8°C, по сумме осадков – от 75,5 - до 14,9 мм. В 2020 году рост и развитие тысячелистника проходило при аномальных погодных условиях – недостаточной влагообеспеченности на фоне высокого уровня температуры воздуха в течение всего периода вегетации культуры. Начиная с апреля, сумма осадков была ниже среднемноголетних на 7,0-7,9 мм, только в июне выпали дожди в форме ливней. Текущий год отличался не только малым количеством осадков, но и наблюдалось значительное повышение температуры воздуха, отклонения от среднемноголетних показателей составили в мае 2,9°C, в июне -6,9°C (табл. 1).

Таблица 1. Показатели среднемесячных температур и суммы осадков в годы проведения исследований
Table 1. Indicators of average monthly temperatures and total precipitation during the study years

Годы проведения исследований	Температура, С°				Осадки, мм			
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Апрель	Май	Июнь	Июль
2019	13,1	18,9	24,8	26,6	39,4	78,5	69,8	54,1
2020	15,9	20,1	27,2	22,4	40,1	49,2	65,2	57,2
2021	14,9	22,6	25,9	30,4	59,3	132,5	64,8	74,9
Средние многолетние показатели	15,3	17,2	20,3	22,6	48	57	67	60

Таблица 2. Влияние погодных условий на рост и урожайность тысячелистника обыкновенного II-V годов вегетации
Table 2. Effect of weather conditions on growth and yield of yarrow of common vegetation years II-V

Годы проведения исследований	Высота растений, см	Количество корзинок, шт./растении	Урожайность, т/га	Содержание эфирного масла, %	Сбор эфирного масла, кг/га
II год вегетации					
2019	89,8±4,51	10,2	7,06	0,232	16,38
2020	74,8±3,04	8,6	5,95	0,231	13,69
2021	95,1±4,72	11,5	7,60	0,237	18,01
III год вегетации					
2019	82,5±3,38	10,4	6,94	0,240	16,66
2020	70,1±3,51	8,3	5,84	0,229	13,37
2021	89,8±4,11	11,8	7,38	0,234	17,27
IV год вегетации					
2020	59,5±2,98	6,3	4,97	0,230	11,43
2021	75,3± 3,76	8,8	6,32	0,232	14,66
V год вегетации					
2021	60,5±3,08	8,5	4,49	0,233	10,46

НСР_{0,95} = 0,93 т; S_x % = 5,7

Погодные условия оказали существенное влияние на рост и развитие растений тысячелистника. Наиболее благоприятными для роста и развития тысячелистника были 2019 и 2021 годы. Растения в эти годы отличались наибольшей интенсивностью ростовых процессов. Как видно из приведенных данных в таблице 2, наибольшая высота и количество соцветий на одном растении тысячелистника II-V годов вегетации на момент уборки урожая наблюдалась в 2021 году, когда высокие температуры воздуха сочетались с высоким уровнем осадков. Это способствовало большей урожайности лекарственного сырья, показатели которой превышали 2019 год на II году вегетации культуры на 0,54 т/га, на III-м – на 0,44 т/га.

Засушливые погодные условия 2020 года отрицательно сказались на росте растений тысячелистника II-IV годов вегетации. Высота растений снижалась по сравнению с оптимальными условиями 2021 года на 21-22%, количество соцветий – 25-30%, урожайность – на 1,35-1,65 т/га (21-22%). Изменений по содержанию эфирного масла в сырье не обнаружено. За счет снижения урожайности снижался и сбор эфирного масла – на 3,23-4,32 кг/га (табл.2).

Для повышения адаптации тысячелистника к погодным условиям были заложены опыты по обработке вегетирующих растений кремнийсодержащим микроудобрением Силиплант в норме расхода 0,7 л/га при однократном и двукратном внесении. Приведенные в таблице 3 данные по испытанию Силипланта показывают его положительное действие на урожайность культуры II-IV годов вегетации во все годы испытаний, независимо от погодных условий. При однократной обработке микроудобрением прибавка урожайности в условиях высоких температур и низкой влагообеспеченности составила 0,6-0,8 т/га, при двукратной – 1,01-1,19 т/га, при оптимальных погодных условиях – 0,77-0,93 и 1,14-1,34 т/га, соответственно. Наибольшая прибавка урожая наблюдались при двукратной обработке Силиплантом.

На содержание эфирного масла применение микроудобрения практически не оказало влияния, поэтому повышение сбора эфирного масла в этих вариантах достигалось только за счет увеличения урожайности (таблица 3).

Определение потерь урожая сырья тысячелистника и сбора эфирного масла подтверждают это предположение (рисунок).

Таблица 3. Влияние Силипланта на урожайность тысячелистника II-IV годов вегетации при разных погодных условиях*
Table 3. Effect of Siliplant on yarrow yield of the II-IV years of vegetation under different weather conditions*

Годы вегетации	Годы проведения исследований	Урожайность		Содержание эфирного масла, %	Сбор эфирного масла	
		т/га	прибавка, т/га		кг/га	прибавка, кг/га
Однократная обработка Силиплантом						
II	2020	6,75	0,80	0,232	15,66	1,97
	2021	8,53	0,93	0,240	20,47	2,46
III	2020	6,60	0,76	0,231	15,25	1,88
	2021	8,26	0,88	0,238	19,66	2,39
IV	2020	5,57	0,60	0,234	13,03	1,60
	2021	7,09	0,77	0,236	16,73	2,07
Двукратная обработка Силиплантом						
II	2020	7,14	1,19	0,234	16,70	3,01
	2021	8,90	1,30	0,233	20,74	2,73
III	2020	7,01	1,17	0,233	16,33	2,96
	2021	8,72	1,34	0,232	20,23	2,96
IV	2020	5,98	1,01	0,234	13,99	2,56
	2021	7,46	1,14	0,233	17,38	2,72

НСР_{0,95} = 0,13т; Sx% = 4,9

Примечание. *Контрольные данные приведены в таблице 2.

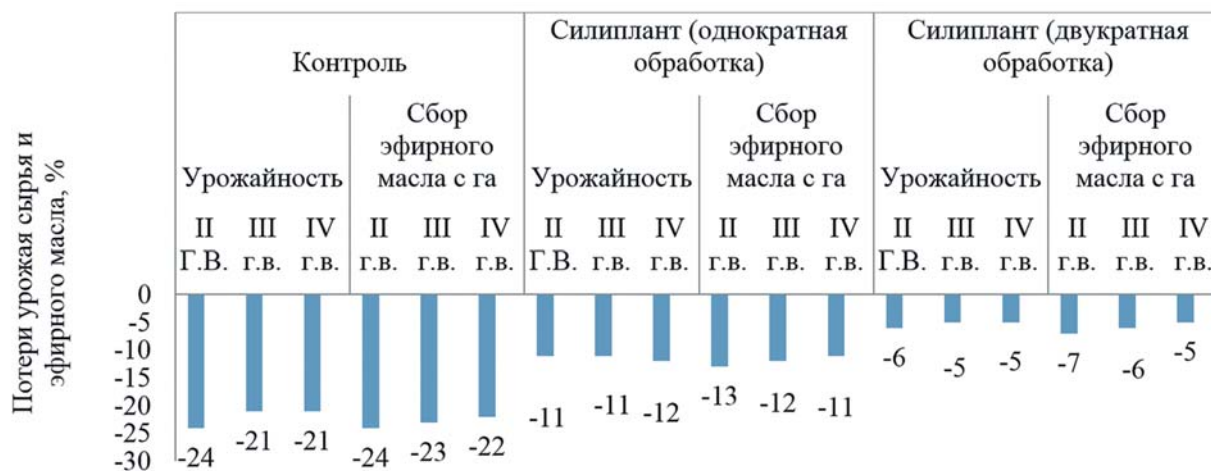


Рис. 1. Потери урожая сырья тысячелистника обыкновенного II-IV годов вегетации и сбора эфирного масла с гектара при применении микроудобрения Силиплант в засушливые погодные условия 2020 года
Fig. 1. Crop losses of yarrow raw materials of the II-IV years of vegetation and collection of essential oil per hectare when using Siliplant microfertilizer in dry weather conditions of 2020

Таблица 4. Влияние Силипланта на урожайность, содержание эфирного масла и его сбор с гектара на тысячелистнике обыкновенном V года вегетации

Table 4. The effect of Siliplant on yield, essential oil content and its collection from a hectare on yarrow of the ordinary V year of vegetation

Вариант опыта	Урожайность		Содержание эфирного масла, %	Сбор эфирного масла	
	т/га	прибавка, т/га		кг/га	прибавка, кг/га
Контроль (обработка водой)	4,49	-	0,233	10,46	-
Силиплант (однократная обработка)	5,07	0,58	0,233	11,81	1,35
Силиплант (двукратная обработка)	5,41	0,92	0,234	12,65	2,19
НСР ₀₅	0,236				

Из диаграмм рисунка 1 видно, что в вариантах с однократной обработкой Силиплантом потери урожая составляют 11-13%, при двукратной обработке – 5-6%, в то время как в контроле – 21-24%. Наиболее низкие потери сбора эфирного масла, как и в случае с урожайностью, наблюдаются при двукратной обработке микроудобрением и составляют 5-7%, в контроле – 22-24%.

Таким образом, применение кремнийсодержащего микроудобрения Силиплант позволяет растениям адаптироваться в условиях высоких температур и низкой влагообеспеченности, что приводит к снижению потерь урожая лекарственного сырья и сбора эфирного масла.

Применение Силипланта на тысячелистнике важно еще и в связи с тем, что, являясь многолетней культурой, он может выращиваться на одном месте в течение 5 лет. Однако, проведенный анализ урожайности в условиях Западного Предкавказья в разные сроки вегетации, показал, что наибольшая урожайность и сбор эфирного масла наблюдается на II-м и III-м годах вегетации, далее на IV году идет уменьшение обоих этих показателей даже при оптимальных погодных условиях 2021 года (таблица 2). Особенно сильное снижение урожайности и сбора эфирного масла наблюдается на V году вегетации (таблица 4).

Снижение урожайности на IV году вегетации в контроле по сравнению со II-м годом вегетации составляет 17%, сбор эфирного масла снижается на 19%, на V году вегетации – 41 и 42%, соответственно (рис. 2).

Внекорневые подкормки Силиплантом способствовали уменьшению потерь урожая. Так, однократная обработка микроудобрением на IV году вегетации снижала потери урожая до 7%, на V году вегетации – до 34%, при двукратной обработке эти величины составили 2 и 29%, соответственно. Данные по сбору эфирного масла с гектара практически сопоставимы с данными по урожайности, так как Силиплант не оказал влияния на содержание эфирного масла в сырье (рис. 2).

Таким образом, применение кремнийсодержащего микроудобрения Силиплант, при однократной и двукратной обработках, дает возможность эффективно использовать плантацию тысячелистника обыкновенного в условиях Западного Предкавказья в течение 5 лет, так как на V году вегетации даже при оптимальных погодных условиях наблюдается значительное снижение урожайности. При

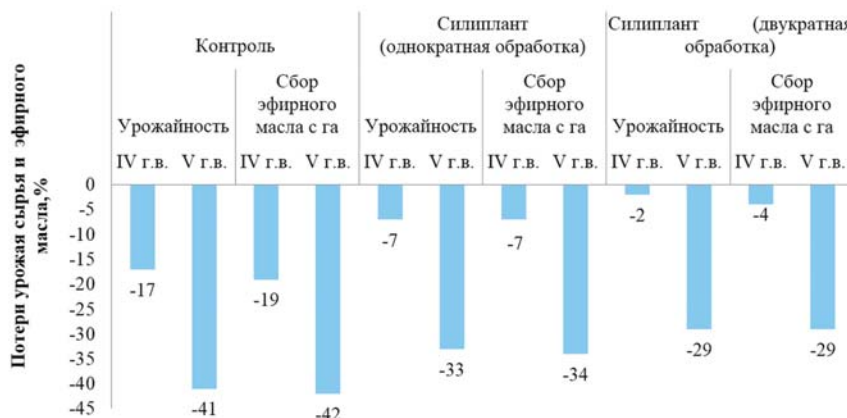


Рис. 2. Потери урожая сырья тысячелистника и сбора эфирного масла с гектара на IV и V годах вегетации при оптимальных погодных условиях 2021 года
Fig. 2. Crop losses of yarrow raw materials and the collection of essential oil per hectare in the IV and V years of vegetation under optimal weather conditions in 2021

засушливых погодных условиях для повышения устойчивости растений тысячелистника к абиотическому стрессу необходимо двукратное применение Силипланта.

Выводы

1. Изучение роста и развития тысячелистника обыкновенного II-IV годов вегетации при разных погодных условиях в Западном Предкавказье показало, что высокие температуры воздуха и низкая влагообеспеченность оказали отрицательное влияние на ростовые процессы. Урожайность при этом снижалась на 21-24%, сбор эфирного масла с гектара – на 22-24%.

2. Применение кремнийсодержащего микроудобрения Силиплант при двукратной обработке способствует повышению адаптации растений тысячелистника II - IV годов вегетации к засушливым погодным условиям и снижает потери урожая сырья до 5-6% и сбор эфирного масла с гектара до 5-7%, в контроле эти показатели составляют 21-24% и 22-24%, соответственно.

3. Включение микроудобрения Силиплант в технологию выращивания тысячелистника обыкновенного дает возможность получать стабильные урожаи лекарственного сырья с высоким сбором эфирного масла с гектара независимо от погодных условий.

4. Определение урожайности тысячелистника в разные годы вегетации растений показало, что наибольшая урожайность наблюдается на II-III годах, однако за счет применения Силипланта возможно осуществлять сбор эфиромасличного сырья в условиях Западного Предкавказья в течение 4-х лет.

Об авторах:

Руслан Рамазанович Тхаганов – старший научный сотрудник, автор для переписки, krasnodarvilar@gmail.com

Александр Иванович Морозов – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора ФГБНУ ВИЛАР

Нина Сергеевна Тропина – старший научный сотрудник, tropinans@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2457-0609>

Рамазан Нурбиевич Тхаганов – старший научный сотрудник

About the Authors:

Ruslan R. Tkhaganov – Senior Researcher, Corresponding Author, krasnodarvilar@gmail.com

Aleksandr I. Morozov – Doc. Sci. (Agriculture), Deputy Director of VILAR

Nina S. Tropina – Senior Researcher, tropinans@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2457-0609>

Ramazan N. Tkhaganov – Senior Researcher

• Литература

1. Паштетский В.С., Невкрытая Н.В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор). *Таврический вестник аграрной науки*. 2018;1(13):18-40.
2. Атлас лекарственных растений России. Под ред. Сидельникова Н.И. М. "Наука". 2021. 646 с.
3. Верниковская Н.А., Темердашев З.А. Идентификация и хроматографическое определение фенольных соединений в тысячелистнике обыкновенном. *Аналитика и контроль*. 2012;16(2):188-195.
4. Колпакова М.А. Химико-фармакогностическая характеристика сырья тысячелистника обыкновенного. *Бюллетень медицинских интернетконференций*. 2019;9(2):66-69.
5. Nadim A.A., Malik A.A., Ahmad J., Bakshi S.K. The Essential Oil of *Achillea millefolium* L. cultivated under Tropical Condition in India. *World Journal of Agricultural Sciences*. 2011;7(5):561-565.
6. Alvarenga I., Pacheco F.V., Alvarenga A.A., Bertolucci S.K.V. Growth and production of volatile compounds of yarrow (*Achillea millefolium* L.) under different irrigation depths. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2018;90(4):3901-3910.
7. Юсубов М.С., Калинин Л.А., Дрыгунов Л.М. и др. Химический состав эфирного масла тысячелистник обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) и азиатского (*Achillea asiatica* L.). *Химия растительного сырья*. 2000;(3):25-32.
8. Askari F., Mirza M., Tafti M.M. Effect of density and year of cultivation on essential oil content and chemical compounds of *Achillea millefolium* subsp. *elbursensis*. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. March 2021;12(1):122-127.
9. Асланова Д., Кароматов И.Д. Тысячелистник обыкновенный в народной и научной фитотерапии. *Биология и интерактивная медицина*. 2018;1(18):167-180.
10. Fierascu I., Ungureanu C., Avramescu S.M., Fierascu R.C. et al. *In Vitro* Antioxidant and Antifungal Properties of *Achillea millefolium* L. *Romanian Biotechnological Letters*. 2015;20(4):10626-10636.
11. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*. 2016;(529):84-87.
12. Башков А.С., Бортник Т.Ю., Загребина М.В. Зависимость продуктивности полевых культур от метеорологических условий. *Земледелие*. 2013;(3):31-33.
13. Сидельников Н.И., Хазиева Ф.М., Ковалев Н.И. Роль регуляторов роста и микроудобрений при введении лекарственных растений в культуру. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 2018;(3):62-66.
14. Тхаганов Р.Р., Сидельников Н.И., Быкова О.А. Влияние регуляторов роста и микроудобрений на урожайность эхинацеи пурпурной в зависимости от погодных условий. *Масличные культуры*. 2021;(3):35-42.
15. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системы почва-растение. Пушино. 2008. 35 с.
16. Wang L., Nie Q., Li M., Zhang F. Biosilicified structures for cooling plant leaves: a mechanism of highly efficient midinfrared thermal emission. *Applied Physics Letters*. December 2005;87(19):194-205.
17. Wang M., Wang R., Mur L.A.J. et al. Functions of silicon in plant drought stress responses. *Hortic Res*. 2021;(8):254.
18. Пушкина Г.П., Сидельников Н.И. Роль кремния в повышении биопродуктивности и адаптации лекарственных растений к засушливым погодным условиям. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. 2016;(12):249-252.
19. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами. М.: ВИЛАР. 1981. 45 с.
20. Требования к оформлению полевых опытов во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений. М.: ВИЛАР. 2006. 25 с.
21. Государственная фармакопея России XIV выпуска. Т. IV/ Под ред. Емшановой С.В., Потаниной О.Г. М.: Изд-во «Медицина». 2018. С. 5188-7018.
22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М. Агропромиздат. 1985. 351 с.

• References

1. Pashtetsky V.S., Nevkrytaya N.V. The use of essential oils in medicine, aromatherapy, veterinary medicine and plant growing (review). *Tauride Bulletin of Agrarian Science*. 2018;1(13):18-40. (In Russ.)
2. The Atlas of medicinal plants of Russia. Edited by Sidelnikov N.I. M. "Nauka". 2021. 646 p. (In Russ.)
3. Vernikovskaya N.A., Temerdashev Z.A. Identification and chromatographic determination of phenolic compounds in the *Achillea millefolium*. *Analysis and control*. 2012;16(2):188-195. (In Russ.)
4. Kolpakova M.A. Chemical and pharmacognostic characteristics of raw materials of the common yarrow. *Bulletin of medical Internet conferences*. 2019;9(2):66-69. (In Russ.)
5. Nadim A.A., Malik A.A., Ahmad J., Bakshi S.K. The Essential Oil of *Achillea millefolium* L. cultivated under Tropical Condition in India. *World Journal of Agricultural Sciences*. 2011;7(5):561-565.
6. Alvarenga I., Pacheco F.V., Alvarenga A.A., Bertolucci S.K.V. Growth and production of volatile compounds of yarrow (*Achillea millefolium* L.) under different irrigation depths. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2018;90(4):3901-3910.
7. Yusubov M.S., Kalinkina L.A., Drygunov L.M., etc The chemical composition of essential oil is common yarrow (*Achillea millefolium* L.) and Asian (*Achillea asiatica* L. *Chemistry of plant raw materials*. 2000;(3):25-32. (In Russ.)
8. Askari F., Mirza M., Tafti M.M. Effect of density and year of cultivation on essential oil content and chemical compounds of *Achillea millefolium* subsp. *elbursensis*. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. March 2021;12(1):122-127.
9. Aslanova D., Karomatov I.D. Yarrow ordinary in folk and scientific herbal medicine. *Biology and interactive medicine*. 2018;1(18):167-180. (In Russ.)
10. Fierascu I., Ungureanu C., Avramescu S.M., Fierascu R.C. et al. *In Vitro* Antioxidant and Antifungal Properties of *Achillea millefolium* L. *Romanian Biotechnological Letters*. 2015;20(4):10626-10636.
11. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*. 2016;(529):84-87.
12. Bashkov A.S., Bortnik T.Yu., Zagreb M.V. Dependence of productivity of field cultures on meteorological conditions. *Agriculture*. 2013;(3):31-33. (In Russ.)
13. Sidelnikov N.I., Khazieva F.M., Kovalev N.I. The role of regulators of growth and microfertilization when introducing medicinal plants into the culture. *Bulletin of Agricultural Science*. 2018;(3):62-66. (In Russ.)
14. Tkhaganov R.R., Sidelnikov N.I., Bykova O.A. Effect of growth and microfertilization regulators on the yield of purple echinacea depending on weather conditions. *Oilseeds*. 2021;(3):35-42. (In Russ.)
15. Matychenkov V.V. The role of mobile silicon compounds in plants and the soil-plant system. Pushchino. 2008. 35 p. (In Russ.)
16. Wang L., Nie Q., Li M., Zhang F. Biosilicified structures for cooling plant leaves: a mechanism of highly efficient midinfrared thermal emission. *Applied Physics Letters*. December 2005;87(19):194-205.
17. Wang M., Wang R., Mur L.A.J. et al. Functions of silicon in plant drought stress responses. *Hortic Res*. 2021;(8):254.
18. Pushkina G.P., Sidelnikov N.I. The role of silicon in increasing the bio-productivity and adaptation of medicinal plants to dry weather conditions. *New and unconventional plants and prospects for their use*. 2016;(12):249-252. (In Russ.)
19. Conducting field experiments with medicinal cultures. M.: VILAR. 1981. 45 p. (In Russ.)
20. Requirements for the design of field experiments at the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. M.: VILAR. 2006. 25 p. (In Russ.)
21. The State Pharmacopoeia of Russia of the XIV issue. Vol. IV. Ed. Emshanova S.V., Potanina O.G. M: Publishing house "Medicine". 2018. pp. 5188-7018. (In Russ.)
22. Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M. Agropromizdat. 1985. 351 p. (In Russ.)