



Dildora ABDUG'ANIYEVA

Samarqand davlat universiteti, Biokimyo instituti tayanch doktoranti

E-mail: dildora_0692@gmail.com

B.f.d.. akademik K.Davranov taqrizi asosida.

EFFECT OF DIFFERENT PLANT GROWTH REGULATORS ON MICROCLONES OF *ARONIA MELANOCARPA* (MICHX.) ELLIOT PROPAGATED IN VITRO

Annotation

Plant growth regulators play a crucial role in the efficiency of microclonal propagation under in vitro conditions. The aim of this study was to evaluate the effects of different plant growth regulators on the growth and development parameters of *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot microclones. In the experiment, the influence of four different phytohormones on the multiplication rate, morphogenesis, and overall development of microshoots was analyzed. The results demonstrated that both the type and concentration of growth regulators significantly affected the growth and morphological characteristics of the microclones. Among the tested treatments, 1 mg/L BAP was determined to be the optimal concentration for *A. melanocarpa*. These findings provide a scientific basis for selecting an appropriate hormonal composition for the efficient in vitro propagation of *A. melanocarpa*.

Keywords: *Aronia melanocarpa*, microclone, BAP, kinetin, GA₃, 2iP.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА МИКРОКЛОНЫ *ARONIA MELANOCARPA* (MICHX.) ELLIOT, КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ IN VITRO

Аннотация

Регуляторы роста растений играют важную роль в эффективности микроклонального размножения в условиях in vitro. Целью данного исследования являлась оценка влияния различных регуляторов роста на показатели роста и развития микроклонов *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot. В эксперименте было проанализировано влияние четырех фитогормонов на коэффициент размножения, морфогенез и общее развитие микропобегов. Полученные результаты показали, что тип и концентрация регуляторов роста существенно влияют на ростовые и морфологические показатели микроклонов. Среди исследованных вариантов оптимальной для *A. melanocarpa* была признана концентрация 1 мг/л БАП. Результаты исследования могут служить научной основой для подбора оптимального гормонального состава питательной среды при эффективном размножении *A. melanocarpa* в культуре in vitro.

Ключевые слова: *Aronia melanocarpa*, микроклон, БАП, кинетин, ГК₃, 2iP.

IN VITRO SHAROITIDA KO'PAYTIRILAYOTGAN *ARONIA MELANOCARPA* (MICHX.) ELLIOT MIKROKLONLARIGA TURLI O'SIMLIK GARMONLARINING TA'SIRI

Annotatsiya

In vitro sharoitida o'simlik gormonlari mikroklonal ko'paytirish jarayonining samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot mikroklonlariga turli o'simlik gormonlarining o'sish va rivojlanish kabi ko'rsatkichlariga ta'sirini baholashdan iboratdir. Tajribada to'rt xil fitogormonning mikroko'chatlar ko'payish tezligiga, morfogenezi va umumiy rivojlanishiga ta'siri tahlil qilindi. Olingan natijalar asosida gormonlarning turiga va konsentratsiyasiga qarab mikroklonlarning o'sish va morfologik ko'rsatkichlari sezilarli darajada farqlanishi aniqlandi. Fitagormonlardan 1 mg/l BAP konsentratsiyasi *A. melanocarpa* uchun optimal deb olindi va bu tadqiqot natijalari *A. melanocarpa* ni in vitro sharoitida samarali ko'paytirish uchun optimal gormonal tarkibni tanlashga ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: *Aronia melanocarpa*, mikroklon, BAP, Kinetin, GA₃, 2iP.

Kirish. *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, odatda qora aroniya deb ataladigan, rezavor o'simliklar oilasiga mansub bo'lib, yuqori biologik faol komponentlarga (antosianlar, flavonoidlar va fenolik birikmalarga) boyligi sababli oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida keng miqyosda qo'llanilishi bilan ajralib turadi (2). Bu tur tabiiy sharoitda vegetativ yo'l bilan ko'paytiriladi, ammo an'anaviy ko'paytirish usullari sezilarli darajada sekin amalga oshadi va ko'p hollarda mavsumiy cheklovlarga duch keladi. Shuning uchun yuqori sifatli, genetik jihatdan bir xilda o'simlik materiallarini tez va samarali olish uchun mikroklonal ko'paytirish usuli eng samarali usul sifatida tavsiya etiladi (1).

In vitro mikroklonal ko'paytirish jarayoni fitogormonlarning to'g'ri tanlanishi muhim bo'lib, ular hujayra bo'linishi, kurtaklanish, mikronovda hosil bo'lishi va poyaning elongatsiyasida muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. *A. melanocarpa* uchun mikroklonal ko'paytirish protokollarini yaxshilash bo'yicha bir nechta tadqiqotlar mavjud (5, 9, 11). Masalan, MS ozuqa muhitida BAP (6-Benzilaminopurin) fitagormoni qo'shilgan sharoitda boshlang'ich novdalardan mikronovdalar muvaffaqiyatli ko'paytirilgani qayd etilgan, shuningdek ildizlatish uchun IMK (Indol-3-moy kislotasi) qo'llanilishi samarali bo'lgani aniqlangan (7). Boshqa tadqiqotlarda BAP va GA₃ (Gibberellin kislotasi) ning turli kombinatsiyalari *A. melanocarpa* ning in vitro yangi mikronovda hosil qilishi va ildizlanishiga ta'sirini tahlil qilgan (8).

Shu bilan birga, fitogormonlar va ularning konsentratsiyalari o'rtasidagi murakkab o'zaro ta'siri mavjud bo'lib, bu esa har bir tur uchun mos protokolni tanlash muhimligini ko'rsatadi. Mazkur tadqiqot *A. melanocarpa* mikroklonlash bosqichida

fitogormonlarning yangi kombinatsiyalari va miqdorlarining mikronovda hosil bo'lishi hamda mikroklon uzunligiga ta'sirini aniqlashga qaratilgan.

So'nggi yillar in vitro mikroklonal ko'paytirish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda fitogormonlarning ta'sirini chuqur o'rganishga ko'proq e'tibor qaratilmoqda. Ko'plab olib borilgan tadqiqotlar turli o'simlik turlarida sitokininlar (masalan, BAP, kinetin, 2-iP) va gibberellinlar (GA_3) ning mikroklonlan ko'payish, yangi kurtaklar hosil bo'lishi, hamda o'sishiga turlicha ta'siri qilishi mumkinligi qayd etgan. BAP ko'pincha sitokininlar orasida shoxlanish va mikronovdalar sonini ko'paytirish uchun eng samarali gormon sifatida olingan, bu ko'plab o'simliklar uchun tasdiqlangan natijadir. Masalan, guava explantlarida BAP va GA_3 kombinatsiyasi shoxlanish va poyaning cho'zilishiga ijobiy ta'sir ko'rsatgan (12).

Shuningdek, sitokinin turini tanlash ham mikroklonal ko'paytirishda ahamiyatli bo'lib, BAP boshqa sitokininlar bilan solishtirganda ko'proq mikronovda hosil bo'lishini kuchaytirishi tasdiqlangan. Bu boshqa o'simliklar, jumladan bodom, nok kabi pavyandtaglar va boshqa mevali ekinlarda ham qayd etilgan (10, 3).

Gibberellinlar (GA_3) esa sitokininlarning aksincha, asosan elongatsiya jarayonini kuchaytiruvchi omil sifatida qaraladi. Turli o'simliklarda GA_3 qo'shilishi poyaning cho'zilishiga ijobiy ta'sir ko'rsatgani ko'plab tadqiqotlarda qayd etilgan, lekin juda yuqori konsentratsiyalar ba'zan salbiy oqibatlariga olib kelishi mumkinligi tajribalarga tasdiqlangan (6).

O'rganib chiqilgan adabiyotlarda sitokininlar va gibberellinlarning roliga oid ma'lumotlar bir xil yo'nalishdagi natijalarni ko'rsagan bo'lsada *A. melonacarpa* uchun optimal garmon turi va konsentratsiyasi aniqlanmagan. Shunday maqsadda, mikroklonal ko'paytirish protokollarini optimallashtirish uchun gormon turi va konsentratsiyasini to'g'ri tanlash uchun tajriba ishlari olib borildi.

Tadqiqot obyekti va usullari. Tajriba uchun o'simlik materiali sifatida SAG AGRO in vitro laboratoriyasida o'stirilgan *Aronia melonacarpa* mikroklonlari tanlab olindi.

Ozuqa muhiti sifatida Murashige va Skoog (1962) tomonidan tavsiya etilgan MS bazaviy muhiti qo'llanildi. Muhit mioinositol va vitaminlar kompleksi bilan boyitildi. Tajribada turli o'simlik gormonlari: BAP, 2iP, kinetin va GA_3 1,0; 2,0 va 3,0 mg/l konsentratsiyalarda qo'llanildi. Nazorat varianti sifatida gormonsiz MS muhiti ishlatildi.

Ozuqa muhiti tayyorlash jarayonida agar qo'shishdan oldin pH darajasi 5,7 ga keltirildi. Tayyorlangan muhit avtoklavlanadigan shisha idishlarga 100 ml dan quyildi va 121°C haroratda 15 daqiqa davomida sterilizatsiya qilindi. Sterilizatsiyadan so'ng ozuqa muhitlari xona haroratida sovitildi.

O'stirish sharoiti. Mikroklonlar maxsus avtomatlashtirilgan o'stirish xonasida saqlandi. Harorat rejimi 16 soat davomida oq (lyuminescent) yorug'lik ostida 25°C va 8 soat qorong'ilikda 17°C qilib belgilandi. Havo nisbiy namligi 50 ± 5 % darajada ta'minlandi.

Tajriba turli xatoliklardan qochish maqsadida uzunligi taxminan 3 sm bo'lgan bir xil mikronovdalar tanlab olindi. Har bir shisha idishga 8 tadan eksplant joylashtirildi va tajriba 3 takroriylikda olib borildi. Bir oydan so'ng quyidagi ko'rsatkichlar aniqlanib qayd etildi: eng yirik barg diametri, tirik biomassa va (13) mikronovdalar uzunligi baholandi (4).

Natijalar va tahlili. O'simlik gormonlari BAP, 2 iP, kinetin va GA_3 o'simlik gormonlarining turli konsentratsiyasidan (1, 2, 3 mg/l) olingan natijalar o'zaro bir biridan miqdor va sifat ko'rsatkichlari jihatdan farq qildi (1-rasm).



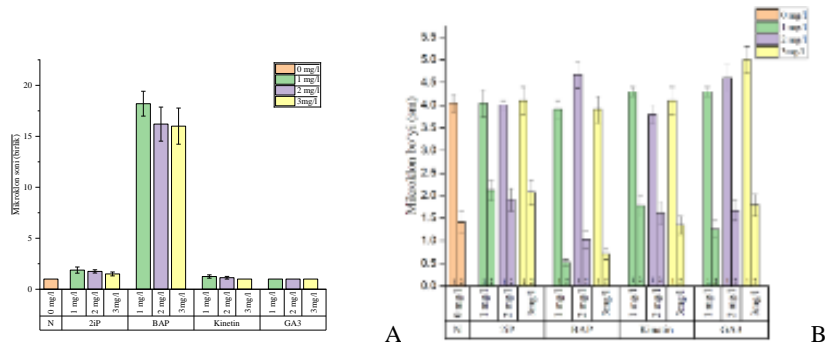
1-rasm. *A. melonacarpa* ning BAP, 2 iP, kinetin va GA_3 ning turli konsentratsiyasidan olingan mikroklonlar.

O'simliklarni in vitro ko'paytirishda regeneratsiya samaradorligini baholashda mikronovdalar soni asosiy mezonlardan biri hisoblanadi. Turli o'simlik gormonlari qo'llanilganda yangi hosil bo'lgan mikronovdalar soni o'simlik turiga va gormonning tur hamda konsentratsiyasiga bog'liq ravishda sezilarli farqlanadi. Shu sababli *A. melonacarpa* uchun mikroklonal ko'paytirish bosqichida optimal gormon turi va miqdorini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Tajribalarda uzunligi 3 sm bo'lgan *A. melonacarpa* mikronovdalari MS ozuqa muhitiga BAP, 2iP, kinetin va GA_3 gormonlarining 1,0; 2,0 va 3,0 mg/l konsentratsiyalari qo'shilgan variantlarga ko'chirildi. Kultivatsiyadan 30 kun o'tgach biometrik ko'rsatkichlar tahlil qilindi. Gormonsiz muhitda va kinetin qo'shilgan variantlarda eksplantlarda yangi mikronovdalar hosil bo'lishi kuzatilmadi.

2iP qo'llanilgan muhitlarda 1,0 mg/l konsentratsiya (1,88 dona) 2,0 va 3,0 mg/l variantlarga nisbatan yuqoriroq natija berdi. Eng yuqori ko'payish ko'rsatkichi BAP ishtirokidagi muhitlarda qayd etildi. Xususan, 1,0 mg/l BAP qo'shilgan muhitda bitta eksplantidan o'rtacha 18,2 ta yangi kurtak hosil bo'ldi. BAP ning turli konsentratsiyalari nafaqat mikronovdalar soniga, balki ularning uzunligi va morfologik xususiyatlariga ham ta'sir ko'rsatdi. 1,0 mg/l BAP qo'llanilganda olingan eksplantlar morfologik sifat ko'rsatkichlari bo'yicha 2,0 va 3,0 mg/l variantlarga nisbatan ustunligi bilan ajralib turdi.

Umuman olganda, olingan natijalar mikroklonal ko'paytirish bosqichida *A. melonacarpa* uchun 1,0 mg/l BAP konsentratsiyasi mikronovdalar sonini oshirishda eng maqbul variant ekanligini ko'rsatdi (2-rasm. A).



2-rasm. A. *melanocarpa* ning mikroklonal bosqichida biometrik ko'rsatkichlariga ZiP, BAP, kinetin va gibberilin turli konsentratsiyasining (1 mg/l, 2 mg/l, 3 mg/l) ta'siri; A) Fitogormonlarning A. *melanocarpa* mikronovdalari multiplikatsiyasiga ta'siri, B) A. *melanocarpa* mikroklonlari bo'y va barg hajmining fitogormon turi va konsentratsiyasiga bog'liqligi (1-mikroklon uzunligi, 2-eng yirik barg uzunligi).

Mikroklonlarning umumiy bo'yaning bazal qismida hosil bo'lgan kallusning pastki chegarasidan boshlab apikal o'sish nuqtasigacha bo'lgan masofa asosida aniqlandi. Nazorat variantida (0 mg/l) mikroklonlarning o'rtacha uzunligi 4,04 sm ni tashkil etdi (2-rasm, B).

ZiP qo'shilgan muhitlarda mikroklon uzunligi nazorat ko'rsatkichlariga yaqin bo'lib, 1,0; 2,0 va 3,0 mg/l konsentratsiyalarda mos ravishda 4,04 sm, 4,0 sm va 4,1 sm natijalar qayd etildi. Bu ma'lumotlar ZiP ning A. *melanocarpa* mikroklonlari elongatsiyasiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaganini anglatadi.

BAP ishtirokidagi variantlarda mikroklon uzunligi konsentratsiyaga bog'liq ravishda o'zgarishi kuzatildi. 1,0 mg/l BAP qo'llanganda o'rtacha uzunlik 3,9 sm bo'lib, nazoratdan biroz past natija berdi. 2,0 mg/l konsentratsiyada esa mikroklonlarning bo'yi 4,67 sm ga yetib, BAP variantlari orasida eng yuqori ko'rsatkich qayd etildi. Konsentratsiya 3,0 mg/l ga oshirilganda esa uzunlikning kamayishi (3,9 sm) kuzatildi.

Kinetin qo'llanilgan muhitlarda mikroklonlarning uzunligi 3,8 sm dan 4,3 sm gacha oraliqda o'zgardi. Eng yuqori natija 1,0 mg/l konsentratsiyada (4,3 sm) aniqlangan bo'lsa, 2,0 mg/l da eng past ko'rsatkich (3,8 sm) qayd etildi. 3,0 mg/l kinetin qo'llanilganda esa uzunlik biroz ortib, 4,1 sm ni tashkil etdi. Umuman olganda, kinetin mikroklon elongatsiyasiga ta'siri izchil va barqaror bo'lmaganligi kuzatildi.

GA₃ qo'llanilgan variantlarda mikroklonlarning uzunligi sezilarli darajada oshdi. Xususan, 3,0 mg/l GA₃ ishtirokidagi muhitda olingan eksplantlarda o'rtacha uzunlik 5,0 sm ni tashkil etib, barcha gormon variantlari orasida eng yuqori natija kuzatildi. GA₃ ning turli konsentratsiyalari nazorat bilan solishtirilganda statistik jihatdan ishonchli ijobiy farq qayd etildi.

Sitokininlar (ZiP va kinetin) qo'llanilgan variantlarda elongatsiya ko'rsatkichlarining pastroq bo'lishi ushbu gormonlarning asosan hujayra bo'linishi va kurtak hosil bo'lishini rag'batlantirish xususiyati bilan izohlanadi. Ular ko'pincha kurtaklanish yoki kallus hosil bo'lishini kuchaytiradi, biroq bu jarayonlar har doim ham mikronovda uzunligining oshishi bilan namoyon bo'lavermaydi. Sitokininlarning auksinlar bilan kombinatsiyasi esa mikroklon elongatsiyasiga boshqacha ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Tajriba natijalari fitogormon turi va konsentratsiyasi mikroklonlarning bo'y o'sishiga differensial ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Sitokininlar asosan multiplikatsiyani faollashtirgan bo'lsa, BAP ning o'rta konsentratsiyasi (2,0 mg/l) optimal elongatsiyani ta'minladi. Eng kuchli cho'zilish effekti esa 3,0 mg/l GA₃ variantida kuzatildi.

Eng yirik barg hajmi bo'yicha olingan natijalarga ko'ra 2 iP garmoni boshqa fitogormonlarga nisbatan yuqori natijalarni ko'rsatdi.

Shu asosda, mikroklonlarning bo'yini oshirish zarur bo'lgan hollarda 3,0 mg/l GA₃ ni qo'llash maqsadga muvofiq, sitokininlar esa asosan ko'paytirish bosqichida kurtak hosil bo'lishini rag'batlantiruvchi omil sifatida tavsiya etiladi.

Xulosa va takliflar. Tadqiqot natijalariga ko'ra A. *melanocarpa* ni in vitro ko'paytirishda fitogormon turi va konsentratsiyasi muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi. Mikronovdalar soni bo'yicha eng yaxshi natija 1,0 mg/l BAP qo'llanilganda (18,2 dona) olindi va ushbu konsentratsiya A. *melanocarpa* multiplikatsiya bosqichi uchun eng optimal gormon turi va konsentratsiyasi sifatida baholandi.

Mikroklon elongatsiyasi uchun eng yuqori ko'rsatkich 3,0 mg/l GA₃ variantida kuzatildi. Sitokininlar asosan kurtak hosil bo'lishini rag'batlantirdi, gibberellin kislotasi esa poya cho'zilishini kuchaytirdi.

Shu asosda, mikroklonal ko'paytirishda, mikroklonlar sonini oshirishda 1,0 mg/l BAP, elongatsiya uchun esa 3,0 mg/l GA₃ qo'llash tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. Abduganiyeva, D., Alikulov, B., Ruziyev, K., Eshbekova, G., Sultonova, K., Ismailov, Z., Gulyamova, T., & Mamadiyarov, M. Standardization of the microclonal propagation process in *Aronia melanocarpa* from seeds // SABRAO Journal of Breeding and Genetics. - 2025. - V. 57, № 4. - P. 1480–1490. DOI: 10.54910/sabrao2025.57.4.13
2. Abdug'aniyeva, D. O., Alikulov, B. S. Qora aroniya (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) tavsifi va ahamiyati: tahlil // Xorazm Ma'mun akademiyasi axborotnomasi. - 2024. - № 9/1.- P. 10–16.
3. Aggarwal, D. Effects of plant growth regulators on in vitro propagation // International Journal of Plant Sciences. - 2020. - V. 11, № 2. - P. 102–115.
4. Banjac, N., Krstic, M. D., Mijalkovic, T., Perrovic, M., Cosic, T., Stanicic, M., & Vinterhalter, B. In vitro shoot multiplication and regeneration of the recalcitrant rocket (*Eruca sativa* Mill.) variety Domaća Rukola // Horticulturae. - 2023. - V. 9, № 5. - P. 533. DOI: 10.3390/horticulturae9050533

5. Borsai, O., Fira, A., Clapa, D., & Monica, H. In vitro propagation of *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott // Acta Hort. - 2021. - V. 1308. - P. 213–221. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1308.30
6. Birmeta, G., [et al.]. Critical review on plant micropropagation // Journal of Plant Biotechnology. - 2022. - V. 19, № 3. - P. 45–63.
7. Çelebi Toprak, F., & Alan, A. R. A successful micropropagation protocol for three *Aronia* (*Aronia melanocarpa*) cultivars // Acta Horticulturae. - 2020. - V. 1285. - P. 173–176.
8. Jakab, Zs., Vlaşin, L. D., & Chiorean, A. M. Behaviour of several chokeberry cultivars (*Aronia melanocarpa*) at the in vitro micropropagation // Romanian Journal of Horticulture. - 2022.
9. Nas, Z., Esitken, A., & Pirlak, L. Determination of plant regeneration protocol of “Viking” *Aronia* cultivar in the in vitro conditions. - 2023. - P. 1–14. DOI: 10.21203/rs.3.rs-3004327/v1
10. Pavlichenko, V. V. Изучение влияния различных цитокининов на эффективность образования регенерантов при микро-клональном размножении тополя // Физиология растений = Russian Journal of Plant Physiology. - 2016. - V. 63, № 5. - P. 712–721. DOI: 10.1134/S1021443716050045
11. Rusea, I., Valentina, I., Sutan, A. N., & Popescu, A. High efficiency shoot multiplication from in vitro cultured meristems of *Aronia melanocarpa* cv. Nero // Scientific Papers. Horticulture. - 2019. - LXIII, № 1. - P. 65-74.
12. Sánchez Mendoza, E. A., Pérez Molphe Balch, E., Guzmán Mendoza, R., Ruiz Aguilar, G., García Munguía, A. M., Costilla Salazar, R., & Núñez Palenius, H. G. Plant growth regulators use in the in vitro culture of *Agave* species // Plants. - 2025. - V. 14, № 21. - P. 3402. DOI: 10.3390/plants14213402
13. Yegizbayeva, T. K., García García, S., Yausheva, T. V., Kairova, M., Apushev, A. K., Oleichenko, S. N., & Licea Moreno, R. J. Unraveling factors affecting micropropagation of four Persian walnut varieties // Agronomy. - 2021. - V. 11, № 7. - P. 1417. DOI: 10.3390/agronomy11071417