

**IN VITRO SHAROITIDA O'SIMLIK TO'QIMALARINI O'STIRISHDA UGLEVOD
MANBALARINING TUTGAN O'RNI**

Sheripbayev Ne'matulla Satimbayevich

Akademik M. Mirzayev nomidagi bog'dorchilik, uzumchilik va vinochilik ilmiy-tadqiqot instituti
laboratoriya mudiri.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3946-2815>

Yusupova Durdona Olti qizi

Akademik M. Mirzayev nomidagi bog'dorchilik, uzumchilik va vinochilik ilmiy-tadqiqot
instituti, ilmiy hodim.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2724-2830>

Axatov Habibulla Xamid o'g'li

Akademik M. Mirzayev nomidagi bog'dorchilik, uzumchilik va vinochilik ilmiy-tadqiqot instituti,
ilmiy hodim.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9892-7626>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18619462>

Annotatsiya. Ushbu maqolada o'simlik to'qima madaniyati (in vitro) biotexnologiyasida ozuqa muhitining asosiy komponenti bo'lgan uglevod manbalarining o'simlik o'sishi va rivojlanishiga ta'siri atroflicha tahlil qilingan.

Maqolada uglevodlarning (xususan, saxaroza, glyukoza, fruktoza, maltoza va sorbitol) nafaqat geterotrof oziqlanish va energiya manbai ekanligi, balki hujayra turgor bosimini boshqaruvchi osmotik agent hamda gormonal faollikni tartibga soluvchi birlamchi signal molekulasini sifatidagi kompleks funksiyalari ilmiy asoslab berilgan. Tadqiqotda turli xil uglevodlarning kallusogenezi, organogenezi (novda va ildiz hosil bo'lishi) va somatik embriogenezi jarayonlaridagi samaradorligi qiyosiy baholangan. Xususan, glyukozaning hujayra proliferatsiyasidagi ustunligi, saxarozaning rizogenezdagi o'rni va sorbitolning Rosaceae oilasi vakillari uchun ahamiyati yoritilgan.

Kalit so'zlar. O'simlik to'qima madaniyati, in vitro, ozuqa muhiti, uglevod manbalari, saxaroza, glyukoza, fruktoza, sorbitol, osmotik bosim, mikroklonal ko'paytirish, kallusogenezi, rizogenezi, somatik embriogenezi, vitrifikatsiya, molyarlik, signalizatsiya, geterotrof oziqlanish.

Аннотация. В данной статье проведен всесторонний анализ влияния источников углеводов, являющихся ключевыми компонентами питательной среды, на рост и развитие растений в биотехнологии культуры тканей (in vitro). В работе научно обоснованы комплексные функции углеводов (в частности, сахарозы, глюкозы, фруктозы, мальтозы и сорбитола) не только как источников гетеротрофного питания и энергии, но и как осмотических агентов, регулирующих тургорное давление клеток, а также первичных сигнальных молекул, координирующих гормональную активность.

В исследовании дана сравнительная оценка эффективности различных типов углеводов в процессах каллусогенеза, органогенеза (образования побегов и корней) и соматического эмбриогенеза.

В частности, освещены преимущества глюкозы в пролиферации клеток, роль сахарозы в rizogeneze и значение сорбитола для представителей семейства Rosaceae.

Ключевые слова. Культура тканей растений, *in vitro*, питательная среда, источники углеводов, сахароза, глюкоза, фруктоза, сорбитол, осмотическое давление, микрклональное размножение, каллусогенез, ризогенез, соматический эмбриогенез, витрификация, молярность, сигнализация, гетеротрофное питание.

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the impact of carbohydrate sources, which are key components of the nutrient medium, on plant growth and development in plant tissue culture biotechnology (*in vitro*). The complex functions of carbohydrates (specifically sucrose, glucose, fructose, maltose, and sorbitol) are scientifically substantiated not only as sources of heterotrophic nutrition and energy but also as osmotic agents regulating cell turgor pressure and primary signaling molecules regulating hormonal activity.

The study comparatively evaluates the efficiency of various carbohydrate types in the processes of callusogenesis, organogenesis (shoot and root formation), and somatic embryogenesis. In particular, the superiority of glucose in cell proliferation, the role of sucrose in rhizogenesis, and the significance of sorbitol for members of the Rosaceae family are highlighted.

Keywords. Plant tissue culture, *in vitro*, nutrient medium, carbohydrate sources, sucrose, glucose, fructose, sorbitol, osmotic pressure, micropropagation, callusogenesis, rhizogenesis, somatic embryogenesis, vitrification, molarity, signaling, heterotrophic nutrition.

Asosiy qism. Hech o'ylab ko'rganmisiz, nima uchun oddiy shakar o'simlik to'qima madaniyatining muvaffaqiyatini belgilaydi yoki aksincha, barbod qiladi? Laboratoriyada biz steril muhitni tayyorlaymiz, gormonlarni tanlaymiz, lekin ko'pincha uglevod (shakar) manbasiga shunchaki oziq deb qaraymiz.

Ammo shakar o'simlikka faqat energiya bermasdan, unga «signallar» yuborsa, rivojlanishini boshqarsa va hatto stressga sabab bo'lsa-chi?

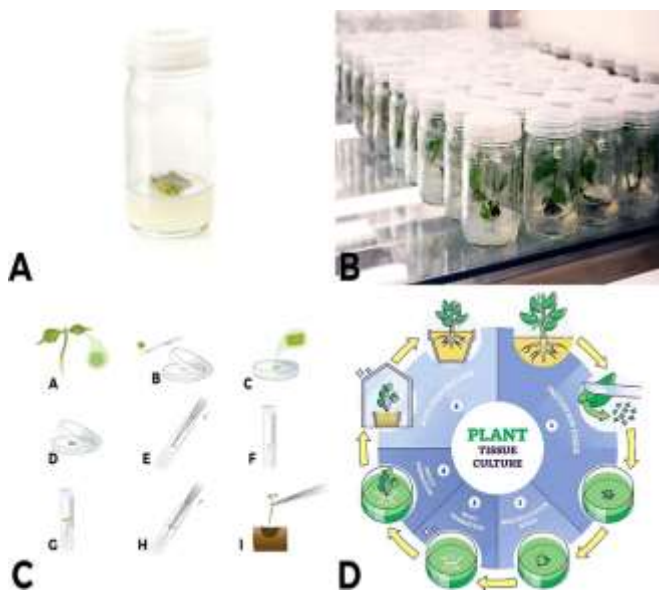
Haqiqat shundaki, **In vitro** (sun'iy muhitda) o'stiriladigan o'simliklar g'ayritabiiy sharoitda bo'ladi: yuqori namlik, kam yorug'lik va cheklangan havo almashinuvi. Ular fotosintez qila olmaydi, ya'ni **geterotrof** (oziqni tashqaridan oluvchi) hisoblanadi. Shu sababli, siz tanlagan uglevod turi o'simlik uchun uchta muhim vazifani bajaradi:

1. **Asosiy energiya va uglerod manbai:** Hujayra bo'linishi va o'sishi uchun qurilish materiali.

2. **Osmotik regulyator:** Hujayra ichidagi suv bosimini (turgorni) boshqaradi.

3. **Kuchli signalizatsiya molekulasi:** Gormonlar bilan gaplashib, o'simlikning qaysi yo'nalishda rivojlanishini (ildiz yoki barg) belgilaydi.

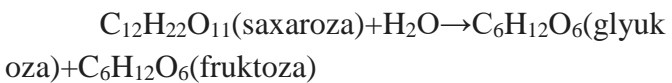
1-rasm To'qima yetishtirish jarayoniga umumiy nuqtai nazar (**A**, **B**) kichik eksplant kallusni rivojlantiradi, keyin esa to'qima yetishtirish muhitiga joylashtirilgandan bir necha hafta o'tgach kurtaklar hosil qiladi (**C**) "A dan I gacha" bitta hujayrani joylashtirishdan tortib, MS muhitiga va to'liq o'simlikning rivojlanishigacha bo'lgan to'liq jarayonni ko'rsatadi (**D**) O'simlik to'qimasini yetishtirishda boshlang'ich, ko'payish, ildiz hosil bo'lishi, kurtaklar hosil bo'lishi va iqlimga moslashishdan tortib barcha bosqichlar qanday sodir bo'ladi.



1. Ozuqa Muhitidagi Uglevodlar: Energetik Dvigatel

O‘simlik to‘qimalari probirkada (in vitro) geterotrof holatda bo‘ladi, ya’ni ular o‘zi mustaqil fotosintez qilib ozuqa yarata olmaydi. Shu sababli, uglevodlar ularning asosiy energiya manbai hisoblanadi.

• **Saxaroza (Disaxarid):** Tabiiy transport formasi bo‘lgani uchun o‘simlik uni taniydi. Avtoklavlash paytida issiqlik va kislotali muhit (pH 5.5–5.8) ta’sirida u quyidagi reaksiya bo‘yicha parchalanadi:



Bu jarayon **gidroliz** deb ataladi va natijada muhitning osmotik bosimi ortadi.

• **Maltoza:** Ayniqsa bug‘doydoshlar (*Poaceae*) oilasida antera (changchi) madaniyatida va embrion hosil qilishda muhim. Maltoza sekinroq parchalanadi, bu esa muhitda uzoq vaqt barqaror shakar miqdorini ta’minlaydi.

2. Maxsus Maqsadli Shakar va Shakar Spirtlari

Ba’zida shakar faqat ozuqa emas, balki himoyachi yoki turtki vazifasini o‘taydi.

• **Sorbitol va Mannitol:** Bular o‘simlik hujayrasi ichiga kirmasdan, tashqarida yuqori konsentratsiya hosil qiladi. Bu hujayradan suv chiqib ketishiga (plazmolizga) sabab bo‘ladi.

• **Natija:** Hujayra omon qolish uchun genetik darajada o‘zgaradi va somatik embrionlar (urug‘ga o‘xshash tuzilmalar) hosil qila boshlaydi.

• **Mevali daraxtlar:** Olma va nokda sorbitol ishlatish ularning laboratoriya sharoitidagi o‘shishini 30-40% ga yaxshilashi isbotlangan.

3. Shakar - Hujayra Miyyasining Kaliti

Shakar shunchaki yoqilg‘i emas, u **signal molekulasi**.

• **Hujayra sikli:** Hujayra bo‘linishidan oldin *G1* fazasida tekshiruv nuqtasi bor. Agar shakar (energiya) yetarli bo‘lmasa, **Cyclin-dependent kinase (CDK)** fermentlari bloklanadi. Ya’ni, gormonlar qancha ko‘p bo‘lmasin, shakar bo‘lmasa, bo‘linish sodir bo‘lmaydi.

• **Invertaza o‘rni:** Hujayra devorida joylashgan invertaza fermenti saxarozani parchalab, hujayra ichiga glyukozani so‘rib oladi. Bu jarayon o‘simlik organlarining (barg, poya) shakllanishini boshqaradi.

4. Bosqichma-bosqich Strategiya

O‘simlikning hayotiy sikliga qarab menyuni o‘zgartirish kerak:

1-jadval

In vitro manba omillariga ko‘ra tavsiya etilgan uglevodlari va fayl fiziologik asoslari

Bosqich	Tavsiya etilgan shakar	Sababi
Kallus hosil qilish	Glyukoza (20-30 g/l)	Tez o‘zlashtiriladi, tezkor bo‘linishni ta’minlaydi.

Somatik Embriogenez	Saxaroza (40-60 g/l)	Yuqori osmotik bosim embrion rivojlanishini stimullaydi.
Ildiz oldirish	Saxaroza (15-20 g/l)	Yuqori dozada shakar ildiz o'sishini tormozlashi mumkin, o'rtacha doza kerak.
Saqlash (Genbank)	Mannitol	O'sishni sekinlashtiradi (kriokonservatsiya yoki sekin o'stirish).

Jadvalda in vitro jarayonining har bir bosqichi uchun qaysi shakar turi va qancha miqdorda kerakligi ko'rsatilgan. Hujayra ko'paytirishda glyukoza, ildiz va embrion olishda saxaroza, saqlash uchun esa o'sishni sekinlatuvchi mannitol va uning sabablari aniqlangan.

5. Eng katta xato. Shakar xato miqdorini o'lchashdagi yashirinlik

Siz ta'kidlagan Foiz tuzog'i laboratoriya amaliyotidagi eng muhim matematik xatodir. Keling, buni fan tili bilan tushuntiramiz:

Hujayra uchun 3% og'irlik emas, balki **molekulalar soni** (molyarlik) muhim.

- **Saxarozaning** molekulyar og'irligi: 342 g/mol
- **Glyukozaning** molekulyar og'irligi: 180 g/mol

Muammo: Agar siz 3% (30 g/l) saxaroza o'rniga 3% (30 g/l) glyukoza ishlatsangiz, glyukoza eritmasida deyarli **ikki barobar ko'p** molekula bo'ladi.

- Bu degani, muhitdagi **osmotik bosim** (suvning hujayraga kirish kuchi) keskin oshib ketadi.
- Natijada, hujayralar suv yo'qotishi, qurishi yoki o'sishdan to'xtashi mumkin.

Oltin qoida: Tajribada bir shakarni boshqasiga almashtirayotganda, ularning foizini emas, balki **molyar konsentratsiyasini (M)** tenglashtirish kerak. Shundagina o'simlik stressga tushmaydi.

2-jadval

O'simlikning rivojlanish bosqichiga qarab to'g'ri shakar tanlash

Rivojlanish bosqichi (Jarayon)	Tavsiya etiladigan shakar	Nima uchun aynan shu shakar tanlanadi? (Izoh)
1. Hujayra massasini o'stirish (Kallus hosil qilish)	Glyukoza	Hujayralar tez ko'payishi uchun ularga yengil hazm bo'ladigan oziq kerak. Glyukoza hujayraga tez singiydi va uni tez o'stiradi.
2. Organlar shakllanishi (Barg yoki kurtak chiqarish)	Saxaroza yoki Maltoza	Glyukozadan saxarozaga o'tish o'simlikka: Bo'ldi, endi semirishni to'xtatib, barg va tana chiqarishni boshla, degan buyruqni beradi.

3. Ko‘chat sonini ko‘paytirish (<i>Yangi novdalar olish</i>)	Fruktoza (ba’zi turlarda) yoki Saxaroza	Ba’zi o‘simliklarda fruktoza ishlatilsa, bitta o‘simlikdan ko‘proq yangi novdalar (bolacha) o‘sib chiqadi.
4. Ildiz ottirish	Saxaroza (Ko‘proq miqdorda)	Ildiz chiqarish — o‘simlik uchun eng og‘ir mehnat. Unga ko‘p kuch kerak. Saxaroza o‘simlikka kuchli energiya beradi va ildiz otishni tezlashtiradi.
5. Sun‘iy urug‘ olish (<i>Embrion yetishtirish</i>)	Maltoza yoki Saxaroza (Ko‘p miqdorda)	O‘simlikka qiyin sharoit (stress) yaratiladi. O‘simlik sharoit og‘ir, tezroq nasl qoldirishim kerak deb, sun‘iy urug‘ (murtak) tugib boshlaydi.

Nega? Chunki glyukozaning molekulyar og‘irligi saxarozanikidan ancha kichik. Agar siz 30 gramm (3%) glyukoza solsangiz, eritmada saxarozaga qaraganda **ikki barobar ko‘p molekula** bo‘ladi. Bu degani - osmotik bosim ikki barobar yuqori bo‘ladi. Natijada, siz ko‘rgan o‘zgarish shakarning turidan emas, balki bosimning (tuzlilikning) oshib ketganidan bo‘lishi mumkin.

Tavsiya: Aniq ilmiy natija uchun shakarni foizda (%) emas, **Molyarlikda (mM)** o‘lchab solishtirish kerak.

6. Fiziologik kasalliklar. Noto‘g‘ri shakar miqdori quyidagi muammolarga olib kelishi mumkin:

- **Gipergidriklik (Vitrifikatsiya/Shishasimonlik):** O‘simlik shishib, shaffof, suvli va mo‘rt bo‘lib qoladi. Bu o‘simliklar tuproqqa o‘tkazilganda yashab ketmaydi. Bunga ko‘pincha ozuqa muhitidagi noto‘g‘ri osmotik bosim sabab bo‘ladi.

Oksidlanish (Qorayish): Kesilgan joydan fenol moddalari chiqib, to‘qima va muhitni qoraytirib yuboradi (zaharlaydi). Shakar miqdorini to‘g‘ri tanlash bu jarayonni kamaytirishga yordam beradi.

O‘simlik to‘qima madaniyati - murakkab jarayon, ammo uglevodlarning rolini tushunish sizga jarayonni boshqarish imkonini beradi. Shunchaki retsept bo‘yicha emas, balki o‘simlikning tabiatiga va maqsadingizga (kallus, ildiz, novda) qarab to‘g‘ri shakarni tanlang. Foizlarda emas, mollarda fikrlang. Shunda laboratoriyangizda shirin muvaffaqiyatga erishasiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Singh, A.** (2025). *Why Carbohydrate Sources Matter for Plant Tissue Culture Media*. Plant Cell Technology. [Elektron resurs]. URL: <https://www.plantcelltechnology.com> (Murojaat sanasi: 08.02.2026).
2. **George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J.** (2008). *Plant Propagation by Tissue Culture* (3rd Edition). Springer, Dordrecht. 175-180 pp.
3. **Yaseen, M., Ahmad, T., Sablok, G., Standardi, A., & Hafiz, I. A.** (2013). Role of carbon sources for in vitro plant growth and development. *Molecular Biology Reports*, 40(4), 2837-2849.
4. **Murashige, T., & Skoog, F.** (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497.