

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-79-83>
УДК 633.88:631.81.095.337

Ковалев Н.И.,
Пушкина Г.П.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ВИЛАР)
117216, Россия, Москва, ул. Грина, 7
E-mail: kovalevteam@mail.ru

Благодарности

Работа выполнена в рамках НИР ФГБНУ ВИЛАР № 0576-2019-0007 «Мобилизация генетических ресурсов лекарственных и ароматических растений для сохранения генофонда, создания адаптивно-устойчивых сортов, агротехнологий и штаммов клеточных культур лекарственных растений с целью развития сырьевой базы для фито-препаратов».

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ковалев Н.И., Пушкина Г.П. Влияние микроудобрений и регулятора роста на продуктивность лопуха большого (*Arctium lappa* L.) и шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.). *Овощи России*. 2020;(4):79-83.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-79-83>

Поступила в редакцию: 29.04.2020

Принята к печати: 07.07.2020

Опубликована: 25.08.2020

Nikita I. Kovalev,
Galina P. Pushkina

All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
7 Grina Str., Moscow, Russia, 117216
E-mail: kovalevteam@mail.ru

Acknowledgment. The work was carried out as part of the Research FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants №0576-2019-0007 "Mobilization of medicinal and aromatic plants genetic resources for the gene pool preservation, creation adaptive-resistant varieties, agrotechnologies and cell cultures strains of medicinal plants in order to develop the raw material base for pharmaceutical drugs".

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Kovalev N.I., Pushkina G.P. Growth regulator and microfertilizers on Sage (*Salvia officinalis* L.) and Greater Burdock (*Arctium lappa* L.): effectiveness of complex application. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(4):79-83.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-79-83>.

Received: 29.04.2020

Accepted for publication: 07.07.2020

Accepted: 25.08.2020

Влияние микроудобрений и регулятора роста на продуктивность лопуха большого (*Arctium lappa* L.) и шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.)

**РЕЗЮМЕ**

Актуальность. Актуальным является вопрос обеспечения потребностей фармацевтической промышленности отечественным лекарственным сырьем.

Методика. Целью исследования является испытание эффективности применения комплексов регулятора роста, органоминеральных и микроудобрений на шалфее лекарственном (*Salvia officinalis* L.) и лопухе большом (*Arctium lappa* L.) в условиях Нечерноземной зоны РФ. Экспериментальная часть работы выполнена в научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений (ФГБНУ ВИЛАР) в 2010-2011 и 2016-2017 годах методом постановки полевых экспериментов. На лопухе большом проводили двукратную обработку кремнесодержащим удобрением Силиплант (0,5 л/га): первая обработка – в фазу розетки, вторая – через 20 дней. На шалфее лекарственном изучали некорневые подкормки: бинарной смесью органоминерального удобрения ЭкоФус (1 л/га) с микроудобрением Цитовит (0,5 л/га; в фазу отрастания растений), вторая – через 20 дней после первого укуса травы комплексом микроудобрения Силиплант (0,5 л/га) с росторегулятором Циркон (40 мл/га). Расход рабочего раствора 300 л/га.

Результаты. Эффективность микроудобрений в хелатной форме, а также органоминеральных удобрений показана на различных лекарственных культурах. В наших опытах установлено, что при обработке вегетирующих растений шалфея лекарственного комплексом удобрений ЭкоФус+Цитовит (I-я обработка) и микроудобрения Силиплант с росторегулятором Циркон (II-я обработка) урожайность травы возросла на 23%, урожайность корней – на 40%. Аналогичные результаты получены на культуре лопуха большого – обработка растений микроудобрением Силиплант позволила повысить урожайность корней на 28%, листа – на 24%.

Ключевые слова: лекарственные растения, шалфей лекарственный, *Salvia officinalis* L., лопух большой, *Arctium lappa* L., регуляторы роста, микроудобрения.

Growth regulator and microfertilizers on Sage (*Salvia officinalis* L.) and Greater Burdock (*Arctium lappa* L.): effectiveness of complex application

ABSTRACT

Relevance. Meeting the needs of the pharmaceutical industry with domestic medicinal raw materials is relevant.

Methods. The aim of the study is to determine the effectiveness application by growth regulator, organomineral and microfertilizers on Sage (*Salvia officinalis* L.) and Greater Burdock (*Arctium lappa* L.) in conditions of Non-chernozem zone of the Russian Federation. The experimental part of the work was performed in Institute of Medicinal and Aromatic Plants in 2010-2011 and 2016-2017 by field experiments. On burdock we tested fertilizer Siliplant (0.5 l / ha): the first treatment was in the rosette phase, the second - after 20 days. On sage studied binary mixture of organomineral fertilizer EcoFys (1 l / ha) with fertilizer Zitovit (0.5 l / ha; applied in phase regrowth of plants) with following foliar application by complex microfertilizers Siliplant (0.5 l / ha) and growth regulator Zircon (40 ml / ha). The solution consumption is 300 l / ha.

Results. The effectiveness of chelated form micro-fertilizers and organomineral fertilizers applied on various medicinal plants was shown. It has been established, that complex application by EcoFys+Zitovit (I treatment) and microfertilizer Siliplant with growth regulator Zircon (II treatment) can increase the productivity of Sage: yield of grass raised by 23%, roots by 40%. Similar results were obtained on the Greater Burdock culture – treatment of plants with microfertilizer Siliplant allowed to increase the yield of roots by 28%, leaves-by 24%.

Keywords: medicinal plants, Sage, *Salvia officinalis* L., Greater Burdock, *Arctium lappa* L., growth regulators, microfertilizers.

Введение

Создание отечественных препаратов на основе лекарственного растительного сырья относится к приоритетным направлениям, предусмотренных программой «Стратегии лекарственного обеспечения населения Российской Федерации на период до 2025 года». В связи с этим, важное значение приобретает обеспечение фармацевтического производства высококачественным лекарственным сырьем. В современных технологиях возделывания различных сельскохозяйственных культур, в том числе лекарственных, перспективным блоком является применение росторегуляторов, микроудобрений и их комплексов, которые способны оказывать положительное влияние на рост и развитие растений и обеспечивать повышение их урожайности [Basra, 2000; Тхаганов и др., 2011; Сидельников, 2014; Rademacher, 2015; Глазунова, 2018]. Высокая эффективность микроудобрений в хелатной форме, а также органоминеральных удобрений, в том числе в сочетании с росторегуляторами показана на ряде лекарственных культур. Проведенные испытания высокоэффективного питательного раствора Цитовит и железосодержащего микроудобрения Феровит в разных почвенно-климатических условиях показали, что двукратные обработки вегетирующих растений данными препаратами пустырника сердечного, белладонны и тысячелистника обыкновенного способствовали активизации ростовых процессов и повышению урожайности лекарственного сырья на 16-31% [Антипов, 2009; Тхаганов и др., 2011]. Некорневые подкормки растений белладонны органоминеральным удобрением ЭкоФус способствовали повышению площади ассимилирующей поверхности по сравнению с контролем на 49 %, массы одного растения на 52% и биопродуктивности на 63% [Сидельников и др., 2013]. На расторопше пятистий применение микроудобрения Силиплант (обработка семян и вегетирующих растений) в условиях Среднего Поволжья способствовало увеличению урожайности семян (на 38%), а также увеличению на 52% выхода флаволигнанов с 1 гектара [Мельникова и др., 2016]. Комплексная обработка шиповника регулятором роста Циркон и микроудобрениями Цитовит или Феровит способствует повышению урожайности плодов на 18-40 % и увеличению содержания в них витамина С на 10-14%. Кроме того, плоды с кустов, обработанных регулятором роста и микроудобрением, имели большую среднюю массу и по количеству полноценных плодов превышали контроль [Антипов, 2009]. Некорневая подкормка пахитника сеного комплексом ЭкоФус+Силиплант способствовала повышению урожайности травы на 24,8% и увеличило содержание флавоноидов в семенах культуры (до 1,59 %) [Savchenko, Khazieva, 2020]. Особенный интерес представляет возможности регулирования ростовых процессов и связанной с ними продуктивности на культурах, у которых существует возможность получения разных типов лекарственного сырья. Так, например, было показано, что у эхинацеи пурпурной можно с успехом получать два вида лекарственного сырья – траву и корни. Применение микроудобрения Силиплант и его комплекса с росторегулятором Циркон с позволило повысить урожайность травы эхинацеи по сравнению с контролем на 23-25%, корней – на 28-30% [Тхаганов, Сидельников, 2018].

К подобным культурам можно отнести лопух большой (*Arctium lappa* L.) и шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.). Корни лопуха большого используют в качестве галеновых препаратов, оказывающих диуретическое, потогонное, желчегонное действие, стимулирующих работу протеолитических ферментов поджелудочной железы и регулирующих ее инсулинообразующую функцию [Соколов, Замотаев, 1987]. В культуру лопух начал вводиться с конца прошлого века, в связи с отсутствием в природе доступной сырьевой базы вида, и к 2000-ым годам ВИЛАРом была разработана технология его промышленного возделывания как однолетней культуры. Помимо традиционно используемого корня лопуха, возможно получение в качестве лекарственного сырья листа культуры. Свежий лист, убранный осенью первого года вегетации, может быть использован для производства препарата «Лопуха сок» [Семенихин, 2013]. Лист шалфея издавна

применяется в народной и научной медицине в качестве вяжущего, дезинфицирующего и противовоспалительного средства, как антисептик для промывания и компрессов при плохо заживающих гнойных ранах [Маланкина, Цицилин, 2018]. В ФГБНУ ВИЛАР проводятся работы по созданию антимикробного препарата на основе ройлеанонов и тритерпеноидов, выделяемых из корней шалфея лекарственного [Булушева, 2018].

В связи с вышесказанным было важно разработать агроприемы, позволяющие повысить урожайность как надземной, так и подземной части растений для получения двух видов лекарственного сырья (травы или лист и корни) лопуха большого и шалфея лекарственного.

Материалы и методы

Полевые опыты закладывали в лекарственном севообороте отдела агробиологии и селекции ФГБНУ ВИЛАР (координаты опытного поля: 55°33'57" с.ш.; 37°35'22" в.д) в период 2010-2011 и 2016-2017 годов, участок расположен на окультуренных дерново-подзолистых почвах. Опыты проводили согласно следующих методик: «Проведение полевых опытов с лекарственными культурами» (1981) и «Требования к оформлению полевых опытов во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР)» (2006). Действующим веществом росторегулирующего препарата Циркон (0,1 г/л) является смесь гидроксикоричных кислот (цикориевой, кофейной и хлорогеновой). Силиплант – жидкое хелатное кремнийсодержащее микроудобрение с высоким содержанием доступного кремния (не менее 7%), а также калия (1%) и микроэлементов в хелатной форме и микроэлементы в хелатной форме (г/л): железо – 0,30, магний – 0,10, медь – 0,70; цинк – 0,08; марганец – 0,30; молибден – 0,06; кобальт – 0,015; бор – 0,090. Цитовит является жидким комплексным микроудобрением с набором макро- и микроэлементов в хелатной форме, с добавлением небольшого количества N, P, K. В состав препарата входит (г/л): общий азот – 30, фосфор – 5, калий – 25, микроэлементы (г/л): магний – 10, сера – 40, железо – 35, марганец – 30, бор – 8, цинк – 6, медь – 6, молибден – 4, кобальт – 2. Органоминеральное удобрение ЭкоФус содержит: 1,8% азота, фосфора – 1,0%, калия – 2%; микроэлементы (г/л): железо – 1,8, магний – 0,5, марганец – 1,2, медь – 0,3, бор – 0,4, цинк – 0,3, кальций – 0,25, молибден – 0,2, кобальт – 0,1.

На лопухе большого первого года вегетации проводили испытания кремнесодержащего удобрения Силиплант (0,5 л/га): первая обработка – в фазу розетки, вторая – через 20 дней. Уборку лопуха на лист осуществляли во второй декаде августа, на корень – во 2 декаде сентября. На плантациях шалфея лекарственного второго года вегетации изучали некорневые подкормки: первая – бинарной смесью органоминерального удобрения ЭкоФус (1 л/га) с микроудобрением Цитовит (0,5 л/га), осуществленная в фазу отрастания растений, вторая – через 20 дней после первого укоса травы комплексом микроудобрения Силиплант (0,5 л/га) с росторегулятором Циркон (40 мл/га). Расход рабочего раствора 300 л/га. Учет урожайности травы (срезку) осуществляли дважды: в фазу бутонизации-начала цветения культуры и второй раз – перед уборкой корней (вторая декада сентября). Размещение делянок в полевом опыте последовательное. Повторность 4-кратная, площадь опытной делянки 7-12 м².

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием программного обеспечения MS Excel.

Результаты и их обсуждение**1. Лопух большой (*Arctium lappa* L.)**

Проведенные испытания кремнесодержащего микроудобрения Силиплант на лопухе большом первого года вегетации показали, что препарат оказал положительное действие на рост культуры (табл. 1).

Так, на момент второй обработки ассимилирующая поверхность растений на варианте с Силиплантом превышала контроль

Таблица 1. Влияние Силипланта на площадь ассимилирующей поверхности листьев лопуха большого первого года вегетации (средние данные за два года)

Table 1. The influence of Siliplant on the growth processes of Greater Burdock of the first year of vegetation (averaged data for two years)

Вариант опыта	Площадь ассимилирующей поверхности		
	дни проведения учетов		
	на момент второй обработки	через 30 дней после второй обработки	на момент уборки сырья
	см ² / растение % к контролю	см ² / растение % к контролю	см ² / растение % к контролю
Контроль (обработка водой)	98,8±4,23	168,9±8,35	238,5±11,28
Силиплант (0,5 л/га)	126,5±6,15	231,4±11,05	310,4±14,81
% к контролю	128	137	130

на 28%, через 30 дней после второй на 37%; к моменту уборки сырья наблюдалось некоторое нивелирование действия препаратов, прибавка составила 30%. На фотографиях с полевого опыта представлены растения лопуха с вариантов Силиплант и контроль на момент второй обработки растений микроудобрением (рис. 1).

Двукратная обработка вегетирующих растений лопуха Силиплантом обеспечила усиление роста не только надземной части, но и корней, что хорошо видно на приведенной фотографии (рис. 2).

О положительном влиянии кремния на рост корневой системы растений указывается в ряде исследований, где показано, что оптимизация кремниевого питания способствует увеличению биомассы корней, их объема, общей и рабочей адсорбирующей поверхности, количества вторичных и третичных корешков, а также повышает устойчивость растительного организма к различным стрессовым факторам [Emadian, Newton, 1989; Ma, 2004; Матыченков, 2008].

Некорневые обработки Силиплантом способствовали также повышению урожайности листа по сравнению с контролем на 24% и корней на 28% (табл.2).

2. Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.)

Сырьем шалфея лекарственного, как и в случае лопуха, может



Контроль (обработка водой)



Обработка вегетирующих растений Силиплантом

Рис. 1. Влияние обработки вегетирующих растений лопуха Силиплантом (на момент второй обработки)
Fig. 1. Effectiveness of microfertilizer Siliplant on Greater Burdock plants (at the time of the second treatment)



Контроль (обработка водой)

Силиплант (0,5 л/га) (двукратная обработка вегетирующих растений)

Рис. 2. Влияние Силипланта на рост корней лопуха большого (на момент уборки урожая)

Fig. 2. Effectiveness of microfertilizer Siliplant on the Greater Burdock roots growth processes (at the time of the harvesting)

служить трава и корни. Для усиления роста надземной части растений и повышения урожайности травы на шалфее II года вегетации были заложены опыты по испытанию комплексного применения органоминерального удобрения ЭкоФус с микроудобрением Цитовит. О высокой эффективности применения комплекса органоминеральных удобрений с микроудобрениями и регуляторами роста указывается в исследованиях, проведенных на других лекарственных культурах [Ковалев, 2013; Пушкина и др., 2013; Сидельников и др., 2018].

Некорневая обработка баковой смесью органоминерального удобрения ЭкоФус с микроудобрением Цитовит способствовала усилению роста растений шалфея. Так, через 20 дней после обработки на опытном варианте высота растений достигла 16,6±0,90 см, что на 16% выше, чем в контроле, на момент уборки урожая эти показатели составили 22,7±1,21 см и 13%, соответственно, количество побегов (шт./растение) превышало контроль на 15%. Усиление ростовых процессов на варианте ЭкоФус+Цитовит способствовало повышению урожайности травы на 26%. В опытном варианте улучшалась структура урожая, доля фракции листьев составила 56%, в то время как в контроле – 49% (рис.3).

Через 20 дней после уборки травы по отрастающим растениям шалфея для усиления роста корневой системы была проведена обработка комплексом хелатного кремнесодержащего микроудобрения Силиплант (0,5 л/га) и регулятора роста Циркон (40 мг/га). Выбор данных препаратов обусловлен тем, что механизм

Таблица 2. Влияние Силипланта на урожайность лопуха большого первого года вегетации (средние данные за два года)
Table 2. The influence of Siliplant on the Greater Burdock yield (averaged data for two years)

Вариант опыта	Урожайность			
	Листья (сырая масса)*		Корни (сухой вес)	
	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю
Контроль (обработка водой)	5,30	-	1,62	-
Силиплант, 0,5 л/га	6,57	124	2,07	128
НСР05	0,97		0,38	

* - свежее сырье для переработки на сок

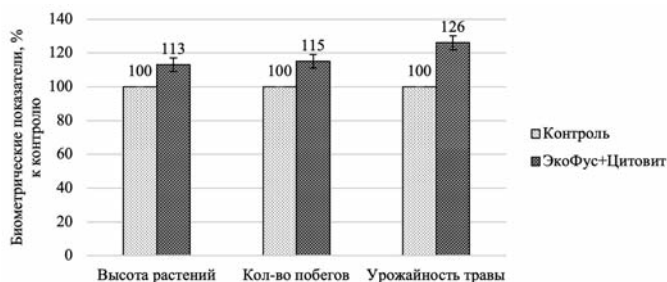


Рис. 3. Эффективность применения бинарной смеси ЭкоФуса с Цитовитом на биометрические показатели шалфея лекарственного II года вегетации
Fig. 3. The influence of EcoFus and Zitovit application on the biometric parameters and yield of Sage grass (second year of vegetation)

их действия заключается в их влиянии на ауксиновый обмен. Из литературных источников известно, что под влиянием кремния возрастает содержание ауксинов, необходимых для роста корневой системы [Сластя и др., 2013], а гидроксикоричные кислоты, являющиеся основой биорегулятора Циркон, способствуют снижению активности ауксиноксидазы – фермента, разрушающего ауксины [Малеванная, 2010].

На момент уборки корней был проведен второй укос травы шалфея лекарственного.

Проведение двух обработок комплексами органоминерального и микроудобрения, микроудобрения и регулятора роста обеспечило получение урожайности травы шалфея по сумме двух укосов на уровне 1,89 т/га, в то время как в контроле она составила 1,54 т/га, листа – 1,15 т/га и 0,86 т/га, соответственно. Прибавка

урожая составила: по траве 0,35 т/га (23%), по листу 0,25 т/га (34%) (табл. 3).

Урожайность корней в опытном варианте также превышала контроль. Вполне возможно, что активный синтез ауксинов под влиянием кремния (микроудобрение Силиплант), на фоне их меньшего разрушения при действии гидроксикоричных кислот (росторегулятор Циркон) позволил обеспечить лучший рост корневой системы шалфея и повышение урожайности по сравнению с контролем на 40%.

Выводы

На лопухе большом проведены исследования по применению некорневых подкормок микроудобрением Силиплант. Двукратная обработка вегетирующих растений лопуха данным микроудобрением обеспечила повышение урожайности корней по сравнению с контролем на 28%, листа – на 24%.

Путем экзогенного регулирования процессов роста надземной части и корней шалфея лекарственного II года вегетации с помощью применения органоминерального удобрения ЭкоФус с микроудобрением Цитовит (I-я обработка) и микроудобрения Силиплант с регулятором роста Циркон (II-я обработка) установлена возможность получения стабильных урожаев двух видов лекарственного сырья (травы и корни). В результате проведенных обработок урожайность надземной части (травы) по сумме двух укосов превышает контроль на 23%, урожайность корней шалфея – на 40%.

Результаты опытов показывают перспективность данных препаратов и указывают на необходимость проведения расширенных исследований для изучения их влияния на содержание биологически активных веществ в сырье, а также разработки регламентов их применения для последующего включения в технологию возделывания вышеназванных лекарственных культур.

Таблица 3. Влияние комплексного применения микроудобрений и регулятора роста Циркон на урожайность травы и корней шалфея лекарственного II года вегетации
Table 3. Complex effect of microfertilizers and growth regulator on the of yield of the Sage (of the second year of vegetation)

Вариант опыта	Урожайность сырья по двум укосам				Урожайность корней	
	Трава		Лист			
	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю
Контроль (обработка водой)	1,54	-	0,76	-	0,86	-
ЭкоФус + Цитовит (первая обработка) + Силиплант+Циркон (вторая обработка)	1,89	123	1,01	134	1,20	140
НСР ₀₅	0,27		0,15		0,21	

Об авторах:

Ковалев Никита Игоревич – старший научный сотрудник отдела агробиотехнологии.

Пушкина Галина Павловна – кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник.

About the authors:

Nikita I. Kovalev – Senior Researcher of the Department of Agrobiotechnology
Galina P. Pushkina – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher

● Литература

1. Basra A. Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: Their Role and Commercial Uses. *CRC Press*. 2000. P.264.
2. Rademacher, W. Plant Growth Regulators: Backgrounds and Uses in Plant Production. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2015;34(4):845–872. doi:10.1007/s00344-015-9541-6.
3. Тхаганов Р.Р., Морозов А.И., Бушковская Л.М. Перспективы применения микроудобрений на лекарственных и эфиромасличных культурах. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. 2011;(III):152-156.
4. Сидельников Н.И. Экзогенная регуляция биопродуктивности лекарственных культур при возделывании в Центральном Черноземном регионе Российской Федерации: Диссертация ... доктора с.-х. наук: 06.01.06. Москва, 2014. 295 с.
5. Глазунова А.В. Влияние регулятора роста «Циркон» и микроудобрения «Силиплант» на растения синюхи голубой. *Молодые учёные и фармация XXI века. ВИЛАР*. 2018. С.36-39.
6. Антипов В.И. Эффективность регуляторов роста и микроудобрений на продуктивность и качество сырья лекарственных растений в Среднем Поволжье: Самарская область: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.09. Кинель, 2009. 22 с.
7. Сидельников Н.И., Ковалев Н.И. Эффективность регулятора роста и органоминерального удобрения ЭкоФус на белладонне. *Материалы IX Международного симпозиума: «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования»*. Пуццо. 2013;(II):243-246.
8. Мельникова Г.В., Бушковская Л.М., Пушкина Г.П. Применение регуляторов роста и микроудобрений на расторопши пятнистой (*Silibum tataricum* L.). *Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию*. М.: ВИЛАР, 2016. С.266-269.
9. Savchenko O.M., Khazieva F.M. Exogenous regulation of biological productivity of fenugreek. *BIO Web of Conferences* 17, 00193 (2020). doi.org/10.1051/bioconf/20201700193
10. Тхаганов Р.Р., Сидельников Н.И. Возможность получения двух видов лекарственного сырья эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* L.) в условиях Западного Предкавказья. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2018;(71):74-79.
11. Соколов С.Я., Замотаев И.П. Справочник по лекарственным растениям: Фитотерапия. М.: Недра, 1987. 511 с.
12. Семенихин И.Д., Семенихин В.И. Энциклопедия лекарственных растений, возделываемых в России. М., 2013. Т.1. 240 с.
13. Маланкина Е.Л., Цицилин А.Н. Лекарственные и эфиромасличные растения. М.: ИНФРА-М, 2018. 368 с.
14. Булушева М.К. Разработка способа получения субстанции антимикробного действия на основе ройлеанонов из корней шалфея лекарственного: автореферат дис. ... кандидата фармацевт. наук: 14.04.02. Москва, 2018. 24 с.
15. Emadian S.F., Newton R.J. Growth Enhancement of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Seedlings by Silicon. *J. Plant Physiol*. 1989;134(1):98-103. doi.org/10.1016/S0176-1617(89)80209-3
16. Ma J.F. Role of Silicon in Enhancing the Resistance of Plants to Biotic and Abiotic Stresses. *Soil. Sci. Plant Nutr*. 2004;50(1):11-18. doi:10.1080/00380768.2004.10408447
17. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системы почва-растение: автореферат дис. ... доктора биологических наук: 03.00.12, 03.00.27. Пуццо, 2008. 32 с.
18. Ковалев Н.И. Изучение влияния различных форм удобрения на продуктивность ноготков лекарственных. *Молодые ученые и фармация XXI века. ВИЛАР*. 2013. С.80-83.
19. Пушкина Г.П., Ковалев Н.И., Сидельников Н.И. Эффективность регулятора роста и органоминерального удобрения ЭкоФус на белладонне. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. Пуццо. 2013;(II):243-246.
20. Сидельников Н.И., Хазиева Ф.М., Ковалев Н.И. Роль регуляторов роста и микроудобрений при введении лекарственных растений в культуру. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2018;(3):62-66. doi.org/10.30850/vrsn/2018/3/62-66
21. Сластя И.В., Ложникова В.Н., Кондратьева В.В. и др. Действие водного стресса и соединений кремния на содержание эндогенных фитогормонов и рост ярового ячменя. *Агрохимия*. 2013;(8):38-48.
22. Малеванная Н.Н. Циркон-иммуномодулятор нового типа. Активное начало препарата-росторегулирующий комплекс гидроксикоричных кислот и их производных. Циркон – природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве. М., Из-во «НЭСТ М». 2010. С.384.

● References

1. Basra A. Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: Their Role and Commercial Uses. *CRC Press*. 2000. P.264.
2. Rademacher, W. Plant Growth Regulators: Backgrounds and Uses in Plant Production. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2015;34(4):845–872. doi:10.1007/s00344-015-9541-6.
3. Thaganov R.R., Morozov A.I., Bushkovskaya L.M. Prospects for the application of microfertilizers on medicinal and aromatic plants. *New and non-traditional plants and prospects of their use*. 2011;(III):152-156. (In Russ.)
4. Sidelnikov N.I. Exogenous regulation of medicinal crops bioproductivity under cultivation in the Central Chernozem region of the Russian Federation: dissertation on competition of a scientific degree of doctor of agricultural Sciences: 06.01.06. Moscow, 2014. 295 p. (In Russ.)
5. Glazunova A.V. Ciannomic acid and chelate form microelements effect on *Polemonium caeruleum*. *Young scientists and pharmacy of the XXI century. VILAR*. 2018. P.36-39. (In Russ.)
6. Antipov V.I. The effectiveness of growth regulators and micro-fertilizers on the productivity and quality of raw materials of medicinal plants in the Middle Volga region: Samara region: abstract dis. ... candidate of agricultural Sciences: 06.01.09. Kinel, 2009. 22 p. (In Russ.)
7. Sidelnikov N.I., Kovalev N.I. Effectiveness of growth regulator and organomineral fertilizer EcoFus on belladonna. *IX International Symposium: "New and non-traditional plants and prospects for their use"*. Pushchino, 2013;(II):243-246. (In Russ.)
8. Melnikova G. V., Bushkovskaya L. M., Pushkina G. P. Application of growth regulators and micronutrients on Milk thistle (*Silibum marianum* L.). Biological features of medicinal and aromatic plants and their role in medicine. *The international scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary*. Moscow: VILAR, 2016. P.266-269. (In Russ.)
9. Savchenko O.M., Khazieva F.M. Exogenous regulation of biological productivity of fenugreek. *BIO Web of Conferences* 17, 00193 (2020). doi.org/10.1051/bioconf/20201700193
10. Thaganov R.R., Sidelnikov N.I. Possibility of two types of medicinal raw materials obtaining from the Purple coneflower (*Echinacea purpurea* L.) under conditions of the Western Caucasus. *Scientific works of the Kuban state agrarian University*. 2018;(71):74-79. (In Russ.)
11. Sokolov S.Ya., Zamotaev I.P. Handbook of medicinal plants: Phytotherapy. Moscow: Nedra, 1987. 511 p. (In Russ.)
12. Semnikhin I.D., Semnikhin V.I. Encyclopedia of medicinal plants cultivated in Russia. Moscow, 2013;(I):240. (In Russ.)
13. Malankina E.L., Tsitsilin A.N. Medicinal and essential oil plants. Moscow: INFRA-M, 2018. 368 p. (In Russ.)
14. Bulusheva M.K. Method of substances producing with antimicrobial action based on royleanones from the roots of *Salvia officinalis*: author's abstract of dissertation on competition of a scientific degree of candidate of pharmaceutical Sciences: 14.04.02. Moscow, 2018. 24 p. (In Russ.)
15. Emadian, S.F., Newton R.J. Growth Enhancement of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Seedlings by Silicon. *J. Plant Physiol*. 1989;134(1):98-103. doi.org/10.1016/S0176-1617(89)80209-3
16. Ma J.F. Role of Silicon in Enhancing the Resistance of Plants to Biotic and Abiotic Stresses. *Soil. Sci. Plant Nutr*. 2004;50(1):11-18. doi:10.1080/00380768.2004.10408447
17. Matchenkov V.V. Role of mobile silicon compounds in plants and plant-soil system: author's abstract of dissertation on competition of a scientific degree of doctor of biological Sciences: 03.00.12, 03.00.27. Pushchino, 2008. 32 p. (In Russ.)
18. Kovalev N.I. Various forms of fertilizers on pot marigold - study of influence on the productivity of culture. *Young scientists and pharmacy of the XXI century. VILAR*. 2013. P.80-83. (In Russ.)
19. Pushkina G.P., Kovalev N.I. and Sidelnikov N.I. The effectiveness of growth regulator and organic fertilizer EcoFus on belladonna. *New and non-traditional plants and prospects for their use*. Pushchino. 2013;(II):243-246. (In Russ.)
20. Sidelnikov N.I., khazieva F.M., Kovalev N.I. The growth regulators and micronutrients role under the herbs introduction in to culture. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2018;(3):62-66. doi.org/10.30850/vrsn/2018/3/62-66 (In Russ.)
21. Slasty I.V., Lozhnikova V.N., Kondratieva V.V. et al. The Effect of water stress and silicon compounds on the content of endogenous phytohormones and the growth of barley. *Agrochemistry*. 2013;(8):38-48. (In Russ.)
22. Malevannaya N.N. Zircon-a new type of immunomodulator. The active principle of the drug is a growth-regulating complex of hydroxycoric acids and their derivatives. Zircon is a natural growth regulator. Application in agriculture. М.: "NEST M". 2010. 384 p. (In Russ.)