

А.К. Зәуірбек, Е.М. Калыбекова, И.С. Сейтасанов, У.К. Онласын*, Е. Жандияр
*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, jakajak9@mail.ru,
yessenkul.kalybekova@kaznaru.edu.kz, ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz,
ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz*, miko-a@mail.ru*

ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАЛКАШ-АЛАКОЛЬСКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА

Аннотация

На основе анализа водохозяйственной обстановки в Балкаш-Алакольском водохозяйственном районе разработаны принципы рационального использования водных ресурсов.

Анализ современной деградации экологических систем показывает, что этот процесс является непосредственным результатом своевременных прогнозных оценок и предвидения возможных последствий принимаемых решений в стадии разработки схем комплексного использования и охраны водных ресурсов для отдельных речных бассейнов Казахстана.

В дефицитных по воде бассейнах рек дальнейшее развитие водного хозяйства и соответственно развитие отраслей экономики, требуют согласования возможностей наличных водных ресурсов с потребностями на них. Таким образом, в идеале требуется согласование возможности отбора воды из окружающей среды определенного количества природных, в том числе и водных ресурсов, с самовосстанавливающей способностью окружающей среды.

В результате антропогенной деятельности и резкого подъема уровня использования воды верховьях реки Иле, в Балкаш-Алакольском водохозяйственном бассейне уже в настоящее время сложилась напряженная водохозяйственная и экологическая обстановка, в которой уникальное озеро Балкаш может повторить судьбу Аральского моря. Намечаемые на средние и долгосрочные периоды мероприятия по развитию орошаемого земледелия на территориях Жетысуйского и Алматинского областях накладывают дополнительные чрезмерные нагрузки на состояние природной окружающей среды в регионе. Предложены возможные комплексные меры по решению стратегической задачи по рациональному (социально-экологической и экономической оптимальному) использованию водных ресурсов в Балкаш-Алакольском водохозяйственном бассейне с учетом сохранения озера Балкаш.

Ключевые слова: водные ресурсы, водопотребление, водохозяйственная обстановка, комплексные меры, рациональное использование, сток, экологические стоки.

МРНТИ 68.47.01

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2023/33>

Е.А. Шаденова, М.А.Кайгермазова, М.Т.Сембеков, У.Ошақбай, Э.Д.Джангалина*

Институт генетики и физиологии, Алматы, Казахстан, shadel08@mail.ru,
sozvesdie95@mail.ru, m.sembekov@mail.ru, djangalina@rambler.ru*

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СТИМУЛЯТОРОВ НА КАЛЛУСОГЕНЕЗ *JUGNALIS REGIA EFFIGIA*

Аннотация

Источниками фитопрепаратов являются лекарственные растения, которые ценятся во всем мире, и которые могут исчезнуть в эпоху изменения климата. Одним из таких источников является грецкий орех. Грецкий орех входит в род *Juglans* семейства *Juglandaceae*. Цель исследования состоит, в том, чтобы изучить действие различных концентрации стимуляторов роста на различные виды эксплант *Juglans regia effigia* с использованием технологии микрклонального размножения, где в качестве материнского растения брали взрослые

деревья. Данное исследование рассчитана на получение дополнительного лекарственного источника сырья в виде каллусных или суспензионных культур. Наилучшие результаты были достигнуты при инициации эксплантов на культуральной среде DKW с использованием 1 и 10 мг/л БАП, TDZ 5 и 10 мг/л. По истечению 20 дней среднее количество образованных побегов составляло 2-5штук на один каллус, высота побега 1,6-2,7 см.

Ключевые слова: микрклональное размножение, каллус, каллусогенез, эксплант, *in vitro*, грецкий орех, культура ткани

Введение

На протяжении многих лет человек использует дикорастущие и культивируемые растения содержащие биологически активные соединения для профилактики и лечения многих заболеваний. Использование культуры клеток растений имеет ряд преимуществ: экологическая чистота производства культуры клеток, гарантированное производство биомассы независимо от сезона и погодных условий, отсутствие в биомассе вредных добавок [1, с.353].

Зарубежные ученые обнаружили, что многочисленные фитохимические вещества, присутствующие в грецких орехах, в том числе большое количество полиненасыщенные жирные кислоты обладают потенциальными преимуществами для здоровья мозга [2, с.143, 3 с.178]. Кроме того, преимущества употребления ядер грецких орехов в профилактике рака, сердечно-сосудистые и нейродегенеративные заболевания изучены [4, с.3373]. Изучено множество генотипов грецкого ореха, чтобы охарактеризовать физические и химические свойства нескольких генотипов грецких орехов, выращиваемых на западе и северо-западе Румынии. Корреляции, полученные между физико-химическими параметрами различных генотипов, могут быть полезной базой данных для селекционеров, производителей, продавцов и потребителей, чтобы выделить региональные особенности грецкого ореха. [5, с.1092]. Для сельскохозяйственной продукции внешний вид, форма и размер являются важными параметрами. Физические свойства сельскохозяйственных товаров во многом используется в различных процессах и операциях, таких как хранение, классификация, сушка, упаковка, калибровка и транспортировка этих продуктов [6, с.93].

В условиях изменения климата только ценные генотипы, обладающие хорошей приспособляемостью к почвенно-климатическим условиям, удастся использовать свой продуктивный потенциал независимо от изменения факторов окружающей среды. Качество ядра грецкого ореха зависит от генотипа, но на него влияет как площадь возделывания, так и эколого-технологические факторы [7, с.405, 8, с.6].

В Казахстане дикорастущая популяция грецкого ореха зарегистрирована на юге страны и охраняется на территории Сайрам-Угамского государственного национального природного парка [9, с.72].

Исследователи К. Керенека и Z. Kolağasib для регенерации грецкого ореха *Juglans regia* L. из пазушных почек использовали различные концентрации тидиазурона (1,0-5,0 мг/л) с добавлением индолил-3-масляной кислоты (1,0-5,0 мг/л), где наилучшие результаты получены при внесении 5,0 мг/л тидиазурона и 2,5 мг/л индолил-3-масляной кислоты [10, с.150]. Такие же исследования были проведены российскими, грузинскими и испанскими учеными [11, с.543, 12, с.244].

В работах [13, с.26] микрклональное размножение грецкого ореха *Juglans venezuelensis*, представляющимся как исчезающий венесуэльский эндемик, морфогенетическая активность проявлена при культивировании на средах с использованием узловых и верхушечных сегментов. Развитие побегов происходило на средах с тидиазуроном в концентрации 0,3- 3,0 мг/л и бензиладенина в концентрации 0,2-1,5 мг/л.

Xiao-Dong CAI, Gui-Yuan Wang и др. [14, с.378] инициировали каллусогенез незрелых семядолей и эмбрионов *Juglans regia* cv. *Xiangling* на среде DKW с различными концентрациями регуляторов роста. Результаты показали, что оптимальной средой для индукции каллуса является среда DKW, с добавлением 1 мг/л бензиладенина, 2 мг/л кинетин.

Средняя скорость индукции каллуса на среде достигала 80,7%, при этом каллус в дальнейшем некротизировался.

Опыт работы с *Juglans regia* Cv. *Chandler* показывает, что особи, воспроизведенные *in vitro* с помощью культуры узловых сегментов, имеют более раннее плодоношение по сравнению с особями, полученными с помощью традиционных методов прививки, помимо того, что они имеют более сильную корневую систему и избегают несовместимости между подвоем и черенками [15, с.387, 16, с.489, 17, с.126].

Основной задачей данной работы заключается в изучении процессов каллусообразования и морфогенеза при культивировании различных типов эксплант, что послужит основой для дальнейших исследований по ускоренному размножению грецкого ореха *in vitro* и получению ценных вторичных продуктов метаболизма растений, такие как гликозиды, алкалоиды, и некоторые другие биологически активные вещества, имеющие широкое применение в качестве лекарственных препаратов.

Материалы и методы исследования

Сбор биоматериала и введение в культуру *in vitro* для иницирования роста побегов из спящих почек лучше проводить с января по март месяцы. В качестве исходного материала использовали зеленые побеги грецкого ореха, адаптированного для Алматинской области. Объектом исследования взяли сорт Идеал (*Juglans regia* *effigia*) представленного частным крестьянским хозяйством Алматинской области, Енбекшиказахского района, завезенный из Узбекистана, номер сертификата SNJ326. Сорт Идеал — это низкорослое деревце, высотой не более 4-5 метров, плоды большие, средняя масса 10 граммов, светлое ядро, легко вынимается за счет тонкой скорлупы. Время созревания плодов сентябрь-октябрь месяц, выход плодов с одного дерева доходит до 120 кг, морозостойкая до -30 -35°C, устойчив к хлорозу.

Срезанные одревесневшие побеги длиной 15-20 см помещали в сосуд с минеральной бутилированной водой «Aquavista», объем воды должен составлять столько, чтобы концы веток были погружены в воду на 1,5-2,0 см, до появления зеленых отросших побегов.

После прохождения этапа стерилизации отсегментированные побеги высаживали в емкость с базовой питательной средой DKW (Driver, Kuniyuki, 1984) с добавлением 30г/л сахарозы, 7г/л агар и различными концентрациями фитогормонов - БАП (6-бензиламинопурина, ТДЗ (тиадиазурон) и НУК (1-нафтил-уксусная кислота). pH среды 5,7-5,8, автоклавировали питательную среду при 1атм 120С° в течение 15 минут.

В данном исследовании экспланты культивировали на среде DKW с различными концентрациями стимуляторов 1) БАП 1мг; 2) БАП 5 мг; 3) БАП 10 мг; 4) TDZ 1 мг; 5) TDZ 5 мг; 6) TDZ 10 мг; 7) НУК 1 мг + БАП 10 мг; 8) НУК 2 мг + TDZ 10 мг, для индукции каллусогенеза грецкого ореха в соответствии с предыдущими отчетами [6,9]. В состав питательной среды входило: 30 г/л сахарозы и 7 г/л бактериологического агара (Agar Bacteriology, Applichem), pH 5,6. Экспланты разрезали на небольшие кусочки и пикировали горизонтально на среду в пробирки. Культивирование проводили при температуре 23-25С°, 16-часовом фотопериоде, освещении 9000 люкс. Скорость, текстуру и цвет каллуса фиксировали на 20 день инкубирования. Образование каллуса наблюдалось у основания на всех эксплантах в пределах 60% (табл. 1), что совпадают с данными [9] при оценке каллусогенеза в листьях и черешках *J. regia*, однако эти авторы не использовали НУК.

В качестве экспланта служили листья, черешки и оставшийся побег которого также сегментировали на узлы и междоузлия. Экспланты переносили на питательную среду в горизонтальное положение и через каждые две недели экспланты переносили на свежую среду.

Для анализа использовали данные полученные на среде DKW с различными концентрациями стимуляторов БАП 1,0 - 10,0 мг/л, БАП 10,0 мг/л + 1 мг/л НУК, ТДЗ 1,0 - 10 мг/л и ТДЗ 10 мг/л + НУК 1,0 мг/л. Эксперимент проводили в трех повторностях. Анализ количественными переменными проводили с помощью программного обеспечения ANOVA Statistica 6.0 ($p \leq 0,05$). Средние различия между обработками анализировали с помощью критерия Тьюки ($\alpha = 0,05$). Процент каллогенеза, цвет каллусной массы (зеленый, желтый,

белый, коричневый) и консистенцию (плотная, рыхлая) оценивали по истечению 10 дней. Побегообразование происходило по истечению 20 дней.


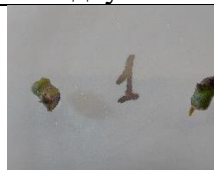











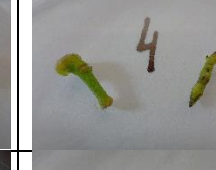




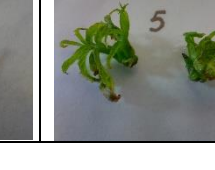
Результаты и обсуждение

Известно, что на регенерацию изолированных тканей в культуре *in vitro* влияет генотип исходного объекта, состав и концентрация составляющих в питательной среде и тип экспланта. Исследование направлено на оценку регенерационной способности изолируемых эксплантов грецкого ореха под действием стимуляторов роста в различных концентрациях и сочетании. В ходе исследования изучена регенерационная способность листьев, черешка листа, узлов и междоузлий.

На третий день инкубирования происходило образование светлого рыхлого каллуса, который постепенно изменил цвет на зеленый на всех эксплантах вокруг срезов, кроме листьев. Большая часть регенерированных культур приобретала коричневую окраску на 7 день культивирования, и в конце погибала. Каллус можно было наблюдать во всех вариантах, консистенция которых была рыхлой или полурыхлой с зеленой или коричневой окраской. Скорость образования рыхлой консистенции была средней, но позже переходила на водянистую структуру и погибала. Соматические эмбриониды появились на среде БАП и ТДЗ, хотя скорость индукции достигла 80,7%, это было самым высоким процентом среди всех обработок.

Процесс каллусообразования проявлен на четырех испытанных из восьми сред в составе которых НУК и БАП, частота каллусогенеза до 78%. Частота каллусогенеза междоузлия составлял практически 100%, в отличии от листовых эксплантов, которые постепенно чернели и некротизировались (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная оценка влияния стимуляторов роста на различный тип экспланта грецкого ореха

| Вариант сред | Листья | Междоузлие | Черешок листа | Узел ствола |
|--------------|---|---|--|---|
| 1- БАП 1мг |  |  |  |  |
| 2- БАП 5 мг |  |  |  |  |
| 3- БАП 10мг |  |  |  |  |
| 4- TDZ 1 мг |  |  |  |  |
| 5- TDZ 5 мг |  |  |  |  |



Морфогенетическая активность в каллусных культурах разных типов эксплантов на средах с различными концентрациями стимулятора показана в таблице 1, где отмечена морфогенетическая активность в каллусах узлового сегмента. И у каллусов, образовавшихся из междоузлия и черешка листа, на испытанных питательных средах морфогенных структур не отмечали.

Статистический анализ полученных результатов эксперимента провели с помощью двухфакторного дисперсионного анализа оценки влияния состава концентрации различных стимуляторов и типа экспланта (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительная оценка влияния стимуляторов роста

| Концентрация стимулятора роста, мг/л | Количество образованных побегов | Длина побега, см | Количество образованных листьев |
|--------------------------------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1-БАП 1мг | 4,45±0,96 | 2,47±0,44 | 23,22±1,80 |
| 2-БАП 5 мг | 3,22±0,29 | 1,99±0,06 | 14,67±1,64 |
| 3-БАП 10мг | 5,33±0,77 | 2,5±0,51 | 25,33±0,62 |
| 4-TDZ 1 мг | 2,55±0,61 | 1,67±0,15 | 16,00±1,83 |
| 5- TDZ 5 мг | 4,44±0,70 | 2,38±0,30 | 20,89±1,29 |
| 6-TDZ 10 мг | 3,67±0,50 | 2,73±0,58 | 18,33±1,50 |
| 7-НУК 1 мг + БАП 10мг | 2,89±0,11 | 2,01±0,09 | 17,00±2,71 |
| 8- НУК 2 мг + TDZ 10 мг | 3,22±0,29 | 1,99±0,006 | 14,67±1,64 |

Наиболее эффективная регенерация происходила на узловых эксплантах с содержанием в среде относительно высоких концентрации ТДЗ (5 и 10 мг/л), где происходило образование небольшого эмбрионного каллуса у основания с формированием единичных побегов от 1 до 7 штук, по сравнению на средах с содержанием БАП (рисунок 1)

В результате проведенных исследований установлено, что регенерация побегов на узловых сегментах грецкого ореха происходит на средах в составе БАП и ТДЗ. Нужно отметить, что ТДЗ по сравнению с БАП, наиболее положительно влияет на эффективность индукции массовой регенерации адвентивных побегов.

Микроразмножение растений может служить альтернативным решением для обеспечения устойчивого снабжения растительным материалом за короткое время, отсутствие болезней и вирусов, улучшения растений и сохранения, находящихся под угрозой исчезновения. Культивирование эксплантов на средах содержащих ТДЗ (10 мг/л) приводило к заметному увеличению частоты регенерации.



Узловой эксплант на среде с БАП

Узловой эксплант на среде с ТДЗ

Рисунок 1 – Регенерация растения в культуре *in vitro*

Таким образом полученные нами экспериментальные результаты однозначно свидетельствуют о том, что узловые экспланты обладают более сильной регенерационной способностью по сравнению с другими типами эксплантов использованными в нашей исследовательской работе.

Выводы

Культивирование растений лекарственного назначения применяется человеком давно, как путь, который облегчает их сбор и использование, а также позволяет получить большую фитомассу сырья, и запланировать ее объем, но и позволяет управлять биосинтезом ценных биологических соединений и обеспечивать максимальное накопление полезных веществ, контролировать качество сырья по содержанию в нем биологически активных веществ.

Культивирование каллусов может выражать морфогенетические пути, ориентированные как на органогенез, так и на соматический эмбриогенез. Тем не менее, в обоих случаях инициация каллусогенеза предполагает начальную стадию дифференцировки из родительской ткани. Таким образом, для создания культур каллусов определение исходной используемой ткани является фундаментальным фактором для достижения желаемого результата.

Следует отметить, что при развитии микрочеренков в основании почти на всех испытанных питательных средах происходило образование каллуса с частотой от 78 до 100%, что при отработке метода микроклонального размножения не исключена возникновение самоклональных изменений. В большинстве случаев подобное каллусообразование у грецкого ореха часто был морфогенным с зелеными меристематическими участками, из которых начинали развиваться почки. Поэтому при размножении такой каллус удалялся, а для дальнейшего черенкования использовали только побеги, образующиеся при прямом органогенезе. Установлено, что на эффективность микроразмножения оказывало влияние расположение экспланта на проростке, полученном *in vitro*. При культивировании микрочеренков, выделенных из нижней (1-2 узел), средней (3-4 узел) и верхней (5-6 узел) части побега значительно варьировали все изученные показатели.

В результате проведенных исследований показана возможность получения каллуса из различных эксплантов, культивируемых *in vitro*, а также способность каллусных культур к индукции морфогенеза, что позволит рассчитывать на получение дополнительного источника сырья в виде каллусных тканей или суспензионных культур.

Исследование проводилось в рамках научно-технической программы BR18574139 «Формирование комплексной системы подготовки высококвалифицированных спортсменов и

перспективного олимпийского резерва по приоритетным для Казахстана видам спорта на основе физиолого-генетической оценки»

Список источников

1. Буркова Е.А., Канарский А.В., Канарская З.А. Перспектива применения фитобиотехнологии для получения биологически активных веществ //Вестник Казанского технологического университета, 2014. -Т.14. – С.352–356;
2. Mulabagal V., Tsay H-S. Plant cell cultures -an alternative and efficient source for the production of biologically important secondary metabolites //Int.Journal Applied Science Engineering, 2004. – V.2. - №1. – P.29-48.
3. Trandafir I., Cosmulescu S., Botu M., Nour V. Antioxidant activity, and phenolic and mineral contents of the walnut kernel (*Juglans regia* L.) as a function of the pellicle color //Fruits, 2016. -V. 71. – P.173–184. doi:10.1051/fruits/2016006
4. Claudia Sánchez-González, Carlos J Ciudad, Véronique Noé, Maria Izquierdo-Pulido. Health benefits of walnut polyphenols: An exploration beyond their lipid profile // Crit Rev Food Sci Nutr. 2017 Nov 2;57(16):3373-3383. doi: 10.1080/10408398.2015.1126218. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26713565/>
5. Olimpia A. Iordănescu, Isidora Radulov, Ioana P. Buhan et al. Physical, Nutritional and Functional Properties of Walnuts Genotypes (*Juglans regia* L.) from Romania //Agronomy, 2021. - V.11. -P.1092. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061092>.
6. Камзагали Е.М., Мамбетов Б.Т. *, Танекеева Ш.Т. Биометрические характеристики орехов *Corylus avellana* произрастающих в Алматинской области //Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты, 2022. №2(94). С.93-100. ISSN 2304-3334
7. Змушко А.А., Рундя А.П. Размножение грецкого ореха (*Juglans regia* L.) in vitro //Плодоводство, 2015. - Т. 27. – С.404-410.
8. Ricardo Julian Licea-Moreno, Alexandru Fira, Georgi Chocov. Micropropagation of valuable walnut genotypes for timber production: new advances and insights //Annals of Silvicultural Research, 2020. 44 (1). -P.5-13. DOI: <http://dx.doi.org/10.12899/asr-1932>.
9. Кушнаренко С.В., Ромаданова Н.В., Турдиев Т.Т., Аралбаева М.М., Қалыбаев Қ.Р. Сохранение в криобанке образцов грецкого ореха из нескольких популяций сайрам-угамского государственного национального природного парка //Вестник КазНУ. Серия экологическая. - №2. -Т.71. - С.72-80. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v71.i2.07>.
10. Кепенека, К. and Kolařasib, Z. 2016. Micropropagation of walnut (*Juglans regia* L.). Acta Physica Polonica, Vol. 130, No. 1, 150 – 156.
11. López, J.M. Field behavior of self-rooted walnut trees of different cultivars produced by tissue culture and planted in Murcia (Spain) //Acta Hort., 2001.- 544. -P. 543–546.
12. Manjkhola, S., U. Dhar, and M. Joshi. Organogenesis, embryogenesis and synthetic seed production in *Arnebia euchroma* an critically endangered medicinal plant of the Himalaya //In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant, 2005. -V.41. – P.244-248.
13. Ada M. Medina, Maira A. Betancourt & Rafael E. Ortiz Initial development of in vitro propagation protocols for Caracas walnut *Juglans venezuelensis*, a critically endangered tree endemic to El Avila National Park, northern Venezuela // Conservation Evidence, 2011. – V.8. – P. 26-30
14. Xiao-Dong CAI, Gui-Yuan WANG, Wen-Juan CAO. In vitro Induction and Proliferation of Callus from Immature Cotyledons and Embryos of *Juglans regia* cv. ‘Xiangling’ //NotBotHorti Agrobo, 2013. - 41(2). -P.378-384.
15. Fatima, A., Kamili A.N., and Shah A.M. Plantlet regeneration from excised embryonal axes, shoot apices and nodal segments of *Juglans regia* L. //Acta Hort., 2006 (ISHS)-705. -P.387-392.
16. Hasey et al., Hasey, J.K., Westerdahl, B.B., Micke, W.C., Ramos, D.E. & Yeater, J.T. Yield performance of own-rooted “Chandler” walnut versus “Chandler” walnut on Paradox Rootstock //Acta Hort., 2001. -P. 489–493.

17. Fernández H., Pérez C., and Sánchez-Tamés R. Modulation of the morphogenic potential of the embryonic axis of *Juglans regia* by cultural conditions // *Plant Growth Regul.*, 2000. -V. 30. - P.125-131.

References

1. Burkova E.A., Kanarsky A.V., Kanarskaya Z.A. Prospect of phytobiotechnology application for obtaining biologically active substances // *Vestnik of Kazan Technological University*, 2014. - T.14. - P.352-356;
2. Mulabagal V., Tsay H-S. Plant cell cultures -an alternative and efficient source for the production of biologically important secondary metabolites // *Int.Journal Applied Science Engineering*, 2004. – V.2. - №1. – P.29-48.
3. Trandafir I., Cosmulescu S., Botu M., Nour V. Antioxidant activity, and phenolic and mineral contents of the walnut kernel (*Juglans regia* L.) as a function of the pellicle color // *Fruits*, 2016. -V. 71. – P.173–184. doi:10.1051/fruits/2016006
4. Claudia Sánchez-González, Carlos J Ciudad, Véronique Noé, Maria Izquierdo-Pulido. Health benefits of walnut polyphenols: An exploration beyond their lipid profile // *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017 Nov 2;57(16):3373-3383. doi: 10.1080/10408398.2015.1126218. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26713565/>
5. Olimpia A. Iordănescu, Isidora Radulov, Ioana P. Buhan et al. Physical, Nutritional and Functional Properties of Walnuts Genotypes (*Juglans regia* L.) from Romania // *Agronomy*, 2021. - V.11. -P.1092. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061092>.
6. Kamzagali E.M., Mambetov B.T., Tanekeeva Sh.T. Biometric characteristics of nuts of *Coulus avellana* growing in Almaty region // *Изденістер, нәтижелер -Research, Results*, 2022. No2(94). C.93-100. ISSN 2304-3334
7. Zmushko A.A., Rundya A.P. Reproduction of walnut (*Juglans regia* L.) in vitro // *Horticulture*, 2015. - T. 27. - P.404-410.
8. Ricardo Julian Licea-Moreno, Alexandru Fira, Georgi Chocov. Micropropagation of valuable walnut genotypes for timber production: new advances and insights // *Annals of Silvicultural Research*, 2020. 44 (1). -P.5-13. DOI: <http://dx.doi.org/10.12899/asr-1932>.
9. Kushnarenko S.V., Romadanova N.V., Turdiev T.T., Aralbaeva M.M., Kalybaev K.R. Cryobank preservation of walnut samples from several populations of Sayram-Ugam state national nature park // *Vestnik KazNU. Ecological Series.*, 2022.-№2.-T.71.-P.72-80. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v71.i2.07>.
10. Kepeneka, K. and Kolağasib, Z. 2016. Micropropagation of walnut (*Juglans regia* L.). *Acta Physica Polonica*, Vol. 130, No. 1, 150 – 156.
11. López, J.M. Field behavior of self-rooted walnut trees of different cultivars produced by tissue culture and planted in Murcia (Spain) // *Acta Hort.*, 2001.- 544. -P. 543–546.
12. Manjkhola, S., U. Dhar, and M. Joshi. Organogenesis, embryogenesis and synthetic seed production in *Arnebia euchroma* an critically endangered medicinal plant of the Himalaya // *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant*, 2005. -V.41. – P.244-248.
13. Ada M. Medina, Maira A. Betancourt & Rafael E. Ortiz Initial development of in vitro propagation protocols for Caracas walnut *Juglans venezuelensis*, a critically endangered tree endemic to El Ávila National Park, northern Venezuela // *Conservation Evidence*, 2011. – V.8. – P. 26-30
14. Xiao-Dong CAI, Gui-Yuan WANG, Wen-Juan CAO. In vitro Induction and Proliferation of Callus from Immature Cotyledons and Embryos of *Juglans regia* cv. ‘Xiangling’ // *NotBotHorti Agrobo*, 2013. - 41(2). -P.378-384.
15. Fatima, A., Kamili A.N., and Shah A.M. Plantlet regeneration from excised embryonal axes, shoot apices and nodal segments of *Juglans regia* L. // *Acta Hort.*, 2006 (ISHS)-705. -P.387-392.
16. Hasey et al., Hasey, J.K., Westerdahl, B.B., Micke, W.C., Ramos, D.E. & Yeater, J.T. Yield performance of own-rooted “Chandler” walnut versus “Chandler” walnut on Paradox Rootstock // *Acta Hort.*, 2001. -P. 489–493.

17. Fernández H., Pérez C., and Sánchez-Tamés R. Modulation of the morphogenic potential of the embryonic axis of *Juglans regia* by cultural conditions //Plant Growth Regul.,2000. -V. 30. - P.125-131.

**Е.А. Шаденова*, М.А. Кайгермазова, М.Т. Сембеков,
Ү. Ошақбай, Э.Д. Джангалина**

Генетика және физиология институты, Алматы, Қазақстан, shadel08@mail.ru,
sozvesdie95@mail.ru, m.sembekov@mail.ru, djangalina@rambler.ru*

**ӘР ТҮРЛІ СТИМУЛЯТОРДЫҢ *JUGNALS REGIA EFFIGIA*
КАЛЛУСОГЕНЕЗИНЕ ӘСЕРІ**

Аңдатпа

Фитодәрілік өсімдіктердің қайнар көзі - кең спектрлі дәрілік өсімдіктер, олар бүкіл әлемде бағаланады және климаттың өзгеруі дәуірінде жойылуы мүмкін. Осындай тартымды, белгілі өсімдік түрлерінің бірі жаңғақ болып табылады. Жаңғақ *Juglans L. Juglandaceae* тұқымдасына жатады. Зерттеудің мақсаты жетілген ағаштар аналық өсімдіктер ретінде алынған микрокөбею технологиясын қолдана отырып, *Juglans regia effigia* экспланттарына әртүрлі концентрациядағы өсу стимуляторларының әсерін зерттеу болып табылады. Бұл зерттеу каллус немесе суспензия дақылдары түріндегі шикізаттың қосымша дәрілік көзін алуға арналған. 1 және 10 мг/л ВАР, TDZ 5 және 10 мг/л пайдаланып DKW қоректік ортада экспланттарды бастағанда ең жақсы нәтижелерге қол жеткізілді. 20 күннен кейін қалыптасқан өркендердің орташа саны бір каллуста 2-5 дана болды, өркеннің биіктігі 1,6-2,7 см болды.

Кілт сөздер: микрокөбею, каллус, каллусогенез, эксплант, *in vitro*, жаңғақ, ұлпа культурасы

E. Shadenova*, M. Kaigermazova, M. Sembekov, U. Oshakbai, E. Dzhangalina
Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Republic of Kazakhstan, shadel08@mail.ru,
sozvesdie95@mail.ru, m.sembekov@mail.ru, djangalina@rambler.ru*

**EFFECTS OF DIFFERENT STIMULANTS ON CALLUSOGENESIS *JUGNALS*
*REGIA EFFIGIA***

Abstract

The sources of phytopreparations are medicinal plants that are valued all over the world and which may disappear in an era of climate change. One such source is the walnut. Walnut is a member of the genus *Juglans L.* in the family *Juglandaceae*. The aim of the study is to investigate the effect of different concentrations of growth stimulants on different *Juglans regia effigia* explants using microclonal propagation technology, where mature trees were taken as mother plants. This study is designed to produce an additional medicinal source of raw materials in the form of callus or suspension cultures. The best results were achieved when the explants were initiated on DKW culture medium using 1 and 10 mg/l ВАР, 5 and 10 mg/l TDZ. After 20 days, the average number of shoots formed was 2-5 per callus, with a shoot height of 1.6-2.7 cm.

Key words: Micropropagation, callus, callus genesis, explant, *in vitro*, walnut, tissue culture