

4. Николаев П.Н. Новый среднеспелый сорт ярового ячменя Омский 101 / П.Н. Николаев, О.А. Юсова, Н.И. Аниськов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – № 180 (2). – С. 83-88. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-83-88.

5. Николаев П.Н. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции ОМСКОГО АНЦ / П.Н. Николаев, О.А. Юсова, Н.И. Аниськов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – № 180 (1). – С. 37-43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.

6. Дубовик Д.В. Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий / Д.В. Дубовик, О.Г. Чуян // Земледелие. – 2018. – № 2. – С. 9-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10202.

7. Лихенко И.Е. Формирование урожая зерна сибирских сортов яровой мягкой пшеницы в условиях континентального климата Западной Сибири / И.Е. Лихенко, В.В. Советов, С.И. Аносов // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 1. – С. 27–30.

8. Юсова О.А. Источники повышенного качества зерна ячменя, овса, сои, люцерны и костреца для создания новых высокопродуктивных сортов с хорошим качеством: руководство / О.А. Юсова // Отд-ние с.-х. науки РАН, Сиб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Омск: Литера, 2017. – 60 с.

9. Бабунов А. Б., Бадин А. Е. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество ярового ячменя Саншайн, а также вынос элементов питания / А.Б. Бабунов, А.Е. Бадин // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 8. – С. 32-34. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10808.

10. Harland J. Authorised EU health claims for barley and oat beta-glucans / J. Harland // In: Foods, Nutrients and Food Ingredients with Authorised EU Health Claims. WoodheadPublishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, – 2014. – P. 25–45.

УДК 57.085.23

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИНУЛИНА В КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУРАХ ЦИКОРИЯ *IN VITRO*

Панкова Мария Григорьевна, магистр кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, pankova.masha.2000@yandex.ru

Калашникова Елена Анатольевна, профессор кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kalash0407@mail.ru

Киракосян Рима Нориковна, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mia41291@mail.ru

Аннотация: Получены каллусные культуры цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) *in vitro* и исследованы их биохимические особенности в зависимости от гормонального состава питательной среды и спектрального состава света. Установлено, что взаимодействие двух факторов -

присутствие в составе питательной среды ауксинов (ИУК или НУК в концентрации 7,5 мг/л в сочетании с БАП 0.5 мг/л) и культивирование в условиях светокультуры ($FR > R$, $FR = R$, $FR < R$) - оказало существенное влияние на биосинтетический потенциал клеточных культур. В полученных культурах проведено исследование количественного содержания инулина. Показано, что высокое содержание инулина (7,55-7,95%) в каллусных культурах было характерно при их выращивании на питательной среде MS в сочетании с ИУК при режиме освещения $FR > R$.

Ключевые слова: *Cichorium intybus*, каллусогенез, инулин, спектральный состав света, гормоны роста

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) - многолетнее травянистое растение семейства Астровых, широко распространенное в Азии и Европе [1,2], используемое в промышленности в качестве сырья для производства инулина и биологически активных соединений. Различные части растения являются источником таких соединений, как алкалоидов, сесквитерпеновых лактонов, кумаринов, витаминов, ненасыщенных стероидов, флавоноидов, сапонинов и дубильных веществ [3-6]. Согласно данным Meehуе и Shin (1996) [7], в свежих корнях цикория обычно содержится 68% инулина, 14% сахарозы, 5% целлюлозы, 6% белка, 4% золы и 3% других соединений, в то время как в сушеном цикории содержание инулина возрастает до 98% и только 2% приходится на все остальные соединения. Цикорий традиционно используют для лечения лихорадки, диареи, желтухи и выведения камней из желчного пузыря [8, 9], а также сообщается, что растение обладает мощным гепатопротекторным, антиоксидантным, гипогликемическим, мочегонным, антитестостероидным токсическим и иммуномодулирующим действием [10-14]. Применение методов биотехнологии позволяет создавать клеточные культуры *in vitro* редких, исчезающих и лекарственных растений, с повышенным содержанием целевого вещества [15,16]. Что касается цикория, то такие исследования *in vitro* малочисленны.

Объектом исследования служили семена цикория элитной репродукции, сорта Петровский, урожай 2019 года, полученных с Ростовской опытной станции. Семена высевали в чашки Петри диаметром 90 мм на агаризованную питательную среду Мурасиге и Скуга (MS) без добавления регуляторов роста. В дальнейшем 16-и суточные проростки пересаживали в культуральные сосуды объемом 200 мл на питательную среду MS, дополненную 1,0 мг/л 6-БАП и 0,1 мг/л ИУК для формирования асептических растений с правильной морфологией. Каллусную ткань получали из листовых эксплантов, изолированных с 30-ти суточных асептических растений цикория, на питательной среде MS, дополненной регуляторами роста – БАП 2,0 мг/л в сочетании с различными ауксинами НУК, ИУК и 2,4-Д в концентрации 5,5–9,5 мг/л. Каждые 4 недели каллусную ткань пересаживали на свежую питательную среду. При этом учитывали структуру и цвет каллусной ткани. Количественный

анализ инулина в исследуемых каллусных культурах определяли методом спектрофотометрии [47]. Анализ проводили на высушенном материале.

Экспериментально установлено, что прорастание семян начиналось на 5-е сутки, а на 16-е формировались полноценные проростки. Последующее культивирование на питательной среде MS, содержащей 1,0 мг/л БАП и 0,1 мг/л ИУК, в культуральных сосудах объемом 200 мл, приводило к появлению первых настоящих листьев, а в базальной части – адвентивных почек, которые в дальнейшем развивались в растения.

Для индукции каллусогенеза с полученных растений изолировали настоящие листья, которые делили на сегменты 5x5 мм и культивировали на питательной среде MS с БАП 2 мг/л в сочетании с различными ауксинами (ИУК, НУК, 2,4-Д в концентрации 5,5–9,5 мг/л). На основании проведенных исследований установлено, что оптимальной для формирования хорошо пролиферирующей каллусной культуры клеток оказалась среда MS с 7,5 мг/л НУК или 7,5 мг/л ИУК в сочетании с 2,0 мг/л БАП. Данные варианты питательных сред были использованы в последующих экспериментах по изучению влияния светокультуры на морфо- и каллусогенез культуры клеток *S. intybus*.

Установлено, что выращивание каллусной ткани в условиях освещения белыми линейно-люминесцентными лампами на питательной среде MS, содержащей ИУК в концентрации 7,5 мг/л в сочетании с БАП 2,0 мг/л приводило к накоплению инулина в каллусной ткани в 5 раз больше, по сравнению с вариантом питательной среды, в которой присутствовал НУК 7.5 мг/л. Повышенное содержание инулина в каллусе, полученном на агаризованной среде MS с добавлением ИУК, можно объяснить появлением меристематических очагов. В варианте с НУК формировалась неморфогенная каллусная ткань.

Что касается влияния спектрального состава света на накопление инулина в каллусных клетках цикория, то выявлено, что высокая способность каллусных клеток синтезировать и накапливать инулин обусловлена гормональным составом питательной среды и условиями их выращивания. Установлено, что взаимодействие двух факторов - присутствие в составе питательной среды ИУК и спектральный состав света ($FR > R$, $FR = R$, $FR < R$) - оказало существенное влияние на биосинтетический потенциал клеточных культур. Вероятно, высокое содержание инулина в каллусных культурах обусловлено тем, что именно в этих условиях формировалась хорошо пролиферирующая и высокоморфогенная каллусная ткань.

Работа выполнена в рамках Тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2023 году.

Библиографический список

1. Bais H. P., Ravishankar G. A. *Cichorium intybus* L–cultivation, processing, utility, value addition and biotechnology, with an emphasis on current status and future prospects //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2001. – T. 81. – №. 5. – C. 467-484.
2. Abbas Z. K. et al. Phytochemical, antioxidant and mineral composition of hydroalcoholic extract of chicory (*Cichorium intybus* L.) leaves //Saudi journal of biological sciences. – 2015. – T. 22. – №. 3. – C. 322-326.
3. Molan A. L. et al. Effects of condensed tannins and crude sesquiterpene lactones extracted from chicory on the motility of larvae of deer lungworm and gastrointestinal nematodes //Parasitology International. – 2003. – T. 52. – №. 3. – C. 209-218.
4. Nandagopal S., Kumari B. D. R. Phytochemical and antibacterial studies of Chicory (*Cichorium intybus* L.)-A multipurpose medicinal plant //Advances in Biological Research. – 2007. – T. 1. – №. 1-2. – C. 17-21.
5. Muthusamy V. S. et al. Tannins present in *Cichorium intybus* enhance glucose uptake and inhibit adipogenesis in 3T3-L1 adipocytes through PTP1B inhibition //Chemico-biological interactions. – 2008. – T. 174. – №. 1. – C. 69-78.
6. Atta A. H. et al. Hepatoprotective effect of methanol extracts of *Zingiber officinale* and *Cichorium intybus* //Indian journal of pharmaceutical sciences. – 2010. – T. 72. – №. 5. – C. 564.
7. Kim M., Shin H. K. The water-soluble extract of chicory reduces glucose uptake from the perfused jejunum in rats //The Journal of nutrition. – 1996. – T. 126. – №. 9. – C. 2236-2242.
8. Afzal S. et al. Ethno-botanical studies from Northern Pakistan //J Ayub Med Coll Abbottabad. – 2009. – T. 21. – №. 1. – C. 52-7.
9. Abbasi A. M. et al. Medicinal plants used for the treatment of jaundice and hepatitis based on socio-economic documentation //African Journal of Biotechnology. – 2009. – T. 8. – №. 8.
10. Jamshidzadeh A. et al. Hepatoprotective activity of *Cichorium intybus* L. leaves extract against carbon tetrachloride induced toxicity //Iranian Journal of Pharmaceutical Research. – 2006. – T. 5. – №. 1. – C. 41-46.
11. Hassan H.A. The prophylactic role of some edible wild plants against nitrosamine precursor's experimentally-induced testicular toxicity in male albino rats // J. Egypt.Soc. Toxicol. – 2008. – 38. – p.1–11.
12. Ahmed N. Alloxan diabetes-induced oxidative stress and impairment of oxidative defense system in rat brain: neuroprotective effects of *cichorium intybus* //Dubai Diabetes and Endocrinology Journal. – 2009. – T. 17. – C. 105-109.
13. Mulabagal V. et al. Characterization and quantification of health beneficial anthocyanins in leaf chicory (*Cichorium intybus*) varieties //European Food Research and Technology. – 2009. – T. 230. – C. 47-53.
14. Hassan H. A., Yousef M. I. Ameliorating effect of chicory (*Cichorium intybus* L.)-supplemented diet against nitrosamine precursors-induced liver injury and oxidative stress in male rats //Food and Chemical Toxicology. – 2010. – T. 48. – №. 8-9. – C. 2163-2169.

15. Parsons J. L. et al. Echinacea biotechnology: advances, commercialization and future considerations //Pharmaceutical biology. – 2018. – Т. 56. – №. 1. – С. 485-494.

16. Poothong S. et al. Metabolic changes and improved growth in micropropagated red raspberry “Indian summer” are tied to improved mineral nutrition //In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant. – 2017. – Т. 53. – С. 579-590.

УДК 631.527: 633.13 (671.13)

СОРТОИСПЫТАНИЕ ОВСА В ПОДТАЁЖНОЙ ЗОНЕ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Пыко Татьяна Юрьевна, к. с.-х. н., старший научный сотрудник отдела северного земледелия ФГБНУ Омский АНЦ, pyko.tyu@internet.ru

Васюкевич Сергей Владимирович, к. с.-х. н., ведущий научный сотрудник лаборатории селекции зернофуражных культур ФГБНУ Омский АНЦ, s.vasyukevich@anc55.ru

***Аннотация:** Представлены результаты сортоиспытания плёнчатого и голозёрного овса. Определены лучшие по урожайности зерна и параметрам адаптивности сорта и селекционные линии, рекомендуемые для возделывания в подтаёжной зоне на серых лесных почвах.*

***Ключевые слова:** подтаёжная зона Омского Прииртышья, овёс плёнчатый и голозёрный, урожайность, адаптивность*

Овёс яровой в сельскохозяйственном производстве традиционно возделывается для получения зерна на кормовые и продовольственные цели, а также зелёной массы, сена как в одновидовых посевах, так и в смеси с зернобобовыми культурами. Обычно его располагают в заключительных звеньях севооборота, т.к. он способен усваивать питательные вещества из труднодоступных форм, и работает как санитарная культура, очищая почву от возбудителей корневых гнилей [1]. Голозёрный овёс мало распространён в российской земледелии из-за низкой и нестабильной урожайности, однако обладает более высокими питательными достоинствами и перспективен на крупяные цели [2].

В мире по площадям посева овёс занимает пятое место после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Россия является одним из основных производителей этой культуры, однако валовые сборы в последние два десятилетия имеют тенденцию к ежегодному снижению. Так, по данным экспертно-аналитического центра агробизнеса (АБ-центр), в 2021 г всего в РФ получено 3,74 млн. т зерна овса, что на 9,4 % меньше, чем в 2020 г. В структуре посевных площадей доля посевов овса в 2021 г. составила 2,8 %. Основные районы возделывания – Нечернозёмная и Центрально-Чернозёмная зоны, Сибирь. Регионы-лидеры: