СЫРЬЕВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В.А. Гущина, доктор с.-х. наук, профессор; Е.А. Кутихина, аспирант

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза. Россия, т. 8(8412) 62-83-67, e-mail: guschina.v.a@pgau.ru

Регуляторы роста растений являются одной из самых перспективных групп пестицидов, достоинства которых состоят в том, что они безвредны, экологически безопасны и высокоэффективны при низких нормах расхода биологически активных веществ полифункционального действия. Препаратом, обладающим такими свойствами, является Циркон, производимый на основе растительного сырья эхинацеи пурпурной. В связи с этим, целью исследований является установление влияния способов применения Циркона на сырьевую продуктивность календулы лекарственной сорта Кальта в условиях неустойчивого увлажнения лесостепи Среднего Поволжья. На черноземно-луговой почве в 2018-2020 гг. коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ заложен однофакторный опыт по способам использования препарата. Самым засушливым по условиям увлажнения (ГТК – 0,61) был первый год проведения эксперимента, два следующих – характеризовались недостаточным увлажнением. Сбор сырья по годам исследований продолжался 43, 63, 87 дней соответственно. В среднем за три года стимулирование семян и растений Цирконом увеличило количество соцветий на 5...18 шт./растение, причем их максимум наблюдался от сочетания обработок. Наиболее продуктивными 63,3 г были растения, где дважды использовали препарат Циркон. Масса соцветий в контроле составила 48,4 г/растение. От некорневой подкормки она увеличилась на 5,2 г, а от предпосевной обработки семян на 12,1 г. Урожайность сырья, высушенного при температуре 45...50 °С, находилась в пределах 1,79...2,72 т/га. Двукратное использование Циркона увеличило сырьевую продуктивность на 0,93 т/га. При однократном применении препарата урожайность возросла до 1,94...2,58 т/га. Причем обработка семян перед посевом оказалась более эффективной, чем некорневая подкормка.

Ключевые слова: календула лекарственная, стимулятор роста, Циркон, обработка семян, некорневая подкормка, всхожесть, сырье.

Введение

В результате производственной деятельности человека, при культивировании сельскохозяйственных растений, серьезной проблемой является его взаимоотношение с окружающей средой. Основным вопросом при этом считается увеличение растениеводческой продукции и улучшение её качества за счет рационального использования природных ресурсов. Это делает возможным получение продукции с минимальными материальными затратами и без существенного нарушения экосистемы [16, 20].

При антропогенном загрязнении окружающей среды химические элементы, попадая в пищевую цепь организма человека, представляют потенциальную опасность для его здоровья и жизнедеятельности. Растения при этом являются важным передаточным звеном, через которое химические элементы попадают из почвы, воды и воздуха в живой организм. Поэтому очень важно возделывать лекарственные расте-

ния без применения средств химизации и удобрений [2-4, 6, 8].

Обеспечение населения страны высокоэффективными отечественными фитопрепаратами является основной задачей национальной программы Правительства РФ «Здоровье». В соответствии со стратегией развития фармацевтической промышленности, доля препаратов растительного происхождения должна увеличиться на внутреннем рынке до 50 % [12]. Следовательно, необходимо развивать лекарственное растениеводство. Одним из наиболее распространенных в культуре лекарственных растений является календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.). Вещества, содержащиеся в её соцветиях, обладают ранозаживляющим, антисептическим и противовоспалительным действием [10, 14, 21]. Календулу, больше известную под названием «ноготки», используют для производства различных медицинских препаратов и косметических средств, а также как натуральный пищевой краситель [11, 19].

Регуляторы роста растений являются одной из самых перспективных групп пестицидов, достоинства которых состоят в том, что они безвредны, экологически безопасны и высокоэффективны при низких нормах расхода биологически активных веществ полифункционального действия [1, 13, 18]. Препаратом, обладающим такими свойствами, является Циркон, производимый на основе растительного сырья эхинацеи пурпурной Фирмой ННПП «НЭСТ М» [9]. Он повышает скорость прорастания семян и всхожесть, усиливает корнеобразование и стрессоустойчивость к условиям внешней среды [17]. Поэтому использование Циркона в технологии возделывания календулы лекарственной является актуальным. В связи с этим цель исследований заключается в установлении влияния способов применения Циркона на сырьевую продуктивность календулы лекарственной в условиях неустойчивого увлажнения лесостепи Среднего Поволжья.

Методы и материалы

Закладку опыта проводили в 2018-2020 гг. согласно методических указаний Б.А. Доспехова (1985) [5] на черноземно-луговой почве коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, характеризующейся следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте 3,6 % (ГОСТ 26213-91), легкогидролизуемого азота – 77,7 мг/кг почвы (по методу Корнфилда), подвижного фосфора – 36,2, обменного калия – 78,6 мг/кг почвы (ГОСТ 26204-91), реакция среды слабо-кислая (рН – 5,2) (ГОСТ 26483-75).

Схема опыта предусматривала четыре варианта: контроль, где семена замачивались в воде; обработка семян препаратом Циркон (0,15 мг/кг, расход рабочей жидкости 250 мл/кг); некорневая подкормка препаратом Циркон в фазу розетки листьев (35 мл/га, расход рабочей жидкости 300 л/га); обработка семян препаратом Циркон + некорневая подкормка препаратом Циркон в фазу розетки листьев. Семена перед посевом замачивали в воде или растворе Циркона на два часа в соответствии со схемой опыта, а некорневую подкормку растений проводили в фазе 3-5 листьев календулы ручным опрыскивателем. Предшественник – яровая пшеница.

Посев календулы сорта Кальта в первый год исследований проводили 14 мая, в последующие – на неделю раньше вручную широкорядно на глубину 2-3 см с нормой высева 8 кг/га. На начальных этапах развития растений дважды проведена ручная прополка рядков и рыхление междурядий. В однофакторном полевом опыте площадь

делянок составила 2 м² при рендомизированном их размещении в шестикратной повторности. Все учеты и анализы осуществлялись в соответствии с общепринятыми методиками со статистической обработкой результатов. Уборку соцветий проводили через каждые три дня, в конце сбора – через семь дней при раскрытии 50 % язычковых соцветий у махровых форм и зацветании двух-четырех кругов трубчатых цветков у немахровых форм.

Урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции формируется под влиянием абиотических и биотических факторов жизни. Максимальная продуктивность растений проявляется лишь при гармоничном их сочетании [7]. В полевых условиях тепло, свет и влагу регулировать сложно. Поэтому при разработке технологических приемов для получения урожаев хорошего качества необходимо учитывать факторы внешней среды.

Вегетационный период 2018 года характеризовался засушливыми условиями при годротермическом коэффициенте (ГТК) 0,61 и был самым неблагоприятным для календулы, причем в конце мая наблюдались поздние весенние заморозки, но растения не пострадали. Среднемесячная температура воздуха превышала многолетние значения на 3,1 °С, исключение составили только условия первой и второй декады июня, когда температура была ниже нормы на 4,2 и 1,7 °С соответственно. Сумма осадков от даты посева до конца июня была в два раза меньше нормы (42,2 мм против 86 мм). Условия увлажнения улучшились в следующем месяце, когда за первые две декады выпала полуторная норма осадков (164 мм). До третьей декады сентября вновь установились засушливые условия, что повлияло на продолжительность сбора сырья.

Во второй год исследований сложились условия недостаточного увлажнения (ГТК – 0,95). Сумма эффективных температур за период май-июнь превышала многолетние значения на 162,2 °С, осадков было на 38,5 мм меньше нормы, но их количество, выпавшее в третьей декаде июня, соответствовало среднемноголетним значениям (20 мм). Осадки в середине июля (140 %) и пониженные температуры в данный период (19,1 °С) повлияли на формирование соцветий календулы. Избыточные условия увлажнения августа (ГТК – 1,63) увеличили период сбора сырья до 63 дней.

При закладке опытов в 2020 году в первой декаде мая осадков выпало в шесть раз больше нормы со среднесуточной температурой 15,1 °С, при многолетних значениях 12,1 °С. В последующие декады месяца

температура воздуха снизилась на 3,9 и 1,6 °С, а осадки, выпавшие в этот период, превышали норму на 38 и 202 % соответственно. Эти факторы повлияли на более позднее появление всходов. Оптимальные условия для роста и развития календулы складывались в июне, когда среднесуточная температура совпадала с уровнем многолетних значений – 18,8 °С, а сумма осадков превышала его в 1,26 раза. Засушливые условия наблюдали в июле при температуре 21,7 °С с нормой 19,7 °С и недостатке влаги в 25 мм. Аналогичная закономерность наблюдалась в августе. За вегетационный период ГТК составил 0,88, то есть соответствовал недостаточному увлажнению, так же как и в 2019 году.

Результаты

Одним из важнейших условий, определяющих продуктивность посевов, является

оптимальная густота растений. Изреженные всходы исключают возможность получения высоких урожаев, излишне густые – вызывают снижение продуктивности отдельных растений, увеличивают опасность поражения их болезнями [15]. Полевая всхожесть оказывает существенное влияние на формирование густоты растений и сохранность их к уборке. В значительной степени она зависит от метеорологических условий в период посев-всходы и, в первую очередь, от влажности почвы, температуры воздуха и почвы. Поэтому за годы исследований наилучшие условия для появления всходов сложились весной 2020 года, когда в среднем по вариантам опыта всхожесть составила 75 %, что в 2,0 и 1,4 раза выше, чем в первый и второй годы проведения эксперимента соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Полевая всхожесть и сохранность растений календулы лекарственной

Вариант	Всхожесть								Сохранность							
	%				шт./м ²				%				шт./м ²			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее
Контроль (замачивание семян в воде)	36	49	64	50	28	39	51	39	50	56	59	55	14	22	30	22
Обработка семян Цирконом	40	57	86	61	32	45	69	49	53	56	52	54	17	22	36	25
Некорневая подкормка Цирконом в фазу розетки листьев	36	50	65	50	28	40	52	40	46	55	60	54	13	22	31	22
Обработка семян Цирконом + некорневая подкормка Цирконом в фазу розетки листьев	40	58	86	61	32	46	69	49	53	57	51	54	17	23	35	25
Среднее по годам	38	54	75	56	30	42	60	44	50	56	56	54	15	22	33	24

Температура воздуха в этот период превышала норму на 2,5 °С, а сумма осадков на 61,8 мм. Не зависимо от условий увлажнения предпосевная обработка семян регулятором роста увеличила всхожесть семян. В среднем за три года она составила 61 %, превысив её по отношению к контролю на 11 %. Густота растений составила 49 и 39 шт./м². Однако следует отметить, что стимулирующее действие Циркона в период прорастания семян в 2018 г. проявлялось слабо из-за засухи. Энергия прорастания увеличилась лишь на 4 %, и составила 40 %, во второй год она возросла до 57, а в третий – до 86 %, превысив контроль на 8 и 22 % соответственно. Значительное влияние на появление всходов оказал и срок посева, который в 2018 году провели 12 мая. Густота растений при этом составила

28...32 шт./м². В последующие года она увеличилась до 39...69 шт./м², так как посев проведен на неделю раньше во влажный слой почвы, что привело к появлению дружных всходов во второй год исследований на седьмые сутки, в третий – на одиннадцатые, то есть 18 мая, поскольку среднесуточная температура воздуха на 3,9 °С была ниже нормы.

Одной из важнейших особенностей культуры, определяющей высокую урожайность, является способность сохранять к уборке оптимальную густоту растений. Их выпадение на разных этапах роста и развития зависит от множества факторов, необходимых для формирования урожая, основными из которых являются метеорологические условия и уровень агротехники. Степень изреженности посевов тем больше,

чем сильнее они загущены, о чем ярко свидетельствуют данные, полученные в 2020 году. При наибольшей всхожести семян (86 %) стимулированных Цирконом, сохранность растений составила 52 %. В контроле – от 64 % взошедших растений, сохранилось 59 %.

Дефицит осадков в 2018 году и действие высоких температур воздуха привели к низкой всхожести и сильному выпадению растений к периоду уборки. Густота растений составила 13...17 шт./м². С увеличением всхожести в 2019 году сохранность возрастала до 55...57 % при густоте календулы 22 шт./м². На третий год исследований, как отмечалось выше, сохранность

снижалась, но густота растений была наибольшей 30...36 шт./м². Максимум она достигла в вариантах с обработкой семян Цирконом и в среднем за три года составила 25 шт./м², в контроле – на три растения меньше.

Некорневую подкормку календулы проводили в фазу розетки листьев, наступление которой по годам исследований зависело от гидротермических условий. При одинаковых сроках посева в 2019 и 2020 гг. она наступила 31 мая и 11 июня соответственно, при ГТК равным 0,60 и 1,22, то есть при засушливых условиях фенологические фазы проходили быстрее (табл. 2).

Таблица 2

Фенологические фазы развития календулы лекарственной

Вариант	Срок посева	Фазы развития			
		всходы	розетка листьев	бутонизация	цветение
(Контроль) замачивание семян в воде	14.05.2018	02.06	15.06	18.07	30.07
	07.05.2019	14.05	31.05	18.06	1.07
	07.05.2020	18.05	11.06	26.06	4.07
Обработка семян Цирконом	14.05.2018	02.06	13.06	15.07	28.07
	07.05.2019	14.05	28.05	15.06	1.07
	07.05.2020	18.05	09.06	23.06	4.07
Некорневая подкормка Цирконом в фазу розетки листьев	14.05.2018	02.06	15.06	18.07	30.07
	07.05.2019	14.05	31.05	16.06	1.07
	07.05.2020	18.05	11.06	25.06	4.07
Обработка семян Цирконом + некорневая подкормка Цирконом в фазу розетки листьев	14.05.2018	02.06	13.06	15.07	28.07
	07.05.2019	14.05	28.05	15.06	1.07
	07.05.2020	18.05	9.06	23.06	4.07

Об этом свидетельствуют и данные первого года исследований, когда период всходы-розетка листьев составил 13 дней. При достаточном увлажнении 2020 года он продолжался 24 дня. Одинаковые гидротермические условия (ГТК – 1,45) сложились во время бутонизации календулы в 2018 году, которая отмечалась 18 июля и в 2020 году – 26 июня. На месяц раньше, по отношению к первому году проведения эксперимента, она наступила в 2019 году, когда в июле установились условия недостаточного увлажнения при ГТК – 0,76. Предпосевная обработка семян препаратом Циркон ускорила наступление бутонизации на два-три дня, а некорневая подкормка, проведенная в фазе розетки листьев календулы, на один день.

Цветение растений в первый год исследований отмечено на 56 день после появления всходов, на 10 дней раньше во второй год и на 48 день – в 2020 году. Поэтому количество сборов сырья с 12 в 2018 году увеличилось до 16 и 17 в последующие два

года. Причем стимуляция семян и растений Цирконом повышала устойчивость календулы к стрессовым условиям, которые она испытывала в период засухи или избытка влаги.

Продолжительность фазы цветения в 2018 году составила 43 дня с 1 августа до середины сентября. Массовый сбор сырья во второй год исследований увеличился на 20 дней, а в 2020 году он продолжался до 30 сентября. Следует отметить, что сбор соцветий в сентябре проводили раз в неделю и они были уже мелкими из-за отсутствия осадков и пониженных ночных температур. При частой уборке сбор соцветий может продолжаться до заморозков, однако их выход значительно снижается.

Количество соцветий, которое закладывается на одном растении, находится в прямой зависимости от густоты стеблестоя. На изреженных посевах 2018 года за вегетационный период сформировалось в среднем 67 соцветий на растение (табл. 3). Причем наибольшее их количество 70 и 78 штук

приходилось на растения, выросшие из семян обработанных Цирконом и с последующей фолиарной обработкой календулы в фазу розетки листьев. Аналогичная закономерность наблюдалась в 2019 году. Однако, густота стеблестоя увеличилась в 1,6 раза, по сравнению с прошедшим годом, но количество соцветий на растении снизилось в 1,3 раза. Следует отметить действие Циркона на растения в период образования соцветий, особенно при сочетании предпосевной обработки семян и некорневой подкормки. В среднем на каждом растении образовалось 62 корзинки, одиночно располагающихся на концах стебля и его

разветвлениях. Обладая хорошим ростовым потенциалом календула за сезон в 2020 году сформировала в среднем на одном растении 58 соцветий при густоте 33 шт./м². В среднем за три года стимулирование семян и растений Цирконом увеличило количество соцветий на 5...18 шт./растений, причем их максимум наблюдался от сочетания обработок. Являясь индуктором цветения, Циркон после каждого сбора активизировал образование новых побегов заканчивающихся соцветием, что, в конечном итоге, привело к повышению урожайности лекарственного сырья.

Таблица 3

Структура урожая сырой массы календулы

Вариант	Количество соцветий на одном растении, шт.				Количество растений, шт./м ²				Сырая масса соцветий с растения, г				Сырая масса соцветий, г/м ²			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя
Контроль (замачивание семян в воде)	54	43	52	50	14	22	30	22	51,2	39,5	54,4	48,4	716,8	869,0	1632,0	1072,6
Обработка семян Цирконом	70	55	59	61	17	25	36	25	68,1	52,7	60,6	60,5	1157,7	1317,5	2181,6	1552,3
Некорневая подкормка Цирконом в фазу розетки листьев	67	45	54	55	13	22	31	22	63,3	40,1	57,5	53,6	822,9	882,2	1782,5	1162,5
Обработка семян Цирконом + некорневая подкормка Цирконом в фазу розетки листьев	78	62	65	68	17	26	35	25	70,4	54,2	65,3	63,3	1196,8	1409,2	2285,5	1630,5
В среднем за год	67	51	58	-	15	24	33	-	63,2	46,6	59,4	-	973,4	1119,5	1970,3	-
НСП ₀₅													86	91	134	

При густоте растений 15 шт./м² в 2018 году выход сырых соцветий с каждого из них в среднем составил 63,2 г. В последующие годы исследований их сырая масса снизилась в 1,35 и 1,06 раза.

Однако, наиболее продуктивными в среднем за три года (63,3 г) были растения, где дважды использовали препарат Циркон. Масса соцветий в контроле составила 48,4 г/растений. От некорневой подкормки она увеличилась на 5,2 г, а от предпосевной обработки семян на 12,1 г.

Выход сырья с единицы площади зависит от продуктивности одного растения и их густоты. В среднем за год наибольший урожай сырья 1970,3 г/м² получен в 2020 году при густоте 33 растений/м² с общей массой корзинок за 17 сборов 59,4 г. В первый и второй год исследований урожайность сырых соцветий была в 2,0 и 1,8 раза меньше, поскольку один из основных элементов

структуры урожая, густота, был ниже в 2,2 и 1,4 раза соответственно. Сырьевая продуктивность календулы, в среднем за три года, в контрольном варианте составила 1072,6 г/м². Циркон повышал урожайность сырья в 1,1...1,5 раза. Следует отметить, что наибольший выход сырых соцветий 1552,3 и 1630,5 г/м² обеспечила предпосевная обработка семян препаратом и её сочетание с фолиарной подкормкой в фазу розетки листьев.

Урожайность сырья, высушенного при температуре 45...50 °С, в среднем за три года, находилась в пределах 1,79 ... 2,72 т/га (рис.). Двукратное использование Циркона увеличило сырьевую продуктивность на 0,93 т/га. При однократном применении препарата урожайность возросла до 1,94...2,58 т/га. Причем обработка семян перед посевом оказалась более эффективной, чем некорневая подкормка.

Рис. Урожайность воздушно-сухого сырья календулы лекарственной, т/га

Заключение

Применение препарата Циркон в зоне неустойчивого увлажнения является достаточно эффективным средством активизации процессов прорастания семян, роста и цветения календулы лекарственной. Всхожесть семян, в среднем за три года, от их предпосевной обработки возросла на 11 %. При постоянном и полном удалении соцветий достигается обильное цветение календулы, причем его интенсивность зависит от степени действия регулятора роста.

Оптимальные условия при закладке генеративных органов календулы складываются для растений, где провели стимулирование их развития дважды. Некорневая подкормка в фазу розетки листьев обеспечивает дополнительно 0,15 т/га сухих цветков, предпосевная обработка семян – 0,79 т/га, а включение в технологический процесс возделывания календулы двукратного использования препарата позволяет получить 2,72 т/га сухого лекарственного сырья.

Литература

1. Базарнова Н.Г., Тихомирова Л.И., Фролова Н.С., Павлушин А.Е., Курчанова Е.А. Влияние стимуляторов роста растительного происхождения на морфогенез *Iris Sibirica* L., *Hedysarum teinum* Krasnob и *Syringa vulgaris* L. в культуре in vitro. Химия растительного сырья, 2013, № 3, с. 243-248.
2. Голубев В.Н., Волокитин Ю.С. Методические рекомендации по изучению антропогенных особенностей цветковых растений: морфологическое описание репродуктивной структуры. Ялта: Никитский ботанический сад, 1986, 44 с.
3. Гончарова Э.А., Бекузарова С.А. Биоразнообразие культурных растений: экологическая безопасность и продовольственные ресурсы. Известия Горского государственного аграрного университета, 2015, т. 52, с. 258-267.
4. Гончарова Э.А., Бекузарова С.А. Экология, адаптивное растениеводство и проблемы селекции. Развитие регионов в XXI веке: сборник статей II Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 2017, с. 351-353.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985, 351 с.
6. Калинович С.Е., Белых О. А. Экология цветения полезных растений семейства Ranunculaceae в ботаническом саду ИГУ. Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология, 2012, т. 5, № 2, с. 13-18.

7. Кидин В.В. Система удобрения: учебник. Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011, 532 с. Текст: электронный. Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. Режим доступа: http://elib.timacad.ru/dl/local/kidin_v.v._sistema_udobreniya_.pdf. (дата обращения: 15.12.2020)
8. Лачко О.А., Суслыкова Г. О. Природопользование аридных территорий: экология растений: учебное пособие. Элиста: Издательство Калмыцкого университета, 2005, 167 с.
9. Малеванная Н.Н. Циркон – иммуномодулятор нового типа. Циркон-природный регулятор роста: применение в сельском хозяйстве: сборник статей научно-практической конференции. Москва, 2010, с. 3-9.
10. Машанов В.И., Покровский А.А. Пряноароматические растения. Москва: Агропромиздат, 1991, 287 с.
11. Найда Н.М. Урожайность плодов календулы лекарственной при разных способах посева в условиях Ленинградской области. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2017, № 2 (47), с. 11-17.
12. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 23 октября 2009 г. № 965 «Об утверждении Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4089282/> (дата обращения: 15.12.2020)
13. Семина С.А., Остробородова Н.И. Влияние кремнийсодержащего препарата на формирование урожайности яровой мягкой пшеницы. Нива Поволжья, 2018, № 2 (47), с.29-34.
14. Фармакогнозия. Лекарственное сырьё растительного и животного происхождения: учебное пособие. Под редакцией Г.П. Яковлева. Санкт-Петербург: Специальная литература, 2013, 741 с.
15. Фесько Д.Ю. Влияние густоты стеблестоя на фитосанитарное состояние посевов и продуктивность льна масличного. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2017, № 3, с. 42-45.
16. Черкашина Е.В. Экономика и организация рационального использования и охраны земель эфиромасличной и лекарственной отрасли в Российской Федерации: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук. Москва, 2014, 39 с.
17. Шаповал О.А., Можрова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях. Защита и карантин растений, 2014, № 6, с.16-20.
18. Gavryushina I.V, Semina S.A, Zheryakov E.V. Photosynthetic activity the yield and biomass of maize depending on mineral nutrition. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2018, v.9, № 6, p. 1696-1702.
19. Gushchina V.A., Timoshkin O.A., Velmiseva L.E., Ostroborodova N.I. Changes of Calendula Officinalis Raw Materials Yield and Of Weediness Of Sow-ings Depending on The Elements of Technology. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2018, v. 9, № 2, p. 269-275.
20. Giuliano G., Tavazza R., Diretto G., P. Beyer, M.A. Metabolic engineering of carotenoid biosynthesis in plants. Taylor Trends Biotechnol, 2008, № 26, p. 139-145.
21. Kishimoto S., Maoka T., Sumitomo K., Ohmiya A. Analysis of carotenoid composition in petals of calendula (*Calendula officinalis* L.). Biosci Biotechnol Biochem, 2005, № 69, p. 2122-2128.

UDC 633.88:582.998.16

DOI 10.36461/NP.2020.57.4.019

RAW MATERIAL PRODUCTIVITY OF CALENDULA OFFICINALIS IN THE FOREST STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

V.A. Gushchina, Doctor of Agricultural Sciences, Professor; E.A. Kutikhina, Postgraduate

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State Agrarian University", Penza, Russia, tel. 8 (8412) 62-83-67, e-mail: gushchina.v.a@pgau.ru

Plant growth regulators are one of the most promising groups of pesticides, the advantages of which are that they are harmless, environmentally safe and highly effective at low consumption rates of biologically active substances of multifunctional action. The preparation that has such properties is Zircon. It is produced on the basis of plant raw materials of *Echinacea purpurea*. In this regard, the purpose of the study is to establish the influence of Zircon-using methods on the raw material

productivity of *Calendula officinalis* of the Kalta variety in the conditions of unstable moistening of the Middle Volga region forest-steppe. In 2018-2020, a single-factor experiment on the methods of using the preparation was conducted on the chernozem-meadow soil site of the Penza State Agrarian University. The first year of the experiment was the driest in terms of moisture conditions (HTC – 0.61). The next two years were characterized by insufficient moisture. Gathering raw materials during the years of research lasted 43, 63, 87 days, respectively. Over three research years, the Zircon stimulation of seeds and plants increased the number of inflorescences by 5...18 pcs./plant. It must be noted that their maximum was observed in a combination of treatments. The most productive (63.3 g) were plants where the Zircon preparation was used twice. The inflorescence mass in the control option counted to 48.4 g/plant. With foliar nutrition, it increased by 5.2 g, and with pre-sowing seed treatment – by 12.1 g. The yield of raw materials, dried at a temperature of 45 ... 50°C, counted in the range of 1.79...2.72 t/ha. The double application of Zircon increased the raw material productivity by 0.93 t/ha. With a single preparation application, the yield increased to 1.94...2.58 t/ha. It must be noted that the pre-sowing seed treatment was more effective than foliar fertilization.

Keywords: *Calendula officinalis*, growth stimulator, Zircon, seed treatment, foliar fertilization, germination, raw materials.

References

1. Bazarnova N.G., Tikhomirova L.I., Frolova N.S., Pavlushin A.E., Kurchanova E.A. Effect of plant-derived growth stimulators on the morphogenesis of *Iris Sibirica* L., *Hedysarum teinum* Krasnob., and *Syringa vulgaris* L. in vitro culture. *Khimija rastitel'nogo syr'ja*, 2013, no. 3, pp. 243-248.
2. Golubev V.N., Volokitin Yu.S. Methodological recommendations for the study of antecological features of flowering plants: morphological description of the reproductive structure. Yalta: Nikitsky botanichesky sad, 1986, 44 p.
3. Goncharova E.A., Bekuzarova S.A. Biodiversity of cultivated plants: environmental safety and food resources. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*, 2015, vol. 52, pp. 258-267.
4. Goncharova E.A., Bekuzarova S.A. Ecology, adaptive crop science and problems of breeding. Regional development in the XXI century: collection of articles of the II International Scientific and Practical Conference. Vladikavkaz, 2017, pp. 351-353.
5. Dospekhov B. A. Methodology of field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
6. Kalinovich S.E., Belykh O.A. Anthecology of useful plants of the Ranunculaceae at the botanical garden of ISU. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series: Biology. Ecology*, 2012, vol. 5, no. 2, pp. 13-18.
7. Kidin V.V. Fertilizer system: textbook. Moscow: RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev, 2011, 532 p. Text: electronic. Collection: Educational and methodical literature. Access mode: http://elib.timacad.ru/dl/local/kidin_v.v._sistema_udobreniya_.pdf. (accessed: 15.12.2020)
8. Lachko O.A., Suslyakova G. O. Nature management of arid territories: plant ecology: a textbook. Elista: Publishing House of KalmSU, 2005, 167 p.
9. Malevannaya N.N. Zircon is a new type of immunomodulator. Zircon-natural growth regulator: use in agriculture: a collection of articles of the scientific and practical conference. Moscow, 2010, pp. 3-9.
10. Mashanov V.I., Pokrovsky A.A. Spice-aromatic plants. Moscow: Agropromizdat, 1991, 287 p.
11. Naida N. M. Productivity of *Calendula officinalis* fruits under different methods of sowing in the conditions of the Leningrad Oblast. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2017, no. 2 (47), pp. 11-17.
12. Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation of October 23, 2009 No. 965 "On approval of the Strategy for the Development of the Pharmaceutical Industry of the Russian Federation for the period up to 2020" [Electronic resource]. Access mode: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4089282/> (accessed: 15.12.2020)
13. Semina S.A., Ostroborodova N.I. Influence of silicon-containing preparation on yield formation of soft spring wheat. *Volga Region Farmland*, 2018, No. 2 (47), pp. 29-34.
14. Pharmacognosy. Medicinal raw materials of plant and animal origin: a textbook. Edited by G.P. Yakovlev. Saint Petersburg: Special Literature, 2013, 741 p.
15. Fes'ko D.Yu. The influence of stem density on the phytosanitary condition of crops and the productivity of oilseed flax. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 2017, No. 3, pp. 42-45.
16. Cherkashina E.V. Economics and Organization of rational use and Protection of Lands of the essential-oil and medicinal industry in the Russian Federation: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Economic Sciences. Moscow, 2014, 39 p.

17. Shapoval O.A., Mozhrova I.P., Korshunov A.A. Plant growth regulators in agricultural technologies. *Zashchita i karantin rasteniy*, 2014, no. 6, pp. 16-20.
18. Gavryushina I.V., Semina S.A., Zheryakov E.V. Photosynthetic activity the yield and biomass of maize depending on mineral nutrition. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2018, v.9, № 6, p. 1696-1702.
19. Gushchina V.A., Timoshkin O.A., Velmiseva L.E., Ostroborodova N.I. Changes of *Calendula Officinalis* Raw Materials Yield and Of Weediness Of Sow-ings Depending on The Elements of Technology. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2018, v. 9, № 2, p. 269-275.
20. Giuliano G., Tavazza R., Diretto G., P. Beyer, M.A. Metabolic engineering of carotenoid biosynthesis in plants. *Taylor Trends Biotechnol*, 2008, № 26, p. 139-145.
21. Kishimoto S., Maoka T., Sumitomo K., Ohmiya A. Analysis of carotenoid composition in petals of *calendula* (*Calendula officinalis* L.). *Biosci Biotechnol Biochem*, 2005, № 69, p. 2122-2128.