

UO'K: 631.523.1; 631.527.5;

RESPUBLIKAMIZNING JANUBIDA IN-VITRO SHAROITIDA DIGAPLOID BUG'DOY GENOTIPLARINI YARATISH

Dilmurodov Sherzod Dilmurodovich 

qishloq xo'jaligi fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim.

e-mail: s.dilmurodov@mail.ru

Boysunov Nurzod Bekmurodovich

qishloq xo'jaligi fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim.

e-mail: nurzod.boysunov@mail.ru

Xazratkulova Shaxnoza Usmanovna

qishloq xo'jaligi fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim.

e-mail: shakhnoz2002@gmail.com

Norpo'latov Xayrullo Beknazarovich

kichik ilmiy xodim. Janubiy dehqonchilik ilmiy tadqiqot instituti.

e-mail: sriakarshi2008@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada zamonaviy bug'doy seleksiyasida In-Vitro biotexnologiyalardan foydalangan holda digaploid genotiplarni yaratishning nazariy va amaliy asoslari yoritilgan. Digaploid (Doubled Haploid, DH) texnologiyasi gibrid avlodlaridan qisqa muddatda genetik jihatdan yuqori darajada gomozigot va barqaror seleksion liniyalarni olish imkonini beradi. Texnologiyaning asosini anter yoki mikrospora kulturasini orqali gaploid o'simliklarni regeneratsiya qilish, so'ngra ulardagi xromosomalar sonini ikki baravarlashtirish tashkil etadi. Maqolada donor o'simliklarni tanlash, mikrosporalarning rivojlanish bosqichini aniqlash, anterlarni sterilizatsiya qilish, In-Vitro kulturalash, embrioid va kallus hosil qilish, o'simlik regeneratsiyasi, xromosomalarini ikki baravarlashtirish, ploidlarni aniqlash hamda regenerantlarni tashqi muhitga moslashtirish bosqichlari tahlil qilingan. Shuningdek, DH texnologiyasini molekular markerlar, MAS, GWAS, genomik seleksiya va Speed Breeding bilan integratsiyalashning imkoniyatlari ko'rsatib berilgan. O'zbekistonning qurg'oqchil va issiq iqlim sharoitida mazkur texnologiyadan foydalanish orqali qurg'oqchilik va yuqori haroratga chidamli, yuqori hosildor va genetik jihatdan barqaror bug'doy genotiplarini tezkor yaratish imkoniyati asoslangan.

Kalit so'zlar: bug'doy, *Triticum aestivum* L., In-Vitro, gaploid, digaploid, Doubled Haploid, anter kulturasini, mikrospora, androgenez, regeneratsiya, xromosoma, seleksiya, qurg'oqchilikka chidamlilik.

DEVELOPMENT OF DIHAPLOID WHEAT GENOTYPES UNDER IN VITRO CONDITIONS IN THE SOUTHERN REGION OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: The article presents the theoretical and practical foundations of developing doubled haploid genotypes using in vitro biotechnologies in modern wheat breeding. The Doubled Haploid (DH) technology enables the rapid development of genetically highly homozygous and stable breeding lines from hybrid generations. The technology is based on the regeneration of haploid plants through anther or microspore culture, followed by chromosome doubling. The article analyzes the main stages of the technology, including donor plant selection, determination of the appropriate developmental stage of microspores, anther sterilization, in vitro culturing, embryoid and callus formation, plant regeneration, chromosome doubling, ploidy determination, and acclimatization of regenerants to ex vitro conditions. In

addition, the potential for integrating DH technology with molecular markers, marker-assisted selection (MAS), genome-wide association studies (GWAS), genomic selection, and Speed Breeding is highlighted. The application of this technology under the arid and hot climatic conditions of Uzbekistan provides a promising approach for the rapid development of wheat genotypes with improved drought and heat tolerance, high yield potential, and genetic stability.

Keywords: wheat, *Triticum aestivum* L., in vitro, haploid, doubled haploid, Doubled Haploid, anther culture, microspore, androgenesis, regeneration, chromosome, breeding, drought tolerance.

СОЗДАНИЕ ДИГАПЛОИДНЫХ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ IN VITRO НА ЮГЕ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Аннотация: В статье рассмотрены теоретические и практические основы создания дигапloidных генотипов с использованием технологий In Vitro в современной селекции пшеницы. Технология Doubled Haploid (DH) позволяет в короткие сроки получать из гибридных поколений генетически высокогомозиготные и стабильные селекционные линии. Основу технологии составляет регенерация гапloidных растений посредством культуры пыльников или микроспор с последующим удвоением числа хромосом. В статье проанализированы основные этапы технологии, включая подбор донорных растений, определение стадии развития микроспор, стерилизацию пыльников, культивирование In Vitro, образование эмбрионидов и каллуса, регенерацию растений, удвоение числа хромосом, определение пloidности, а также адаптацию регенерантов к условиям ex vitro. Кроме того, рассмотрены возможности интеграции технологии DH с использованием молекулярных маркеров, маркер-ассоциированной селекции (MAS), полногеномного ассоциативного анализа (GWAS), геномной селекции и Speed Breeding. Обоснована перспективность применения данной технологии в засушливых и жарких климатических условиях Узбекистана для ускоренного создания генотипов пшеницы, устойчивых к засухе и высоким температурам, высокоурожайных и генетически стабильных.

Ключевые слова: пшеница, *Triticum aestivum* L., In Vitro, гапloid, дигапloid, Doubled Haploid, культура пыльников, микроспора, андрогенез, регенерация, хромосома, селекция, засухоустойчивость.

KIRISH

Dunyo aholisi sonining ortishi, iqlim o'zgarishi, suv resurslarining cheklanganligi, yuqori harorat va tuproq sho'rlanishining kuchayishi qishloq xo'jaligi ekinlaridan, ayniqsa bug'doydan yuqori va barqaror hosil olishni ta'minlashda yangi seleksion yondashuvlarni joriy etishni talab etmoqda. Bug'doy insoniyat oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda strategik ahamiyatga ega bo'lgan ekinlardan biri bo'lib, uning hosildorligi tashqi muhit omillariga sezilarli darajada bog'liq. Ayniqsa, qurg'oqchilik va don to'lish davridagi yuqori harorat o'simlikning fiziologik jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatib, don hosildorligi va sifatining pasayishiga olib keladi.

An'anaviy seleksiyada yangi navlarni yaratish jarayonida gibrid avlodlarda genetik ajralishlarni barqarorlashtirish va yuqori darajada gomozigot liniyalarni olish uchun ko'plab avlodlar talab qilinadi. Oddiy chatishtirish sxemasida F2–F6 va undan keyingi avlodlarda maqsadli belgilar bo'yicha saralash olib boriladi. Bu esa seleksiya jarayonining uzoq davom etishiga sabab bo'ladi. Shu nuqtai nazardan, bir avlodda genetik jihatdan barqaror liniyalarni olish imkonini beruvchi digaploid texnologiyasi zamonaviy seleksiyada muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Mikrosporalarning fiziologik rivojlanish bosqichi, donor o'simliklarning genotipi hamda kultura sharoitlari androgenез jarayonining asosiy belgilovchi omillari hisoblanadi. Mikrosporalarning maqbul rivojlanish bosqichini to'g'ri aniqlash embrioid hosil bo'lish darajasini oshirishda muhim ahamiyatga ega [4].

Tadqiqotlarda DH liniyalar genetik jihatdan yuqori darajada gomozigot bo'lishi sababli seleksiyada bir necha avlod davomida gomozigotlikka erishish zaruratini kamaytirishi ko'rsatilgan. Mualliflar DH liniyalar genetik xaritalash, QTL aniqlash va qimmatli agronomik belgilarni genetik tahlil qilish uchun ham samarali material ekanligini qayd etgan [5].

Altpeter va hammualliflar bug'doy seleksiyasida zamonaviy biotexnologik yondashuvlarning ahamiyatini tahlil qilgan. Mualliflar an'anaviy seleksiyani In-Vitro kultura, Doubled Haploid texnologiyasi, molekular markerlar va genomik seleksiya bilan birlashtirish yuqori samarali seleksion tizimni shakllantirishini ta'kidlagan. Ayniqsa, iqlim o'zgarishi sharoitida qurg'oqchilik va yuqori haroratga chidamli genotiplarni tez yaratishda biotexnologik usullar muhim ahamiyat kasb etishi ko'rsatilgan [1].

Germana o'simliklarda gaploid va digaploid texnologiyalarning nazariy asoslarini tahlil qilib, mikrospora va ginogenez usullarining seleksiyadagi ahamiyatini yoritgan. Uning ta'kidlashicha, gaploid o'simliklarning xromosoma sonini ikki baravarlashtirish orqali genetik jihatdan barqaror liniyalarni qisqa muddatda olish mumkin. Bu usul ayniqsa genetik jihatdan murakkab ekinlarda seleksiya jarayonini tezlashtirish uchun katta imkoniyat yaratadi [3].

Dwivedi va hammualliflar zamonaviy o'simlik seleksiyasida biotexnologik usullarni qo'llash imkoniyatlarini tahlil qilgan. Mualliflar Doubled Haploid, marker-assisted selection va molekular genetika usullarini birlashtirish orqali yangi genotiplarni yaratish samaradorligini oshirish mumkinligini ko'rsatgan. DH texnologiyasi orqali genetik jihatdan barqaror liniyalarni tez olish va keyinchalik ularni molekular markerlar asosida saralash seleksiya siklini qisqartirishga xizmat qilishi ta'kidlangan [2].

Digaploid texnologiyasi gaploid o'simliklarni olish va ularning xromosoma to'plamini ikki baravarlashtirishga asoslanadi. Gaploid hujayrada bitta xromosoma to'plami mavjud bo'lsa, uning xromosomalari sun'iy yoki tabiiy ravishda ikki baravarlashtirilganda genetik jihatdan barqaror diploid o'simlik hosil bo'ladi. Bunday o'simliklar digaploid yoki Doubled Haploid (DH) liniyalar deb ataladi.

DH texnologiyasi bug'doy seleksiyasida nafaqat seleksiya jarayonini qisqartirish, balki qimmatli belgilarning genetik tahlilini samarali tashkil etish imkonini ham beradi. Shu sababli mazkur texnologiyani molekular genetika, markerlarga asoslangan seleksiya va Speed Breeding bilan birlashtirish zamonaviy bug'doy seleksiyasining istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Digaploid bug'doy genotiplarini olish jarayonini tashkil etishda birinchi navbatda seleksiya maqsadiga mos ota-ona shakllari tanlandi. Qurg'oqchilikka chidamli genotiplarni yaratish maqsad qilinganda suv tanqisligiga, yuqori haroratga va boshqa abiotik stresslarga chidamli genotiplar yuqori hosildor va sifat ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan navlar bilan chatishtirildi. Hosil qilingan F1 gibriddlar keyinchalik gaploid texnologiyasi uchun donor material sifatida foydalanildi.

In-Vitro digaploid liniyalar olishning asosiy usullaridan biri anter kulturasi hisoblanadi. Bunda F1 o'simliklarining anterlari mikrosporalarning fiziologik jihatdan maqbul rivojlanish bosqichida yig'ib olinadi. Mikrosporalarning rivojlanish bosqichini aniqlash texnologiya samaradorligini belgilab beruvchi muhim omillardan biridir. Buning uchun mikroskopik tahlildan foydalanib, mikrosporalarning bir yadroli yoki ikki yadrolik bosqichi aniqlandi.

To'plangan anterlar In-Vitro kulturaga kiritishdan oldin sterilizatsiya qilindi. Sterilizatsiyaning maqsadi tashqi mikroorganizmlarni yo'qotishdan iborat bo'lib, jarayon o'simlik to'qimalarini zararlamaydigan sharoitda amalga oshirilishi lozim. Steril materiallar laminar shkafda aseptik sharoitda maxsus ozuqa muhitiga joylashtirildi.

Anter yoki mikrospora kulturasi uchun makro va mikroelementlar, vitaminlar, uglevodlar hamda o'simlik o'sish

regulyatorlaridan tashkil topgan maxsus ozuqa muhitlaridan foydalanildi. Ozuqa muhitining tarkibi va fitogormonlar nisbati androgenez jarayonini indutsirlashda muhim ahamiyatga ega. Kultura sharoitida mikrosporalarning normal gametogenez yo'nalishidan embriogen rivojlanish yo'nalishiga o'tishi ta'minlandi.

Kulturalash jarayonida mikrosporalardan embrioid yoki kallus hosil bo'lishi kuzatildi. Embrioidlar keyinchalik regeneratsiya muhitiga ko'chirilib, novda va ildiz hosil qilishiga sharoit yaratildi. Kallus orqali regeneratsiyada esa kallus to'qimasidan novda va ildizlarning shakllanishi ta'minlandi. Olingan regenerantlar dastlab In-Vitro sharoitida parvarishlandi.

Regeneratsiyalangan o'simliklarning ploidlik darajasi aniqlandi. Gaploid o'simliklarda xromosomalar to'plami bitta bo'lgani sababli ularni keyinchalik digaploid holatga keltirish talab etildi. Xromosomalarni ikki baravarlashtirishda antimitotik ta'sirga ega maxsus moddalaridan foydalanildi. Bunday moddalar mitoz jarayonida xromosomalarning ajralib ketishini vaqtincha cheklab, xromosoma sonining ikki baravarlanishiga imkon berdi.

Xromosomalar ikki baravarlangandan keyin olingan o'simliklarning ploidligi sitologik usullar yordamida aniqlandi. Genetik jihatdan barqaror digaploid o'simliklar keyinchalik issiqxona sharoitida parvarish qilinadi va dala sinovlariga tayyorlanadi.

NATIJALAR VA MUNOZARA

In-Vitro androgenez texnologiyasi asosida digaploid bug'doy liniyalarini olish seleksiya jarayonini an'anaviy usullarga nisbatan sezilarli darajada tezlashtirish imkonini beradi. Oddiy seleksiyada gomozigot liniyalarni shakllantirish bir necha avlodni talab qilsa, DH texnologiyasida gaploid o'simliklarning xromosomalarini ikki baravarlashtirish orqali bir avlodda yuqori darajada gomozigot liniya olish mumkin.

Texnologiya samaradorligi, birinchi navbatda, donor genotipning In-Vitro kulturaga javob reaksiyasiga bog'liq. Turli bug'doy genotiplarida anter kulturas va mikrospora androgenezi samaradorligi bir xil bo'lmaydi. Shuning uchun har bir seleksion material uchun optimal kultura sharoitlarini ishlab chiqish muhim hisoblanadi.

Mikrosporalarning rivojlanish bosqichi ham muhim omillardan biri bo'lib, noto'g'ri bosqichda ajratilgan mikrosporalarda embriogeneza darajasi past bo'lishi mumkin. Shuningdek, donor o'simliklarning o'sish sharoiti, harorat, mineral oziqlanish va suv bilan ta'minlanganlik darajasi ham androgenez natijalariga ta'sir ko'rsatadi.

Bug'doy androgenezida asosiy muammolardan biri albinos regenerantlarning hosil bo'lishidir. Albinos o'simliklarda xlorofill sintezi va fotosintetik faollik past bo'lganligi sababli ularning tashqi muhitga moslashishi qiyin kechadi. Shu sababli yashil regenerantlar ulushini oshirish texnologiyaning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

Olib borilgan tadqiqotda turli ozuqa muhitlarining izolatsiyalangan changchilar kulturasida embriodogeneza samaradorligiga ta'siri o'rganildi. Turli ozuqa muhitlarida ekilgan kuzgi yumshoq bug'doy navlarining samaradorligi keltirilgan. Ozuqa muhitlarining tarkibiga ko'ra navlar ma'lum ozuqa muhitlariga turlicha javob beradi, ammo aksariyat navlar uchun eng yuqori embriodogeneza samaradorligi W-14 muhitida kuzatilgan, pH 5,7 va 2,4-D kontsentratsiyasi 0,25 mg/l.

1-jadval

Kuzgi yumshoq bug'doy navlarining turli ozuqa muhitlarida embriodogeneza samaradorligi bo'yicha tavsifi

Nav	Ozuqa muhitlari	Embriodogeneza samaradorligi
		Jami (%)
G'ozg'on	W-14	1,2

AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIK KARANTINI

Ishonch	W-14	1,2
Yuksalish	MC	1,2
Turon	MC	2,1
G'allakor	MC	0,4

Shu bilan birga, barcha navlarning barcha ozuqa muhitlaridagi umumiy samaradorligi turlicha bo'lib, barcha navlar uchun kultivatsiya shartlari bir xil bo'lgan 2,4-D kontsentratsiyasi (0,25 mg/l), vodorod ionlari kontsentratsiyasi (pH 5,7) va mikrosporalarning ko'pchiligi (50% dan ortiq) inokulyatsiya vaqtida kech fazadagi mikrospora bosqichida bo'lgan.

In vitro androgenezning eng yuqori samaradorligi Turon navida kuzatilgan, eng past samaradorlik esa Gallakor navida aniqlangan.

Eng mos ozuqa muhitini aniqlash maqsadida bir qator tajribalar o'tkazildi. Ushbu kuzatuvlarning birinchisi, bir xil genotipning MC muhitiga inokulyatsiya qilinishi va muhitning turlicha pH qiymatlari bilan taqqoslandi.

2-jadval

MC ozuqa muhitining turlicha pH qiymatlari

Nav	pH 5,7	pH 5,8	pH 6,1
G'ozg'on	3,2	2,2	1,4
Ishonch	3,1	2,4	1,7
Yuksalish	3,5	2,1	1,8
Turon	3,8	2,8	1,8
G'allakor	1,4	0,8	0,5

Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, barcha o'rganilgan navlar uchun eng samarali ozuqa muhiti pH 5,7 bo'lgan.

Avtoklavda sterillashdan so'ng, ozuqa muhitlari o'rtacha 0,5 birlikka kislotalanishi kuzatilgan. Shunday qilib, muhitlardagi vodorod ionlari yakuniy kontsentratsiyasi taxminan 5,3, 5,4 va 5,7 ga teng bo'lgan.

Mikrosporalar ichidagi pH ni bo'yoqlar yordamida bilvosita o'lchash natijalari shuni ko'rsatdiki, mikrosporalar ichidagi pH 4,9–5,2 dan oshmagan. Ehtimol, birinchi variantdagi hujayra ichidagi pH va ozuqa muhiti pH mosligi eng fiziologik hisoblanadi va boshqa variantlarda teng bo'lganida, in vitro embriodogenezning eng yuqori samaradorligini beradi.

pH 5,8 bo'lgan ozuqa muhiti esa ko'plab protokollarda tavsiya qilinganligi sababli ishlatilgan. Bizning tajribalarimizda esa to'g'ridan-to'g'ri androgenezning in vitro eng yuqori samaradorligi pH 5,7 da kuzatilgan.

Keyingi bosqichda, izolyatsiyalangan changchilarni MC ozuqa muhitida (agarli yoki suyuq) ekish orqali embriodogenez samaradorligini oshirish imkoniyati o'rganilgan.

3-jadval

Ozuqa muhitining konsistentsiyasining in vitro embriodogenez samaradorligiga ta'siri (%)

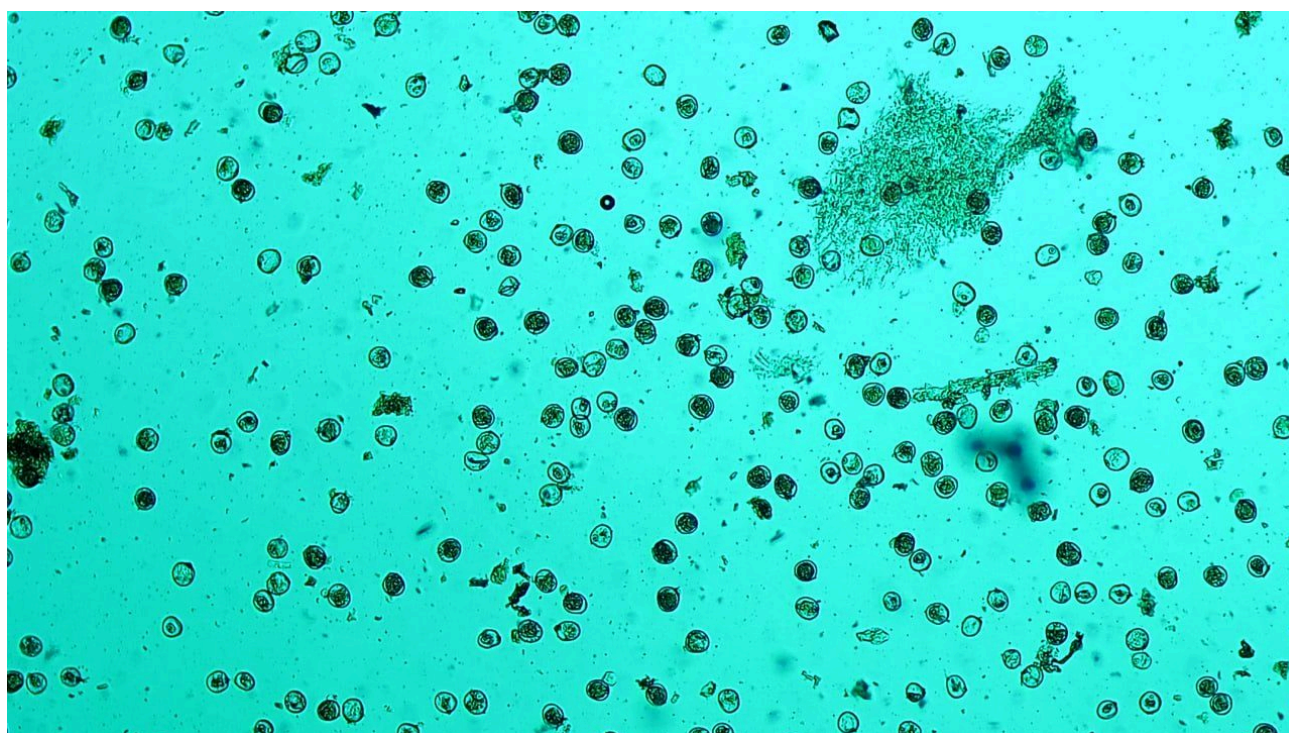
Nav	Suyuq, Fikoll 5%	Qattiq (agar 0,7%)
G'ozg'on	1,1	4,1
Ishonch	0,9	2,4
Yuksalish	1,4	3,8
Turon	1,7	2,8
G'allakor	0,7	1

In vitro androgenez samaradorligi suyuq ozuqa muhitida ekilgan changchilarda, agarizatsiyalangan ozuqa

muhitidagi changchilarga nisbatan pastroq bo'ladi. Ushbu hodisa keyinchalik kultivatsiya jarayonini sitologik monitoring qilish orqali tushuntirildi.

Tadqiqotda mikroskop yordamida olib borilgan mikroskopik tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, kultivatsiyaning birinchi kunlarida changchining tuxumcha devorlari endotetsiyaning turgor va qarish ta'siri sababli yoriladi va barcha mikrosporalar ozuqa muhiti sirtiga chiqariladi. Suyuqlik bilan bevosita aloqa ko'plab mikrosporalar uchun halokatli bo'ladi, chunki ular muhitga cho'kadi va hatto changchilarni suv havo interfeysida ushlab turish uchun qo'llanilgan usullar ham ularni saqlab qolmaydi.

Chi va boshq. (1990) tadqiqotlarida ko'rsatilganidek, osmotik va uglerod manbai sifatida saxaroza o'rniga glyukoza ishlatish afzalroq ekanligi natijasida, tadqiqotda turli mono va disakaridlarning in vitro embriodogenezsamaradorligiga ta'siri o'rganildi. Barcha shartlar, uglevod tarkibi bundan mustasno, barcha namunalar uchun bir xil saqlandi.



1-rasm. Changchining tuxumcha devorlari endotetsiyaning turgor va qarish ta'siri sababli yorilishi.

Adabiyotlarda uglevodlar ham uglerod manbai, ham osmotik komponent sifatida alohida o'rin tutadi. Bir xil molyar konsentratsiya (0,26 M) bo'lganda, foiz konsentratsiyasi turlicha 0,26 M saxaroza va maltaza – 9%, 0,26 M glyukoza – 4,9% qo'llaniladi. Ma'lumki, osmotik bosim moddalar soniga ya'ni molyar konsentratsiyaga bog'liq, uglerod miqdori esa foiz konsentratsiyasiga bog'liq.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, ekvimolyar miqdorlarda saxaroza va maltaza glyukozaga nisbatan embriogenezs uchun qulayroq.

4-jadval.

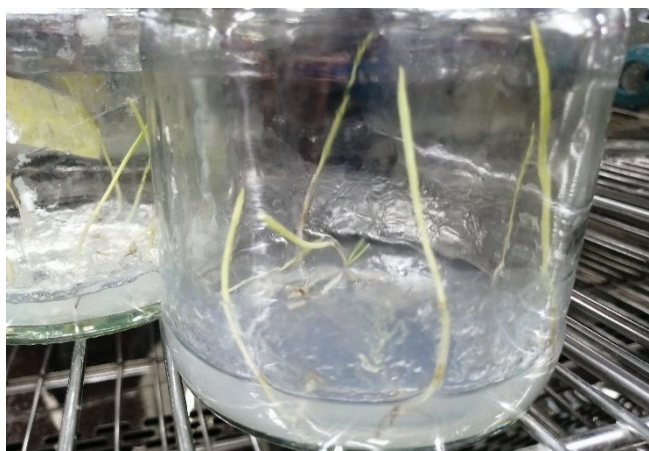
Ozuqa muhitidagi uglevodlarning in vitro embriodogenezsamaradorligiga ta'siri (%)

Nav	Glyukoza (0,26 M)	Glyukoza (0,52 M)	Saxaroza (0,26 M)	Maltaza (0,26 M)
G'ozg'on	1,2	0,04	12,7	14,2
Ishonch	2,2	0,1	12,4	14,3

Yuksalish	2,3	0,8	14,2	12,4
Turon	2,4	0,6	4,1	6,3
G'allakor	0,7	0,08	1,1	10

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, saxaroza yoki maltaza o'z ichiga olgan ozuqa muhiti eng samarali hisoblangan, bu holat avtoklavlash orqali sterilizatsiya qilingan muhitlarda ham kuzatilgan.

Qo'shimcha tadqiqotlar yordamida ozuqa muhitini o'rganish natijasida shuni ko'rsatdiki, avtoklavlash jarayonida saxarozaning bir qismi glyukoza va fruktozaga parchalanadi. Shu sababli, ushbu ozuqa muhiti mikrosporalarni in vitro kultivatsiya qilish uchun eng qulay hisoblanadi, hatto saxaroza kontsentratsiyasi yuqori bo'lsa ham saxarozaning glyukoza va fruktozaga parchalanishi kultivatsiya jarayonida asta sekin sodir bo'ladi, va shu sababli uglevod miqdori oshgan taqdirda ham muhitning osmotik bosimi sezilarli darajada oshmaydi.



2-rasm. Gaploid bug'doy tizmalarini sun'iy ozuqa muhitlarida o'stirish jarayoni

Ushbu omillar, ehtimol, izolyatsiyalangan changchilarni kultivatsiya qilishda mikrosporalar hayotiylikini saqlash uchun muhim hisoblanadi.

Eksperimentlar tabiiy auksinlar xususan IUK (indoliluksus kislota) ishlatishni o'rganish zarur. Sterilizatsiyadan so'ng ozuqa muhitining immunoferment tahlili shuni ko'rsatdiki, avtoklavlash IUKni deyarli butunlay yo'q qiladi, shu bilan birga 2,4-D kontsentratsiyasi deyarli o'zgarmaydi.

Digaploid texnologiyaning yana bir muhim afzalligi — olingan liniyalarning genetik barqarorligidir. DH liniyalar gomozigot bo'lganligi sababli ularni bir necha avlod davomida ko'paytirish va turli ekologik sharoitlarda baholash mumkin. Bu xususiyat ularni genetik tadqiqotlar, QTL tahlili, GWAS va molekular markerlarni ishlab chiqish uchun qimmatli materialga aylantiradi.

Zamonaviy seleksiyada DH texnologiyasini molekular markerlarga asoslangan seleksiya bilan birlashtirish yanada yuqori samara berishi mumkin. Masalan, qurg'oqchilikka chidamlilik bilan bog'liq QTL yoki genetik markerlar ma'lum bo'lsa, olingan DH liniyalar ushbu markerlar bo'yicha genotiplanadi va maqsadli allellarga ega liniyalar tanlab olinadi. KASP, SNP va boshqa molekular markerlardan foydalanish ushbu jarayonni tezlashtirish imkonini beradi.

O'zbekiston sharoitida mazkur texnologiyaning ahamiyati yanada yuqori. Respublika qishloq xo'jaligida suv resurslarining cheklanganligi, havo haroratining yuqoriligi va iqlim o'zgarishi bug'doy seleksiyasi oldiga yangi talablarni qo'ymoqda. Ayniqsa, janubiy hududlarda qurg'oqchilik va yuqori harorat ta'sirida don to'lish davri qisqarishi mumkin. Shu sababli qurg'oqchilik va issiqlikka chidamli genotiplarni tezkor yaratish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Bunday sharoitda DH texnologiyasidan foydalanib, qurg'oqchilikka chidamli ota-ona shakllarini yuqori hosildor

navlar bilan chatishtirish, F1 gibridlaridan gaploidlar olish va ularni ikki baravarlashtirish orqali genetik jihatdan barqaror DH liniyalar kolleksiyasini yaratish mumkin.

DH liniyalarni Speed Breeding texnologiyasi bilan integratsiyalash esa seleksiya jarayonini yanada jadallashtiradi. Speed Breeding sharoitida avlodlarni tez almashtirish imkoniyati mavjud bo'lsa, DH texnologiyasi gomozigot liniyalarni shakllantirishni tezlashtiradi. Shu tariqa ikki texnologiyaning kombinatsiyasi yangi navlarni yaratish davrini sezilarli qisqartirish imkonini beradi.

Shuningdek, olingan DH liniyalar genomik seleksiya uchun ham muhim ahamiyatga ega. Genetik jihatdan barqaror liniyalardan tashkil topgan populyatsiya fenotipik va genotipik ma'lumotlarni birlashtirish, genomik prognoz modellarini shakllantirish hamda seleksiya qiymati yuqori bo'lgan genotiplarni oldindan bashorat qilish uchun qulay material hisoblanadi.

In-Vitro digaploid texnologiyasini bug'doy seleksiyasiga joriy etish natijasida qisqa muddatda genetik jihatdan barqaror seleksion material olish mumkin. Texnologiya ayniqsa qurg'oqchilikka, issiqlikka va sho'rlanishga chidamli yangi genotiplarni yaratishda katta imkoniyatlarga ega.

Ushbu texnologiyani molekular markerlar bilan birgalikda qo'llash seleksiyaning samaradorligini oshiradi. Avvalo F1 gibridlar yaratiladi, keyin ulardan DH liniyalar olinadi va molekular markerlar yordamida qimmatli allellarga ega liniyalar saralanadi. Keyingi bosqichda tanlangan liniyalar laboratoriya, issiqxona va dala sharoitlarida baholanadi.

Ayniqsa, qurg'oqchilikka chidamlilikni baholashda don hosildorligi bilan bir qatorda bargning nisbiy suv miqdori, xlorofill miqdori, ildiz tizimining rivojlanishi, o'simlikning suvdan foydalanish samaradorligi va yuqori harorat sharoitida don to'lish xususiyatlari kabi fiziologik belgilardan foydalanish maqsadga muvofiq.

XULOSA

In-Vitro sharoitida digaploid bug'doy genotiplarini olish texnologiyasi zamonaviy seleksiyaning samarali biotexnologik yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiya anter yoki mikrospora kulturasi orqali gaploid o'simliklarni olish, ularni regeneratsiya qilish va xromosomalarini ikki baravarlashtirish asosida genetik jihatdan barqaror DH liniyalarni shakllantirish imkonini beradi.

Texnologiyaning asosiy ustunligi – gomozigot seleksion liniyalarni qisqa muddatda olish, genetik tahlillarni soddalashtirish va seleksiya jarayonini tezlashtirishdan iborat. DH liniyalar molekular markerlar, MAS, GWAS, genomik seleksiya va Speed Breeding texnologiyalari bilan birlashtirilganda yanada yuqori samaradorlikka erishish mumkin.

O'zbekiston sharoitida, ayniqsa qurg'oqchilik va yuqori harorat ta'siri kuchli bo'lgan hududlarda, ushbu texnologiyadan foydalanib qurg'oqchilikka, issiqlikka va suv tanqisligiga chidamli kuzgi yumshoq bug'doy genotiplarini yaratish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. In-Vitro DH texnologiyasini seleksiya jarayoniga joriy etish natijasida genetik jihatdan barqaror seleksion materiallar kolleksiyasini shakllantirish va istiqbolli yangi navlarni yaratish muddatini qisqartirish imkoniyati paydo bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. Altpeter, F., Springer, N. M., Bartley, L. E., Blechl, A. E., Brutnell, T. P., Citovsky, V., ... & Stewart Jr, C. N. (2016). Advancing crop transformation in the era of genome editing. *The Plant Cell*, 28(7), 1510-1520.
2. Dwivedi, S. L., Crouch, J. H., Mackill, D. J., Xu, Y., Blair, M. W., Ragot, M., ... & Ortiz, R. (2007). The molecularization of public sector crop breeding: progress, problems, and prospects. *Advances in agronomy*, 95, 163-318.

3. Germanà, M. A. (2009). Haploids and doubled haploids in fruit trees. In *Advances in haploid production in higher plants* (pp. 241-263). Dordrecht: Springer Netherlands.
4. Weigt, D., Kiel, A., Siatkowski, I., Zypych-Walczak, J., Tomkowiak, A., & Kwiatek, M. (2019). Comparison of the androgenic response of spring and winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plants*, 9(1), 49.
5. Chauhan, H., & Khurana, P. (2011). Use of doubled haploid technology for development of stable drought tolerant bread wheat (*Triticum aestivum* L.) transgenics. *Plant Biotechnology Journal*, 9(3), 408-417.