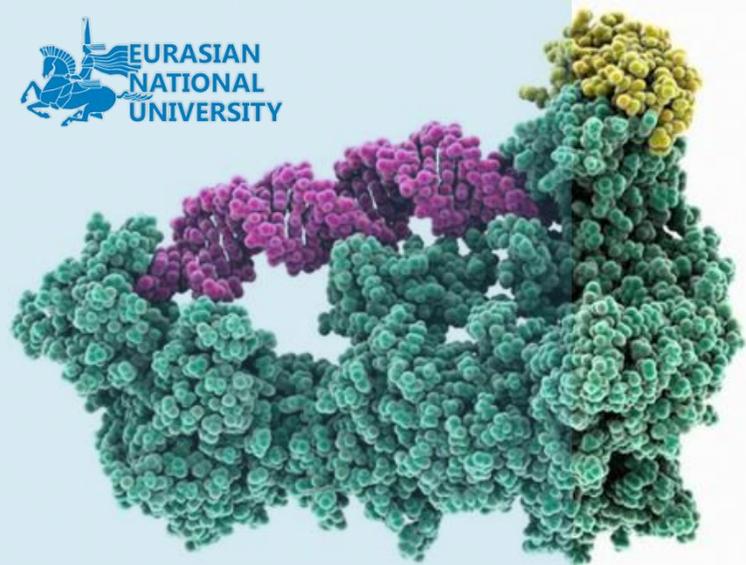


ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ



Л. Н. ГУМИЛЕВА АТЫНДАҒЫ  
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Л. Н. ГУМИЛЕВА

АСТАНА, ҚАЗАҚСТАН  
14 СӘУІР 2023 ЖЫЛ

АСТАНА, КАЗАХСТАН  
14 АПРЕЛЯ 2023 ГОД

"ОМАРОВ ОҚУЛАРЫ: ХХІ  
ҒАСЫРДЫҢ БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ  
БИОТЕХНОЛОГИЯСЫ" АТТЫ  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ  
ФОРУМНЫҢ БАЯНДАМАЛАР  
ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО  
ФОРУМА "ОМАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ:  
БИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ  
ХХІ ВЕКА"

**УДК 57 (063)**  
**ББК 28.0**  
**Ж 66**

Жалпы редакцияны басқарған т.ғ.д., профессор Е.Б. Сыдықов  
Под редакцией д.и.н., профессора Е.Б. Сыдыкова

**Редакция алқасы:**  
**Редакционная коллегия:**

Ж.К. Масалимов, А.Б. Курманбаева, А.Ж. Акбасова, С.Б. Жангазин, Н.Н. Иқсат.

«Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» халықаралық ғылыми форумының баяндамалар жинағы. – Астана: Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2023. – 298 б., қазақша, орысша, ағылшынша.

Сборник материалов международного научного форума «Омаровские чтения: Биология и биотехнология ХХІ века». – Астана. Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2023. – 298 с., казахский, русский, английский.

**ISBN 978-601-337-847-3**

Жинақ «Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» атты халықаралық ғылыми форумына қатысушылардың баяндамаларымен құрастырылған. Бұл басылымда биология, биотехнология, молекулалық биология және генетиканың маңызды мәселелері қарастырылған. Жинақ ғылыми қызметкерлерге, PhD докторанттарға, магистранттарға, сәйкес мамандықтағы студенттерге арналған.

Сборник составлен по материалам, представленным участниками международного научного форума «Омаровские чтения: Биология и биотехнология ХХІ века». Издание освещает актуальные вопросы биологии, биотехнологии, молекулярной биологии и генетики. Сборник рассчитан на научных работников, PhD докторантов, магистрантов, студентов соответствующих специальностей.



**УДК 57**  
**ББК 28**  
**О-58**

©Коллектив авторов, 2023  
©Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2023

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРМОНАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ МОРФОГЕНЕЗА В КУЛЬТУРЕ ТКАНЕЙ ПШЕНИЦЫ

*Малик Диас Биржанулы, Турпанова Рауза Масгутовна*  
Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана,  
Казахстан  
malik.dias.b@gmail.com

**Введение.** Стремительный рост численности мирового населения, с последующим увеличением спроса на продукты питания ставят перед собой задачи оптимизации выращивания, как самую востребованную культуру, пшеницы. По оценкам экспертов во всех зерносеющих регионах Казахстана существуют благоприятные условия для проращивания пшеницы высокого качества [1]. К тому же являясь экспортером зерна данная культура должна всегда быть конкурентоспособной, учитывая изменения в глобальном климате это может быть одним из основных факторов снижения качества пшеницы в регионах РК, поэтому сейчас существует особая потребность в различных инновациях не только в материально-технических аспектах, но также требуются и селекционно-генетические разработки для создания сортов устойчивых к неблагоприятным условиям и вредителям [2].

Морфогенез – это процесс, посредством которого растение или организм развивают свою форму и структуру. У растений морфогенез включает в себя развитие побегов, корней, листьев и других органов растений из недифференцированных клеток. Процесс морфогенеза регулируется сложной сетью сигнальных путей и факторов транскрипции, контролирующей экспрессию специфических генов. Методы культивирования тканей растений широко используются для изучения морфогенеза растений. В культуре тканей ткани растений выращивают в питательной среде в контролируемых условиях в лаборатории. Это позволяет исследователям изучать развитие тканей растений в контролируемой среде и понимать основные молекулярные и клеточные механизмы, регулирующие морфогенез растений. Для селекционно-генетических разработок повсеместно применяется метод выращивания культур *in vitro*, который позволяет получить генетически однородный посадочный материал в строго стерильных условиях, к тому же данная методика позволяет проводить различные генетические манипуляции и исследовать рост и свойства растения на любых этапах прорастания [3].

### **Каллусогенез**

В начале любого процесса морфогенеза лежит процесс формирования каллуса. В результате многочисленных исследований было выявлено, что эффективные экспланты получают из вегетативных и генеративных органов (пыльники, семязпочки), а также из зародышей донорных растений [3].

Самыми перспективными эксплантами для образования каллуса *in vitro* из злаковых культур, в том числе и пшеницы, являются молодые зародыши, либо экспланты полученные из генеративных органов (пыльники), объясняется это тем, что клетки молодых органов больше предрасположены к образованию каллуса, чем зрелые клетки растений в силу наличия большего количества морфогенетически компетентных инициальных клеток [4, 5]. Основной питательной средой для посева материала является среда Мурасиге-Скуга.

Известно, что для морфогенеза основным регулятором служат фитогормоны, как и в естественной среде так и в *in vitro*. Для успешной реализации тотипотентности имеет большое значение исходный баланс эндогенных фитогормонов, следовательно, способность каллуса к регенерации растения в полной степени обусловлена

количеством фитогормонов содержащегося в нем, что относится к эндогенным факторам [6]. Однако несмотря на содержащиеся фитогормоны внутри клеток каллуса, их также необходимо добавлять в питательную среду для дальнейшей индукции морфогенеза, для наилучшего формирования каллуса и последующего морфогенеза культур клеток пшеницы используют фитогормон ауксин, конкретнее 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота и индолил-3-уксусная кислота (ИУК), либо  $\alpha$ -нафтил-уксусная кислота (НУК) [7, 8]. В рядах исследовательских работ по индукции морфогенеза злаковых культур при помощи внесения фитогормонов в питательную среду при разной концентрации ауксинов и цитокининов (в основном кинетин), а также абсцизовой кислоты (АБК) могут формироваться каллусы разных типов, такие как эмбриогенные, органогенные и нерегенирационные, во всех этих работах различные концентрации таких фитогормонов, как 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота, ИУК и НУК, которые относятся к ауксинам, наиболее часто давали результат по формированию тех, или иных типов каллуса [9-13].

#### **Влияние концентрации гормонов на индукцию морфогенеза**

Влияние экзогенных фитогормонов на морфогенез растений выявили еще в 50-ых годах прошлого века учёные Ф.Скуг и К.Миллер, далее потом предположив концепцию зависимости концентрации ауксинов и цитокининов на процесс морфогенеза тканей и органов растения [14], данная концепция все еще остается основополагающей для всех исследовательских работ по культивированию растений методом *in vitro* до сих пор. Следуя из этой концепции реализация тотипотентности растительной клетки полностью зависит от количественного соотношения ауксинов и цитокининов в питательной среде. Однако для злаковых культур определенная концентрация одних только ауксинов и цитокининов недостаточно, эмпирическим путем на протяжении многих лет была выявлена зависимость от концентрации в питательной среде таких фитогормонов как абсцизовой кислоты (АБК) и гибберелловой кислоты [15,16].

Так, например, для индукции морфогенеза культур клеток яровой пшеницы концентрация ИУК в питательной среде варьировалось в значениях от 1-2 мг/л, в зависимости от концентрации эндогенных ИУК, также выявляли, что в сортах с высоким содержанием эндогенного ИУК для индукции эмбриоидогенеза содержание экзогенного ИУК составляло 0.1 мг/л, для гемморизогенеза 0.5 мг/л, для сортов с изначально низким содержанием ауксина этими значениями будут 0.5 мг/л и 1.5 мг/л соответственно [17].

Повышенная концентрация кинетина, фитогормона относящиеся к цитокининам, по отношению к 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоте в питательных средах, показывает увеличенную частоту индукции преобразований каллусных клеток в морфогенетические и ризогенные структуры, в случае эмбриоидогенеза и гемморизогенеза результаты противоположны, повышенная концентрация 2,4-Д ауксина больше способствует к образованию эмбриоидогенетических и гемморизогенетических структур, также повышенная концентрация 2,4-Д по отношению к кинетину благоприятнее влияет на процесс регенерации растения [18].

Также было изучено влияние при совместном введении в состав среды 2,4-Д ауксина и гиббереллиновой кислоты на примере культуре пыльников гексаплоидной пшеницы, результатом которого является увеличение количества образовавшихся эмбриоидов данной пшеницы [19].

Влияние уровня концентрации АБК совместно с 2,4-Д было изучено в работе по исследованию каллусообразования яровой мягкой пшеницы сорта Симбирка [20]. В данной работе концентрация 2,4-Д была неизменной при значении 2,0 мг/л. При добавлении АБК в питательную среду уже от 1,0 гм/л способствовало к образованию

морфогенного каллуса, из которого в последствии могут сформироваться отдельные органы, либо растение в целом. Испытывали концентрации АБК от 1,0 – 3,0 мг/л, где более эффективно себя показала концентрация АБК при 2,0 мг/л где на 20 сутки количество морфогенетических очагов было 8, когда при концентрации 1,0 мг/л количество очагов достигало 5, при концентрации 3,0 мг/л за весь период культивирования (20 суток) был образован всего 1 морфогенетический очаг, при культивировании без экзогенного АБК морфогенетических очагов не возникало [20].

#### **Заключение**

В данной обзорной статье был проведен анализ литературы по темам индукции морфогенеза посредством введения в питательную среду фитогормонов. Объектами многих исследований были в основном сорта яровой мягкой пшеницы (Скала, Спектр. Зарница, Жница, Башкирская. Омская, Симбирка) [3, 11, 17, 18, 19, 20].

Также важным экзогенным фактором является состав индукционной питательной среды. Наиболее распространенной средой для изучения каллусообразования и морфогенеза, а также влияние различных концентраций экзогенных и эндогенных гормонов на культуры тканей пшеницы, во многих исследованиях оказалась среда Мурасиге-Скуга, помимо нее использовались также среды В5, N6, NLN-13 [21].

В качестве эксплантов для морфогенеза *in vitro* лучше использовать регенеративные органы и зародыши [4, 5].

Были выявлены зависимости в результатах от разницы концентрации ауксинов и цитокининов. Так, повышенная концентрация цитокинина по отношению к 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоте показывает склонность к образованию ризогенных структур, а повышенная концентрация 2,4-Д по отношению к цитокинину показало склонность к образованию эмбриоидов и гемморизогенезу, а также больше способствует к регенерации растения [18].

Концентрация АБК и 2,4-Д в пределах 2,0 мг/л для каждого, также показало удовлетворительный результат по образованию морфогенетических очагов в каллусе в течении короткого времени [20].

Можно сделать вывод что именно ауксины, такие как ИУК и 2,4-Д способствуют к образованию процесса эмбриодегенеза и гемморизогенеза с последующим получением растения-регенеранта, также в ряде работ предлагалось для более оптимального моделирования гормонального состава питательной среды учитывать количество эндогенных фитогормонов в составе тканей пшеницы методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА). В противном случае при эмпирическом подборе нужной концентрации процесс моделирования может стать затратным [17].

#### **Список использованной литературы:**

1. Сагинова С., Сулейманов Р., Ашуев А. Агропромышленное экспортоориентированное производство – фактор устойчивого роста обеспечения продовольственной безопасности Казахстана // Экономика и статистика. – 2017. - No 2. – С. 71-75.
2. Рахимжанова А.Ж. Состояние и проблемы развития АПК Казахстана // Информационно-аналитический журнал «Analytic». - 2011 г. - No2. - С. 22.
3. Зинатуллина А.Е. Цитофизиологические особенности контрастных типов каллусов *in vitro* // Успехи соврем. биол. 2020. Т. 140(2). С. 183–194.
4. Chu Z., Chen J., Xu H., Dong Z., Chen F., Cui D. Identification and comparative analysis of microRNA in wheat (*Triticum aestivum* L.) callus derived from mature and immature embryos during *in vitro* cultures // Front. Plant Sci. 2016. V. 7.

5. Doll N.M., Depege-Fargeix N., Rogowsky P.M., Widiez T. Signaling in early maize kernel development // *Mol. Plant*. 2017. V. 10. P. 375–388.
6. Медведев С.С., Шарова Е.И. Биология развития растений. В 2-х т. Т. 1. Начала биологии развития растений. Фитогормоны: учебник. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского Университета, 2011. с. 253.
7. Pellegrineschi, A., Brito, R.M., McLean, S., Hoisington, D. (2004). Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and NaCl on the establishment of callus and plant regeneration in durum and bread wheat. *Plant Cell, Tissue, Organ Cult.*, 77(3), 245–250.
8. Przetakiewicz, A., Orczyk, W., Nadolska–Orczyk, A. (2003). The effect of auxin on plant regeneration of wheat, barley and triticale. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 73, 245–256
9. Sun L., Wu Y., Zou H. et al. Comparative proteomic analysis of the H99 inbred maize (*Zea mays* L.) line in embryogenic and non-embryogenic callus during somatic embryogenesis // *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 2013. V. 113. P. 103–119.
10. Su Y.H., Liu Y.B., Zhang X.S. Auxin–cytokinin interaction regulates meristem development // *Mol. Plant*. 2011. V. 4. P. 616–625.
11. Seldimirova O.A., Kudoyarova G.R., Kruglova N.N. et al. Changes in distribution of cytokinins and auxins in cell during callus induction and organogenesis in vitro in immature embryo culture of wheat // *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*. 2016. V. 52. P. 251–264.
12. Huang W.-L., Lee C.-H., Chen Y.-R. Levels of endogenous abscisic acid and indole-3-acetic acid influence shoot organogenesis in callus cultures of rice subjected to osmotic stress // *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 2012. V. 108. P. 257–263.
13. Huang W.L., Liu L.F. Carbohydrate metabolism in rice during callus induction and shoot regeneration induced by osmotic stress // *Bot. Bull. Acad. Sin.* 2002. V. 43. P. 107–113.
14. Skoog F., Miller C.O. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro // *Sympos. Soc. Exp. Biol.* 1957. V. 11. No 2. P. 118.
15. Colebrook E.H., Thomas S.G., Phillips A.L. The role of gibberellin signalling in plant responses to abiotic stress // *J. Exp. Biol.* 2014. V. 217. P. 67-75.
16. Hormonal requirements for effective induction of microspore embryogenesis in triticale (*xTriticosecale* Wittm.) anther cultures / Zur I., Dubas E., Krzewska M., Waligorski P., Dziurka M., Janowiak F. // *Plant Cell Rep.* 2015. V. 34. P. 47–62.
17. Сельдимирова О.А., Круглова Н.Н., Зинатуллина А.Е. Роль фитогормонов в индукции каллусогенеза и регуляции путей морфогенеза каллусов злаков in vitro: обзор проблемы // *Научный результат. Серия «Физиология»*. 2017. №1 (11).
18. Никитина Е.Д., Мухин В.Н. Оптимизация гормонального состава питательной среды для культивирования *Triticum aestivum* L. In vitro // *Достижения науки и техники АПК*. 2015. №6.
19. Зайцев Д. Ю., Зинатуллина А. Е. Гормональная регуляция морфогенеза in vitro в андроклиных каллусах злаков: обзор проблемы // *Экобиотех.* – 2019. – Т. 2. – №. 2. – С. 143-156.
20. Катасонова А. А., Шаяхметов И. Ф., Круглова Н. Н. Этапы биотехнологии получения растений-регенерантов яровой мягкой пшеницы путем эмбриодогенеза в каллусной культуре in vitro // *Известия Челябинского научного центра УрО РАН.* – 2006. – №. 2. – С. 78-82.
21. Сельдимирова О. А., Никонов В. И. Факторы, влияющие на отзывчивость в культуре in vitro изолированных пыльников злаков // *Экобиотех.* – 2021. – Т. 4. – №. 2. – С. 107-120.