

Литература

1. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области/РАСХН. Сиб. отд-ние СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002. – 388 с.
2. Алимova Ф.К. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma*. – Казань: Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, 2006. – 209 с.
3. Буянтуева Л. Б., Никитина Е. П. Исследование интенсивности процессов микробной деструкции органического вещества в сухостенных почвах Юго-Западного Забайкалья с использованием аппликационных методов // Природа Внутренней Азии. – 2018. – № 3. – С. 28-37. DOI: 10.18101/2542-0623-2018-3-28-37.
4. Гаврилова В.И., Герасимова М.И. Целлюлозолитическая активность почв: методы измерения, факторы и экологическая изменчивость // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. – 2019. – №1. – С. 23-27.
5. Егovaева А.Ю., Мельничук Т.Н. Влияние предпосевной обработки семян комплексом микробных препаратов на микробоценоз ризосферы ячменя озимого // Биомика. – 2018. – Т.10. – С. 202-205. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-28.
6. Лазарев А. П., Майсямова Д. Р. Скорость разложения послеуборочных остатков полевых культур в черноземах за осенне-весенний и годовой периоды // Почвоведение. – 2006. – № 6. – С. 751-757.
7. Максимов И. В., Абизильдина Р. Р., Пусенкова Л. И. Стимулирующие рост растений микроорганизмы как альтернатива химическим средствам защиты от патогенов (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47. – № 4. – С. 373-385.
8. Новикова И.И. Полифункциональные биопрепараты для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем в биологическом земледелии // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 2. – С. 183-194.
9. Овчинникова Т.А., Панкратов Т.А. Методы экологии почвенных микроорганизмов: уч. пос. – Самара: Самарский университет, 2009. – 62 с.
10. Орлова О.В., Андронов Е.Е., Воробьев Н.И., Колодяжный А.Ю., Москалевская Ю.П., Патыка Н.В., Свиридова О.В. Состав и функционирование микробного сообщества при разложении соломы злаковых культур в дерново-подзолистой почве // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – №3. – С. 305-314. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.3.305rus.
11. Почвенная микробиология; сост. Н.Н. Наплекова. – Новосибирск: НГАУ, 2001. – 48 с.
12. Тараненко В. В., Белоусов В. С., Дядюченко Л. В. Разработка способов нейтрализации остаточных количеств хлорсульфурина в почвах // Агрохимия. – 2021. – № 5. – С. 88-92.
13. Феоктистова Н.В., Марданова А.М., Хадиева Г.Ф., Шарипова М.Р. Ризосферные бактерии // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. – 2016. – Т. 158. – Кн. 2. – С. 207-224.
14. Фомина Н.В., Борцова И.Ю. Влияние гербицидов на целлюлозоразрушающую активность чернозема выщелоченного в условиях красноярской лесостепи // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч. конф. – Красноярск, 2020. – С. 97-101.
15. Draganova D., Valcheva I., Kuzmanova Y., Naydenov M. Effect of wheat straw and cellulose degrading fungi of genus *Trichoderma* on soil respiration and cellulase, betaglucosidase and soil carbon content // Agricultural science and technology. – 2018. vol. 10. – No 4. – P. 349- 353. DOI:10.15547/ast 2018.04.064.
16. Islam N.F., Borthakur S.K. Study of fungi associated with decomposition of rice stubble and their role in degradation of lignin and holocellulose // Mycosphere. – 2011. – 2(6). – PP. 627-635, DOI: 10.5943/mycosphere/2/6/3.
17. Singh R., Rani A, Kumar A., Girdharwal V, Shukla G. Biochemical changes during in vitro decomposition of wheat crop residues by *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz. // International Journal of Advanced Information Science and Technology (IAIST). – 2015. – Vol. 41. – No.41. PP. 5-9.

EFFECT OF SEED TREATMENT WITH BIOPREPARATIONS AND CHEMICAL PROTECTANT CELLULOSE DECOMPOSITION IN THE UPPER ROOT LAYER OF SPRING WHEAT

*O.I. Teplyakova, candidate of biological sciences, N.G. Vlasenko, doctor of biological sciences, academician of RAS
Siberian federal research center of agrobiotechnology RAS,
630501, Novosibirsk region, Krasnoobsk, e-mail: nvlaskenko@sfsca.ru*

The influence of seed treatment with Vitaplan mixtures, SP with Trichocin, SP and the chemical protectant Scarlet, ME on the breakdown of cellulose in the upper root layer under the sowing of spring wheat cultivated as the second crop after fallow on the leached chernozem of the forest-steppe zone of the Ob region in 2020-2022 was studied. The maximum loss of cellulose (39.63 and 36.87%) was noted in the root layer of plants protected by mixtures Vitaplan, SP + Trichocin, SP and Vitaplan, SP + Scarlet, ME with a halved consumption rate, which is 1.4 and 1.3 times higher than the control indicator. Their effect on the process of fiber decomposition depended on the number of precipitates: to a lesser extent when treated with a mixture of Vitaplan, SP with Trichocin, SP, and to a greater extent – with systemic fungicide Scarlet, ME. The relationship between the percentage of decay of canvases and seasonal moistening was also observed in the variant with the treatment of seeds with the Scarlet, ME. This preparation reduced the intensity of decomposition relative to moderately wetted in moderately deficient and sharply arid seasons by 2.7 and 3.2 times. The decomposition of cellulose is affected by the nitrogen content in the soil.

Keywords: leached chernozem, biological preparation, chemical protectant, decomposition of cellulose, spring wheat.

УДК 633.81+661.162.6

DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.15

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

*В.А. Гущина, д.с.-х.н., Е.А. Кутихина, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет»
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30
guschina.v.a@pgau.ru, elena.kutihina@yandex.ru*

*Высокая потребность отечественного рынка в лекарственном растительном сырье приводит к необходимости плантационного выращивания разнообразных видов лекарственных растений в больших объемах. Для сокращения затрат, повышения качества и продуктивности сырья используют биорегуляторы, полученные из природного растительного материала, обладающие широким спектром действия. Среднее Поволжье по почвенно-климатическим условиям относится к перспективным регионам для возделывания лекарственных растений. Цель наших исследований – изучить влияние регуляторов роста растительного происхождения на сырьевую продуктивность сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.). Исследования проведены в 2020-2022 г. на лугово-черноземной*

почве опытного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. Использование регуляторов роста для обработки семян и растений в фазе розетки листьев улучшает индивидуальное развитие календулы. Наиболее продуктивны два месяца – июль и август, когда в первые два года за 13 сборов каждое растение в среднем сформировало 76 % урожая сырья, а в 2022 г. за 15 учетов собрали весь урожай. В среднем за три года число образовавшихся соцветий на сорте Кальта составило 22,2 на 1 растение, превышая их число у сорта Золотое море на 4,5, однако махровых соцветий было в 1,9 раза меньше, т.е. 49,0 % против 94,5%. Поэтому выход воздушно-сухих соцветий снизился на 12 % и составил 5,55 г/раст. против 6,21 г/раст. Из биорегуляторов в большей степени на календулу сорта Золотое море повлияли препараты Биодукс и Циркон, от применения которых сырьевая продуктивность одного растения возросла, соответственно, до 6,64 и 6,51 г против 5,29 г на контроле. На сорте Кальта наиболее эффективны регуляторы роста АгроСтимул и Биодукс, которые повысили продуктивность одного растения до 5,92 и 5,85 г.

Ключевые слова: календула лекарственная, сорт, регуляторы роста, фоллиарная обработка, сырьевая продуктивность.

Для цитирования: Гуцина В.А., Кутихина Е.А. Использование регуляторов роста в технологии возделывания календулы лекарственной на лугово-черноземной почве лесостепи Среднего Поволжья // Плодородие. – 2023. – №.6. – С. 58-64. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.15.

Одним из нетрадиционных для российских сельхозпроизводителей и, в то же время, перспективных направлений развития отрасли растениеводства можно считать производство лекарственного растительного сырья, отечественный рынок которого характеризуется как развивающийся [1].

Лекарственные травы занимают особое место среди огромного видового разнообразия растений. Они встречаются повсеместно и благодаря широкому распространению, доступности, ценным свойствам используются человеком издавна. Их выращивание в настоящее время является наиболее действенным способом охраны редких и исчезающих лекарственных растений.

Одним из самых перспективных источников получения высококачественного лекарственного растительного сырья считается календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.) – однолетнее травянистое растение семейства Астровых. Она содержит богатый арсенал биологически активных соединений, таких как алкалоиды, каротиноиды, флавоноиды, фенилопропаноиды, смолы и гликозиды, различающиеся по химической природе и фармакологическому действию [11]. Основа их применения – эффективность без вредных побочных эффектов, легкий доступ, наследственный опыт и высокий спрос для лечения различных заболеваний [6]. Календула не встречается на территории России в естественных условиях, в большинстве случаев её возделывают на хозяйственных плантациях и приусадебных участках. В получении высоких урожаев соцветий календулы и снижении затрат на их производство большое значение имеет разработка экологически безопасных приемов её возделывания, к которым относится использование природных регуляторов роста [5].

Однако их применение в сельскохозяйственной практике встречает ряд трудностей, связанных с высокой себестоимостью их получения и довольно быстрой потерей активности под влиянием различных факторов окружающей среды. В связи с этим проводят синтез и отбор препаратов, которые в малых и сверхмалых концентрациях способны активировать рост и улучшать качество получаемой продукции [8].

В последние годы увеличился интерес отечественных и иностранных ученых-практиков к изучению биорегуляторов из природного растительного сырья, обладающих широким спектром действия. Их также называют защитно-стимулирующими комплексами, действие которых направлено на повышение адаптивных свойств и иммунитета культур к заболеваниям грибного,

бактериального и вирусного характера, повышение качества продукции и экологизацию процесса при сокращении затрат на выращивание цветочных культур [19]. Среднее Поволжье по почвенно-климатическим условиям является довольно перспективным регионом для возделывания многих лекарственных культур, в том числе календулы лекарственной. Поэтому изучение влияния регуляторов роста, полученных из продуктов промышленного химического синтеза или природных химических веществ, выделяемых путем экстракции из органов некоторых видов растений и кустарников [3], на сырьевую продуктивность нового сорта Золотое море в сравнении с самым распространенным сортом Кальта является актуальным направлением исследований.

Цель наших исследований – изучить влияние регуляторов роста растительного происхождения на сырьевую продуктивность сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Методика. Исследования по изучению эффективности экологически безопасных регуляторов роста, применяемых в виде предпосевной обработки семян сортов календулы лекарственной с последующей обработкой растений в фазе розетки листьев, проводили в 2020-2022 г. на коллекционном участке ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ на лугово-черноземной почве. Пахотный горизонт почвы характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по И.В. Тюрину – 3,6-3,9 % (ГОСТ 26213-91), щелочногидролизующего азота по методу Корнфилда – 77,7-81,1 мг/кг почвы, подвижного фосфора и обменного калия, соответственно, 36,2-37,3 и 78,6-80,4 мг/кг почвы по В. Ф. Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91), pH 5,2-5,4 (ГОСТ 26483-85).

Погодные условия вегетационных периодов характеризовались неравномерным выпадением осадков и значительными колебаниями температур. Условия недостаточного увлажнения сложились в 2020 и 2022 г., когда ГТК составил 0,91 и 0,79 соответственно, в 2021 г. при достаточном увлажнении (ГТК – 1,21) среднесуточные температуры превышали норму.

В качестве предшественника для календулы лекарственной была яровая пшеница. Посев проведен вручную на глубину 2-3 см с нормой высева 8 кг/га и шириной междурядий 45 см.

Двухфакторный полевой опыт заложен, согласно методическим указаниям Б.А. Доспехова [7], в шестикратной повторности по следующей схеме:

Фактор А – сорта: 1. Кальта; 2. Золотое море.

Фактор В – регулятор роста для обработки семян и фоллиарной обработки посевов в фазе розетки листьев: 1. Контроль (обработка водой); 2. Биодукс – обработка семян (0,2 мл/кг) + опрыскивание растений (3 мл/га). Это комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот почвенного гриба *Mortierella alpina*, обогащенный арахидоновой кислотой [2]; 3. АгроСтимул – обработка семян (0,1 мл/кг) + опрыскивание растений (250 мл/га). Препарат, содержащий биофлавоноиды ди-гидрокверцетина, найденные в больших количествах преимущественно в лиственных породах [16]; 4. Циркон – обработка семян (0,15 мл/кг) + опрыскивание растений (25 мл/га). Его основу составляют гидроксикоричные кислоты, полученные из эхинацеи пурпурной [4]; 5. Крезацин – обработка семян (1 г/кг) + опрыскивание растений (15 г/га). Синтетический фитогармон, выступающий в качестве природного адаптогена, схож по своему спектру действия с женьшенем, золотым корнем и элеутерококком [10, 15].

Расход рабочей жидкости по препаратам для влажной обработки семян – 2 л/кг, кроме Циркона, где количество рабочего раствора составляет 250 мл/кг. Замачивание продолжали в течение 2 ч. В фазе 3-5 пар настоящих листьев проведена обработка препаратами ручным опрыскивателем с расходом рабочей жидкости 250 л/га.

Наблюдения и учеты проводили в соответствии с методическими указаниями [12], методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13].

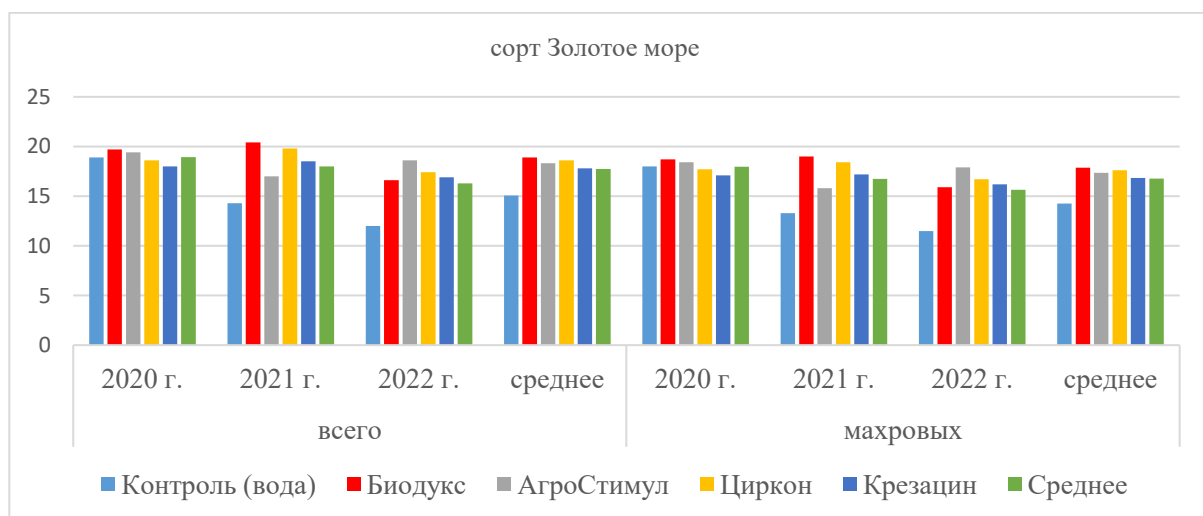
Гидротермический коэффициент рассчитывали по методике [17].

Математическую обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа [7] на ПЭВМ с использованием Excel 2020.

Метеоусловия представлены по данным Пензенского ЦГМС – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС».

Результаты и их обсуждение. Основным показателем целесообразности возделывания любой культуры является её урожайность. В технологии выращивания лекарственных растений формирование органов продуктивности происходит на разных этапах развития растений [9].

У календулы лекарственной, при использовании её на сырьё, количество соцветий на растении зависит от числа побегов, которые заканчиваются генеративной почкой. На их формирование влияют интенсивность и продолжительность сбора сырья. В условиях лесостепи Среднего Поволжья в годы исследований за сезон на одном растении образуется от 12,0 до 26,8 соцветий (рис.). Наибольшее их количество наблюдалось в 2020 г.



	всего				махровых	
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
НСР ₀₅ , А	0,54	0,53	0,42	0,43	0,39	0,14
НСР ₀₅ , В, АВ	0,87	0,83	0,66	0,72	0,61	0,23
НСР ₀₅ , Частные различия	1,23	1,18	0,94	0,86	0,82	0,05

Рис. Количество соцветий календулы лекарственной на одном растении

Интенсивность цветения была выше у сорта Кальта, где число цветков достигало 26,3. Сорт Золотое море уступал на 7,4 соцветия, однако количество махровых было выше на 4,8 шт. В среднем за год у сорта Кальта на долю махровых соцветий приходилось 50,2 %, у сорта Золотое море – 95,2 %. Если махровых соцветий больше, то и масса их выше, что соответственно сказывается на производительности труда сборщика, которая повышается на сборе сырья сорта Золотое море.

Стимуляция семян и растений календулы сорта Кальта биорегуляторами в этом году не повлияла на формирование соцветий. Их количество, 26,2-26,8 шт., находилось на уровне контроля – 26,3 шт. Аналогичная закономерность наблюдалась и по махровости.

Более отзывчивым на применение регуляторов роста оказался сорт Золотое море. Причем больше соцветий образовалось от применения препаратов Биодукс и АгроСтимул - 19,7 и 19,4 шт. соответственно. В этом году на формирование соцветий и их махровость в большей степени повлияли условия увлажнения.

На второй год исследований (2021 г.) за 17 сборов в среднем с одного растения получено 20,2 соцветия, или на 10,6 % меньше, чем в предыдущем году, поскольку этот год был самым сухим. Следует отметить более стабильные показатели по Золотому морю, разница составляет только 4,8 %. По сорту Кальта соцветий образовалось на 15,2 % меньше, чем в 2020 г. Реакция сорта Золотое море на регуляторы роста выше контроля на 4,6 %, у сорта Кальта на 2,4 %. Сорта более отзывчивыми были на препарат Биодукс.

Количество сформировавшихся соцветий у сорта Золотое море составило 20,4 шт., против 14,3 шт. на контроле, махровость при этом достигла 93,0 %, или 19,0 шт. на одном растении. На долю махровых соцветий у сорта Кальта по этому препарату приходится 47,0 %, или 12,0 шт. против 25,5 шт. от общего их количества. От стимулирования семян и растений Цирконом махровых соцветий у Золотого моря образовалось 18,4 шт., против 11,0 шт. у Кальты, при общем их количестве 19,8 и 23,5 шт. соответственно.

Повышенной махровостью отличались соцветия в 2022 г. У сорта Золотое море она составила 95,7 %, у сорта Кальта – 51,1 %. Однако в среднем за год их сформировалось меньше, всего 17,1 шт./раст., против 22,6 – в 2020 г. и 20,2 шт./раст. – в 2021 г. Лучшее всего календула отреагировала на двукратное использование препарата АгроСтимул, когда с 1 растения сорта Золотое море собрали 18,6 соцветий, а сорта Кальта – 20,8 шт. Количество махровых соцветий составило, соответственно, 17,9 и 10,6 шт./раст., или 96,2 и 50,1 %.

В среднем за три года количество образовавшихся соцветий на сорте Кальта равно 22,2 шт./раст., что превышало их число у сорта Золотое море на 4,5 шт., однако махровых соцветий было в 1,9 раза меньше, т.е. 49,0 % против 94,5 %. От обработки семян перед посевом и фоллиарной обработки растений в фазе розетки листьев биостимуляторами среднее количество соцветий составило 20,7-21,2 шт./раст. при махровости 69,0-69,6%. От стимуляции календулы синтетическим препаратом Крезацин махровость соцветий достигла 70,0 %, хотя эти различия незначительные.

Выход сырья календулы зависит от индивидуальной продуктивности растения, на которую влияют особенности сорта, регуляторы роста и гидротермические условия года.

В первый год исследований проведено 17 сборов соцветий, когда продолжительность цветения календулы составила 87 дней. Для более простого и удобного анализа полученного материала по сырьевой продуктивности календулы сборы соцветий объединены по декадам каждого месяца, а не по датам их проведения. Максимальное количество сборов, т.е. семь, проведено в июле. В среднем за год на их долю приходится 37,4 % урожая, что составляет 2,47 г воздушно-сухих соцветий с одного растения (табл.1).

1. Сырьевая продуктивность одного растения календулы лекарственной (2020 г.), г

Фактор А – сорт	Фактор В – регулятор роста	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Всего
		количество сборов				
		7	6	3	1	
Кальта	Контроль (вода)	2,19	3,12	1,00	0,27	6,57
	Биодукс	2,55	2,71	1,09	0,23	6,58
	АгроСтимул	2,04	2,97	1,37	0,31	6,69
	Циркон	2,24	2,25	1,43	0,62	6,54
	Крезацин	2,83	2,09	1,21	0,35	6,47
Среднее по сорту		2,37	2,61	1,22	0,35	6,57
Золотое море	Контроль (вода)	2,40	3,09	0,89	0,25	6,63
	Биодукс	2,75	2,72	1,12	0,31	6,90
	АгроСтимул	2,39	2,52	1,57	0,30	6,79
	Циркон	2,47	2,13	1,31	0,60	6,50
	Крезацин	2,86	2,21	0,92	0,32	6,31
Среднее по сорту		2,57	2,54	1,16	0,36	6,62
Среднее по регуляторам роста	Контроль (вода)	2,30	3,11	0,94	0,26	6,60
	Биодукс	2,65	2,71	1,12	0,27	6,74
	АгроСтимул	2,22	2,74	1,47	0,31	6,74
	Циркон	2,36	2,19	1,38	0,61	6,52
	Крезацин	2,85	2,15	1,06	0,34	6,39
НСР ₀₅ : А						0,17
В, АВ						0,28
частные различия						0,48

Во второй и третьей декадах, при интенсивном цветении календулы, проведено по три сбора, так как задержка с уборкой соцветий сразу приводит к завязыванию семян. Столько же сборов сырья проведено и в первой декаде августа, с долей его участия в общем урожае 20,4%. С 11 июля по 10 августа, собрано 54,62 % урожая воздушно-сухих соцветий с одного растения, или 3,58 г.

Продуктивность растения календулы сорта Золотое море на 0,05 г выше, чем сорта Кальта. Именно первый сорт лучше отзывался на применение препаратов Биодукс и АгроСтимул, где выход воздушно-сухих соцветий составил 6,90 и 6,79 г, против 6,58 и 6,69 г по сорту Кальта. Однако в этом году значительных различий по продуктивности сортов в зависимости от регуляторов роста не выявлено, поскольку в первый период сбора сырья наблюдалось равномерное распределение осадков, сопровождавшихся понижением температуры до 17,0-19,0 °С. Такие условия повышали махровость соцветий, что особенно четко проявлялось на сорте Золотое море.

Цветение календулы в 2021 г. по отношению к первому году задержалось на 5 дней. Однако к сбору соцветий приступили в ту же дату – 9 июля, а завершился сбор сырья также 4 октября и в этом году тоже проведено 17 сборов сырья. До периода цветения календулы наблюдались условия недостаточного увлажнения и в среднем по опыту на долю первого сбора приходится 3,2 % от общего урожая сырья против 3,5 % в 2020 г. За шесть сборов во второй и третьей декадах июля масса воздушно-сухого сырья составила 2,02 г/раст. против 2,24 г/раст. в

первый год исследований. Доля этих сборов от общего урожая по годам не различалась и составила 34,0 % (табл. 2).

2. Сырьевая продуктивность одного растения календулы лекарственной (2021 г.), г

Лекарственной (2021 г.), г						
Фактор А – сорт	Фактор В – регулятор роста	Июль	Ав-густ	Сен-тябрь	Ок-тябрь	Всего
		количество сборов				
		7	6	3	1	17
Кальта	Контроль (вода)	1,76	2,41	0,76	0,18	5,10
	Биодукс	2,39	2,55	1,12	0,31	6,38
	АгроСtimул	1,89	2,34	1,33	0,26	5,81
	Циркон	1,79	2,34	1,2	0,55	5,86
	Крезацин	1,93	1,71	0,85	0,27	4,76
Среднее по сорту		1,95	2,28	1,04	0,31	5,58
Золотое море	Контроль (вода)	1,77	2,37	0,7	0,15	5,00
	Биодукс	2,84	2,8	1,18	0,32	7,14
	АгроСtimул	2,03	2,32	1,33	0,26	5,94
	Циркон	2,53	2,33	1,43	0,65	6,94
	Крезацин	3,12	2,08	0,98	0,29	6,47
Среднее по сорту		2,46	2,38	1,13	0,34	6,30
Среднее по регуляторам роста	Контроль (вода)	1,76	2,39	0,73	0,16	5,05
	Биодукс	2,62	2,68	1,16	0,32	6,76
	АгроСtimул	1,95	2,33	1,33	0,26	5,87
	Циркон	2,16	2,33	1,3	0,60	6,40
	Крезацин	2,52	1,9	0,92	0,28	5,62
НСР ₀₅ , : А						0,20
В, АВ						0,31
частные различия						0,56

В августе продуктивность растения достигла 2,33 г. В первый год эксперимента она была выше на 0,25 г. Доля урожая от общего объема составила 39,1 и 39,2 %, то есть формирование урожайности сырья, не зависимо от условий года, проходило одинаково.

В течение двух лет исследований ещё по три сбора сырья провели в сентябре. На их долю от общего урожая за сезон приходится 18,0 и 18,3 %, за последний сбор в октябре – 5,4 %.

На стимулирование семян регуляторами роста и фоллиарную обработку календулы в фазе розетки листьев лучше отзывался сорт Золотое море и в среднем по нему выход сырья с одного растения составил 6,30 г,

превышая контроль на 1,30 г, а среднюю урожайность сорта Кальта на 0,72 г за счет повышенной махровости соцветий. Из стимуляторов роста наиболее эффективным оказались Биодукс, обеспечив продуктивность 6,76 г/раст., и Циркон – 6,40 г/раст. Золотое море при этом повысило свою урожайность до 7,14 и 6,94 г/раст. соответственно. Продуктивность сорта Кальта ниже на 0,76 и 1,08 г/раст.

На третий год эксперимента (2022 г.) цветение календулы продолжалось 56 дней, за которые проведено 15 сборов, причем уже в первую декаду июля за два сбора в среднем по опыту выход воздушно-сухих соцветий с одного растения составил 0,59 г, или 11,57 % от общего сбора (табл.3). Достаточное увлажнение первой декады июля позволило сформировать более крупные корзинки, чем в 2021 г. Наибольшая масса сырья календулы, 1,92 г/раст., получена во второй декаде июля с долей участия в общем урожае 37,6 %.

В целом на этот месяц, при обильном количестве осадков за восемь сборов, пришлось в среднем по вариантам 66,4 % от общего урожая. За шесть сборов двух декад августа выход воздушно-сухих соцветий снизился в 1,9 раза по сравнению с таким же количеством сборов с 10 по 31 июля. Вероятно, засушливый август (ГТК-0,03) привел к интенсивному завязыванию семян и ускорению всех процессов в растительном организме. Поэтому последний сбор завершен уже в третьей декаде августа с долей урожая 4,5 %. Следовательно, все лекарственное сырье в 2022 г. собрано в течение двух летних месяцев. В предыдущие годы объем сырья, полученный в июле – августе за 13 сборов, составил 78,9 и 76,4% общего урожая.

Из регуляторов роста в этом году лучшим был АгроСтимул, от использования которого на сорте Золотое море сырьевая продуктивность одного растения возросла до 6,46 г, против 4,25 г на контроле, на сорте Кальта – 5,25 и 3,10 г/раст. соответственно.

Препарат Циркон на 1,85 г/раст. увеличил выход воздушно-сухого сырья сорта Золотое море, а сорт Кальта хорошо отреагировал не только на Циркон, но и на Крезацин, повысивший выход сырья на 1,74 г/раст. по отношению к контролю.

3. Сырьевая продуктивность одного растения календулы лекарственной (2022 г.), г

5. Сырьевая продуктивность одного растения календулы лекарственной (2022 г.), г									
Фактор А – сорт	Фактор В – регулятор роста	1-10 июля	11-20 июля	21-31 июля	1-10 августа	11-20 августа	21-31 августа	Всего	
		Число сборов							
		2	3	3	3	3	1		15
Кальта	Контроль (вода)	0,42	1,03	0,70	0,47	0,38	0,10	3,10	
	Биодукс	0,50	1,55	0,85	0,69	0,81	0,19	4,59	
	АгроСтимул	0,67	1,87	0,93	0,80	0,67	0,31	5,25	
	Циркон	0,48	2,0	0,72	0,66	0,54	0,30	4,70	
	Крезацин	0,47	2,01	0,82	0,77	0,62	0,15	4,84	
Среднее по сорту		0,50	1,69	0,80	0,68	0,60	0,21	4,50	
Золотое море	Контроль (вода)	0,66	1,26	0,84	0,71	0,66	0,12	4,25	
	Биодукс	0,74	2,01	0,89	0,97	1,04	0,22	5,87	
	АгроСтимул	0,85	2,28	1,22	0,95	0,79	0,37	6,46	
	Циркон	0,62	2,60	0,89	0,82	0,76	0,41	6,10	
	Крезацин	0,54	2,53	0,96	0,96	0,72	0,18	5,89	
Среднее по сорту		0,68	2,14	0,96	0,88	0,79	0,26	5,70	
Среднее по регуляторам роста	Контроль (вода)	0,54	1,15	0,77	0,59	0,52	0,11	3,68	
	Биодукс	0,62	1,78	0,87	0,83	0,92	0,20	5,23	
	АгроСтимул	0,74	2,08	1,08	0,88	0,73	0,34	5,86	
	Циркон	0,58	2,30	0,80	0,74	0,65	0,36	5,40	
	Крезацин	0,50	2,27	0,89	0,87	0,67	0,17	5,37	
НСР ₀₅ , А								0,13	
НСР ₀₅ , В, АВ								0,28	
НСР ₀₅ , частные различия								0,44	

В среднем за три года исследований более продуктивным был сорт Золотое море, хотя число сформировавшихся корзинок на растении меньше на 4,5, чем у сорта Кальта. Однако махровых соцветий у него образуется больше в 1,9 раза. Поэтому выход воздушно-сухих соцветий увеличился на 12,0 % и составил 6,21 г/раст. против 5,55 г/раст. у сорта Кальта. При изучении регуляторов роста природного происхождения в течение трех лет установлено положительное их действие на календулу лекарственную, проявляющееся в повышении сырьевой продуктивности. Из биорегуляторов в большей степени на календулу сорта Золотое море повлияли препараты Биодукс и Циркон, от применения которых сырьевая продуктивность одного растения возросла до 6,64 и 6,51 г, против 5,29 г на контроле. На сорте Кальта наиболее эффективными были регуляторы роста АгроСтимул и Биодукс, которые повысили продуктивность одного растения до 5,92 и 5,85 г соответственно.

Однако следует отметить, что все препараты кроме искусственно синтезированного Крезацина, лучше проявили себя по два года. АгроСтимул наиболее эффективным был в 2020 и 2022 г., когда в период от посева до начала цветения наблюдались условия достаточного увлажнения, что повлияло на прорастание семян, интенсивность развития корневой системы. А в фазе цветения, когда проявилась засуха (ГТК – 0,46 и 0,57 соответственно), от действия этого препарата у растений повысилась устойчивость к данному стрессу.

Максимальное влияние препарата Биодукс на индивидуальное развитие календулы наблюдалось в 2020 и 2021 г., хотя по условиям увлажнения годы различались. Вероятно, из-за лучшего развития корневой системы в 2021 г. повысилась устойчивость календулы к засухе в большей степени, чем при использовании АгроСтимула, что положительно отразилось на сырьевой продуктивности растения.

Аналогичная закономерность в 2021 и 2022 г. проявилась и от применения Циркона. Он также способствовал ускоренному корнеобразованию, являясь антистрессовым адаптогеном, а активация энергии прорастания, всхожести и ростовых процессов привела к увеличению биомассы культуры с ускорением цветения, что и способствовало повышению формирования соцветий, особенно в 2021 г.

Крезацин – иммуностимулятор синтетического происхождения, так же активизирует прорастание семян с повышением всхожести, благоприятствует активности корнеобразования и увеличению генеративных побегов.

Заключение. Таким образом, использование регуляторов роста для обработки семян и растений в фазе розетки листьев ведет к улучшению индивидуального развития календулы лекарственной, а следовательно, и увеличению её сырьевой продуктивности. Независимо от условий года, наиболее продуктивными были два месяца – июль и август, когда в первые два года за 13 сборов каждое растение в среднем сформировало 76 % урожая сырья, а в 2022 г. за 15 учетов собрали весь урожай. При этом для получения высококачественного растительного

сырья календулы лекарственной необходимо использовать сорт Золотое море, характеризующийся высокой махровостью соцветий и обеспечивающий сырьевую продуктивность одного растения от применения препарата Биодукс 6,64 г от Циркона 6,51 г.

Литература

1. Афанасьева, П.В. Обоснование новых подходов к стандартизации сырья и препаратов календулы лекарственной / П.В. Афанасьева, А.В. Курикина // Аспирантский вестник Поволжья. – 2015. – №5 (6). – С. 323-326.
2. Biodux Bioduxorganic. [Электронный ресурс]. <https://bionovatic.ru/catalog/biodux-biodux-organic>
3. Бахтенко, Е.Ю. Регуляция роста и развития растений: учебное пособие / Е.Ю. Бахтенко, П.Б. Курапов. – Вологда: ВГПУ, 2014. – 192 с.
4. Брыкалов, А. В. Исследование физиологически активных соединений в препарате из эхинацеи пурпурной / А.В. Брыкалов, Е.М. Головкина, Е.В. Велик // Химия растительного сырья. – 2008. – № 3. – С. 89-92.
5. Воронин, А. Н. Селекционная оценка различных сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis*), выращенных в эколого-географических условиях Ярославской области / А. Н. Воронин, П. А. Котьяк, О. Н. Крудю // Владимирский земледелец. – 2021. – № 1. – С. 43-47.
6. Воронина, Н.В. Побочные эффекты лекарственных средств и методы их выявления / Н.В. Воронина, А.А. Упницкий // Лечебное дело. – 2007. – №1. – С.3-10.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Жигачева, И.В. Влияние фосфорорганического регулятора роста растений на структурные характеристики мембран растительного и животного происхождения / И. В. Жигачева, Л. Д. Фаткуллина, Е. Б. Бурлакова [и др.] // Биологические мембраны. – 2008. – Т. 25. – № 2. – С. 128-134.
9. Козко, А.А. Перспективы и проблемы возрождения лекарственного растениеводства в России / А.А. Козко, А.Н. Цицилин // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Т. 146. – С. 18 – 25.
10. Крезацин – эффективный биостимулятор повышения продуктивности. [Электронный ресурс]. <https://innocom.by/news/krezatsin-effektivnyj-biostimulyatorpovysheniya-produktivnosti-zhivotnyh/>
11. Куренская, О. Ю. Изучение нового сорта календулы лекарственной Золотое море в условиях Центрально-Черноземного региона / О. Ю. Куренская, И. В. Кулишова, В. И. Сидельников // Научный и инновационный потенциал развития производства, переработки и применения эфиромасличных и лекарственных растений: Материалы Международной научно-практической конференции / Научный редактор В.С. Паштеецкий. – Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2019. – С. 181-185.
12. Левандовский, Г.С. Методические указания по селекции и семеноводству ноготков лекарственных / Г.С. Левандовский. – М., 1984. – 21 с.
13. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – 198 с.
14. Николаев, А. В. Влияние регуляторов роста на урожайность семенного картофеля в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны России / А. В. Николаев, И. Г. Любимская // Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модернизации аграрного производства. – Суздаль : ИПК "ПресСто", 2016. – С. 330-334.
15. Радчевский, П.П. Влияние стимуляторов роста Иммуноцитифит, Крезацин и НВ ЕСО на качественные показатели виноматериалов сорта Сеправи / П.П. Радчевский, Р.В. Кравченко, Л.П. Трошин, А.В. Прах, С.М. Горлов // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – С. 1 – 13.
16. Регуляторы роста растений АгроСтимул. [Электронный ресурс]. <https://glavagronom.ru/pesticides/regulatoryi-rosta-rasteniy-agrostimul-soyuzagrohim> (дата обращения.10.06.2023).
17. Селянинов, Г.Т. К методике сельскохозяйственной климатографии / Г.Т. Селянинов // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – Вып.2. – 1930. – С.45 – 89.
18. Стеценко, Л. А. Влияние меди на рост *Calendula officinalis* L. и особенности накопления ее в органах растения в условиях водной культуры / Л. А. Стеценко // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2017. – Т. 20. – № 10. – С. 42-46.
19. Усова, К. А. Экологически безопасные высокоэффективные регуляторы роста растений для цветочно-декоративных культур (обзор российской литературы) / К. А. Усова, С. Л. Белопухов, И. Г. Шайхиев // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 21. – С. 193-198.

THE USE OF GROWTH REGULATORS IN THE TECHNOLOGY OF CULTIVATING VARIETIES OF CALENDULA OFFICINALIS ON MEADOW – CHERNOZEM SOIL FOREST- STEPPES OF THE MIDDLE VOLGA REGION

V.A. Gushchina, Doctor (Hab.) of Agricultural Sciences, Professor,
E.A. Kutihina, Ph.D. student.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State Agrarian University"
440014, Penza, Botanic str., 30 gushchina.v.a@pgau.ru, elena.kutihina@yandex.ru

A high demand in the domestic market for medicinal plant raw materials led to a need for the cultivation of various types of medicinal plants in large volumes. Bioregulators obtained from natural plant material with a broad spectrum of action are used to reduce costs and improve the quality and productivity of raw materials. According to soil and climatic conditions, the Middle Volga region is promising for cultivating medicinal plants. Therefore, this research aims to study the effect of plant-derived growth regulators on the raw productivity of *Calendula officinalis* L. varieties. The research was done in 2020-2022 on meadow-chernozem soil at the experimental site of the Penza State Agrarian University. The usage of growth regulators to treat seeds and plants in the rosette phase of leaves improves the individual development of calendula. The most productive months are July and August, in which, in the first two years, each plant has formed, on average, 76% of the harvest over 13 collections, and in 2022, over 15 accounting, the whole harvest was collected. On average, over three years, the number of inflorescences formed on the Calta variety was 22.2 pcs./plant, exceeding their number in the Golden Sea variety by 4.5 pcs./plant. However, double inflorescences were 1.9 times less common: 49.0% versus 94.5%. Therefore, the yield of air-dry inflorescences decreased by 12% and amounted to 5.55 g/plant compared to 6.21 g/plant. Amongst the bioregulators, the Golden Sea calendula was influenced the most by the Biodux and Zircon agrochemicals. Their usage increased a single plant's raw productivity to 6.64 and 6.51 g, respectively, compared to 5.29 g in the control group. The most effective growth regulators for the Calta variety were AgroStimul and Biodux, which increased the single plant's productivity to 5.92 and 5.85 g.

УДК 631.452

DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.16

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОСТИ ПЛОДОРОДИЯ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

*Р.Н. Ушаков, д.с.-х.н., А.В. Ручкина, В.И. Левин, д.с.-х.н., Ф.Ю. Бобраков, Т.Ю. Ушакова, к.с.-х.н.,
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»*

390044, Рязань, ул. Костычева, д. 1, E-mail: r.ushakov1971@mail.ru

Рассмотрена перспективность использования множественной регрессии в качестве оценочного критерия состояния почвенного плодородия и определения приемлемых на текущий момент времени почвенных параметров на основе доверительных интервалов. Исследования выполнены по материалам агрохимического обследования почвы, проведенного в ФГБУ ГЦАС «Московский» на агросерой почве в ЗАО «Макеево» Зарайского района Московской области. Цель исследований – установить и оценить регрессионную модель, характеризующую комплексность плодородия. Исходный массив данных по почвенным свойствам (независимые переменные – X_1 – X_6) был разделен на два кластера (зависимая переменная – Y) методом кластерного анализа. Отсутствие достоверных различий между кластерами и некоторых параметров в модели определило необходимость корректировки. После выявления статистических выбросов (экстремальных наблюдений), анализа остатков, коэффициентов детерминации выбрана оптимальная регрессионная модель с наименьшей из всех полученных стандартной ошибкой: $Y = -7,5 + 0,002P_2O_5 + 0,3pH + 0,2Гумус - 0,2Нг + 0,004K_2O + 0,06V$ ($Нг$ – гидролитическая кислотность, V – степень насыщенности почв основаниями). По разнице между парной и частной корреляции доказано совокупное влияние всех почвенных свойств. Например, наибольшая разница (0,35) установлена для pH. При тесной связи в парной корреляции (0,73) это может указывать на то, что она обусловлена влиянием остальных почвенных свойств. Если их не учитывать, то доля изменчивости кластера, обусловленная pH, составит 53%, с учетом почвенных свойств – 41%. Установлен приемлемый уровень плодородия агросерой почвы: он обеспечивается при содержании гумуса не ниже 3,2%, подвижного фосфора и обменного калия – не ниже 181 и 144 мг/кг почвы, солевой и гидролитической кислотности – не ниже 5,7 ед. pH и 1,5 мг-экв/100 г соответственно, степени насыщенности почвы основаниями – не ниже 92%. При таком числовом сочетании между почвенными свойствами обеспечивается комплексность плодородия.

Ключевые слова: плодородие, параметры, агросерая почва, корреляционно-регрессионный анализ.

Для цитирования: Ушаков Р.Н., Ручкина А.В., Левин В.И., Бобраков Ф.Ю., Ушакова Т.Ю. Использование множественной регрессии для оценки комплексности плодородия серой лесной почвы // Плодородие. – 2023. – №6. – С. 64–68. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.16.

Плодородие – это системный, интегрирующий, многомерный показатель почвенных процессов и свойств [1]. Этому классическому научному мировоззрению должны в максимальной степени соответствовать подходы и способы мониторинга и анализа почвенного плодородия. В качестве одного из методов исполнения о представлении и проведении комплексной оценки плодородия почвы предлагается использовать статистический анализ на основе корреляционно-регрессионных связей при условии задаваемого алгоритма, что все показатели плодородия представляют единое целое (фактор). На основе этого строится интерпретация результатов.

Предложенный подход не противоречит общим классическим представлениям о комплексности плодородия и ее

оценки [4, 10], но позволит дополнить их полезной информацией, разработать перспективную модель плодородия для конкретной почвы на текущий момент времени.

В математическом смысле оценить конструктивность антропогенной деятельности в земледелии можно по её организующей роли в создании неслучайных связей между почвенными параметрами относительно друг друга, в максимальной степени приближенных к линейным типам (увеличиваются содержание элементов питания и одновременно с этим содержание гумуса, снижается кислотность). Наибольший вклад в формирование связей принадлежит гумусу. Так, в работе [2] показано, что с увеличением содержания гумуса в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на 1 % гидролитическая