

benzylaminopurine (BAP) – 0.5 mg/l; indole-3-butyric acid (IBA) and gibberellic acid (GA) – 0.5 mg/l to unmodified Murashige-Skoog (MS) and Woody plant medium (WPM) nutrient media. The vitamins B<sub>1</sub> and B<sub>6</sub> were also added in the amount of 0.5 mg/l, ascorbic acid in the amount of 1.5 mg/l. The modified nutrient media Murashige-Skoog (MS) and Woody plant medium (WPM) included indole-3-butyric acid (IBA) and gibberellic acid (GA) - 0.01 mg / l; vitamins B<sub>1</sub> and B<sub>6</sub> were in concentrations of 0.1 mg / l and ascorbic acid 1.0 mg / l. The introduction into new nutrient media was carried out after 4 weeks. The experiments consisted of 25-30 explants and were cultivated in 3 replicates.

The most optimal type of explant were apical shoots. Accordingly, their regeneration level was 40% after 1 and 2 months of transplantation in unmodified nutrient media Murashige-Skoog (MS) and Woody plant medium (WPM). Also, the amount of vitamins 0.5 mg / l led to the death of explants after 2-3 weeks. Microcuttings formed callus tissue and underwent necrosis 3-4 months after transplantation. The use of 0.5 mg/l in modified Murashige-Skoog medium, indole-3-butyric acid (IBA) and gibberellic acid (GA) – 0.01 mg/l, vitamins B<sub>1</sub> and B<sub>6</sub> 0.1 mg/l and ascorbic acid 1.0 mg/l completely solved the problem of intensive callus formation. After 1 month of cultivation in this medium, the regenerative capacity of explants was 40.7% higher (65.0-85.0%, respectively) compared to other media. The cessation of differentiation of meristematic tissue and necrosis of explants occurred after 3-4 months of cultivation.

**Key words:** micropropagation, *in vitro*, clonal rootstock, apple, callus, morphogenesis, regeneration.

FTAMP 68.03.03

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/20>

*Д.М. Есенбаева\*, Н. Исах, Г.А. Байсеитова, А.Н. Ешенгалиева*

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,  
jansulu.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz\*, nurguliskah2000@icloud.com,  
gulnaz.baiseitova@kaznaru.edu.kz, ayua.yeshengaliyeva@mail.ru*

## ҚАЗІРГІ БИОТЕХНОЛОГИЯ КОНТЕКСТІНДЕ СОЯ ӨСІРУГЕ АРНАЛҒАН БАСТАПҚЫ МАТЕРИАЛДАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

### *Аңдатпа*

Зерттеу жұмыстарына Қазақстанның оңтүстік шығысында орналасқан «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС, Майлы дақылдар бөлімі және молекулалық биология зертханасында сорт сынау питомнигінің бәсекеге қабетті жоғары соя линиялары және де нөлдік аллелі бар T13 локусы бастапқы материал ретінде алынды. Зерттеудің басты міндеті соя дақылын пайдаланғанда, оның тұқымының құрамындағы кездесетін қоректік заттарға қарсы факторлардың бірі трипсин ингибиторының (TI) белсенділігін төмендету болып отыр. Яғни, TI ас қорыту кезінде ақуызды ыдырататын трипсиннің белсенділігін төмендететін ферменттің қызметін бақылау маңызды. Қазіргі уақытта дәстүрлі селекция әдісімен осындай ферменттерді анықтау мүмкін емес. Осыған орай біздің зерттеуімізде лабораториялық жағдайда молекулалық биология әдістерімен соя линияларының тұқымы құрамындағы трипсиннің ингибиторлық белсенділігін және липоксигеназаның Lox2 локусының аллельдері тығыз байланысы Satt 656 праймерінде SSR маркері көмегімен анықталды. Зерттеуге алынған сояның Б-47/411; Б-40/62-24; ЗР 107/3; Б47/53; З 8/2; Е 12/2; Ж 8/2; Ж 8/4; Ж13/2; ИТ 1/6; ИТ 1/5; ИТ 17/3; З 40/; ИТ 1/8; А8/22; ИТ 24/4; ИТ 1/7; ИТ 24/2; ИТ 1/9, ИТ1/3; КТ-41/1; И-23/7 линияларының тұқымдарындағы ақуызды сақтау спектрі және липоксигеназа белсенділігі талданды. Нәтижесінде сояның Б-47/411, ИТ 1/3, Ж 8/2, Б47/53 линияларының тұқымының құрамындағы қоректік затқа қарсы ферменттің төмен мөлшері алынды. Аталған линияларды

тұқымдарының құрамындағы антикоректік заттардың төмендету соя селекциясында бастапқы материал ретінде қолданысқа ұсыналады.

**Кілттік сөздер:** соя, линия, тұқым, антикоректік зат, зертхана, трипсин, липоксигеназа, ингибитор белсенділігі, бастапқы материал.

### **Кіріспе**

Соя - әлемдегі ең кең таралған бұршақ дақылдарының бірі. Бұл дақыл Оңтүстік-Шығыс Азияда ұзақ уақыт бойы өсіріледі: Қытай, Үндістан, Жапония, Корея, Вьетнам, Индонезия елдері. Экологиялық икемділіктің арқасында бұл бастапқы таралудан әлденеше асып түседі және қазіргі кезде алпыстан астам елдерде өсіріледі. Әлемдегі соя тұқымын өндіруді ұлғайту негізінен егіс алқаптарын ұлғайту жолымен – дәнді дақылдардың астықтық алқаптарын азайту арқылы және кем дегенде, өнімділікті арттыру жолымен жүргізіледі [1].

Соя азық-түлік, жем-шөптік және техникалық дақыл ретінде кең көлемде қолданылады. Лизин құрамы бойынша дақыл құрғақ сүт және тауық жұмыртқасынан еш кем түспейді. Лизин суда 85-90% ериді және күшті сіңеді (80-95%). Глицинин тазартуға қабілетті [2].

Сояның жабайы формаларынан бастап отандық және шетелдік селекциялық сорттарына дейін тұқымының химиялық құрамы туралы материал кеңінен ұсынылған. Сорттың биологиялық сипаттамаларына, табиғи-климаттық жағдайларға және өсірудің агротехнологиялық әдістеріне байланысты оның өзгергіштігі туралы берілген. Селекциялық әдістерімен соя тұқымының сапасына оңтайлы мақсатты әсер ету мүмкіндігі туралы мәселе талданған. Соя тұқымының химиялық құрамына байланысты ұтымды пайдалану жолдары арқылы тұқымның кейбір компоненттерінің рөлі, олардың адам ағзасына әсері туралы теріс пікірлер қарастылды. Нәтижесінде кейбір соя өнімдерінің химиялық құрамы, оларды өндіру және жануарларды азықтандыру, тамақтану және адамды сауықтыру кезінде қолдану туралы мәліметтер және сояны бағалаудың кейбір әдістері ұсынылды [3].

2021 жылы Қазақстан Республикасында соядақылының егістік алқабы 113,3 мың га, ал 2022 жылы жалпы астық жинаумен 128,0 мың га - 250,4 мың тоннаны құрады. Соңғы жылдары елдегі соя дақылдарында отандық сорттардың үлесі 55-тен 65% - ға дейін жетті. Сояның егістік алқаптарының көлемі бойынша көшбасшы Алматы облысы болып табылады, онда егістің 83,6% (94,7 мың гектар) шоғырланған; бұдан әрі Қостанай – 7,7 % (8,8 мың га); Шығыс Қазақстан-5 % (5,6 мың га); Солтүстік Қазақстан – 2,8 % (3,2 мың га); Түркістан-0,1 % (0,2-0,3 мың га); және басқа облыстар атап айтуға болады [4].

Жапонияда эдамаме және Қытайда мао доу деген атпен танымал көкөніс соясы - сояның ерекше түрі. Физиологиялық жетілген бұршақтары бар жасыл бұршіктер жиналады, ал тұтас бұршіктер немесе қабығы аршылған бұршақтар жаңа піскен немесе мұздатылған көкөніс ретінде пайдаланылады. Көкөніс соялары әртүрлі тәсілдермен дайындалады және олар өте коректік, керемет дәмдік қасиеттерге ие. Дәнді соядан айырмашылығы, ол тез бұзылады. Бұл шолуда көкөніс соясының егістік алқаптарының, өндірісінің, экспортының, импортының және кеңеюінің хронологиялық прогрессиясы және одан әрі кеңейту әлеуеті талқыланады. Әлемнің әр түрлі елдерінде жүргізіліп жатқан ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар туралы қолда бар ақпарат ұсынылып, олардың өзектілігі талқыланады. Қазіргі уақытта көкөніс соясын өндіру және тұтыну негізінен Шығыс және Оңтүстік-Шығыс Азияда, Жапония әлемдік нарықты талап ететін ең ірі импорттаушы ел болып табылады. Алайда, бұл дақылды басқа аймақтарда өсіруге деген қызығушылық пен тенденция айтарлықтай өсті. Гермплазманың немесе қолайлы сорттардың болмауы көкөніс соясын өндіруде және Шығыс және Оңтүстік-Шығыс Азиядан тыс елдерде кеңеюде үлкен кедергі болып табылады. Көкөніс соя сорттарының көпшілігі генетикалық байланысты және биотикалық және абиотикалық стрессстерге сезімтал. Қытай, Жапония, Тайвань және АҚШ сияқты бірнеше елдерде көкөніс соясын кеңінен зерттеу және өсіру әлі де шектеулі. Қоршаған ортаны, фермерлер мен өңдеушілердің пайдасын, тұтынушылардың қалауын, сапасы мен тамақтануын ескере отырып, мақсатты ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстардың қажеттілігі атап өтіледі [5].

Тұқымдардағы трипсин ингибиторларының мөлшері төмен қосындыларды анықтау үшін соя гермплазмасының жинағы зерттелді. Жиырма тоғыз қосылыс, ата-аналық өсімдіктер және екі гибридіт популяция Куниц трипсин ингибиторын (КТИ) кодтайтын ТІЗ локусының аллельдері үшін генетикалық маркерлерді пайдалана отырып таңдалды және талданды. Қосылулардың көпшілігінде КТИ жоғары немесе өте жоғары болды (49,22–73,53 ингибирленген трипсин бірлігі (ІТВ/мг тұқымдары)), ал екі жергілікті қазақстандық "Ласточка" және "Ивушка" сорттарының құрамында КТИ-54,16-54,87 ІТВ/мг орташа жоғары екендігі анықталды. Керісінше, Италиядан келген екі соя сорты, Хиларио және Аскасуби, трипсин бірліктерінің тежелуінің ең төменгі деңгейін көрсетті – 25,47-27,87 ІТВ /мг. Денатурацияланбайтын жүйеде тұқым ақуыздарының электрофорезі қарапайым дискриминация үлгісін және КТИ-ге сәйкес жолақтардың өте айқын болуын/болмауын көрсетті. SSR-маркері Satt228 зерттелген үшеуінің ішіндегі ең тиімді диагностикалық маркер болды және ол жергілікті Ласточка сорттармен будандастыру үшін пайдаланылған Ascasubi және Hilario сорттарында гомозиготалы нөлдік аллель ТІЗ/ТІЗ бар екенін растады. F<sub>1</sub> гетерозиготалы гибридіт өсімдіктері және F<sub>2</sub> популяциялардағы бөлінетін ti3/ti3 гомозиготалы линиялары Satt228 көмегімен сәтті анықталды. Соңында, маркерлік селекция көмегімен Satt228 қолданып Қазақстанда соя тұқымдарының сапасын жақсартуға бағытталған селекциялық бағдарламада одан әрі қолдану үшін болашағы бар ti3/ti3 гомозиготалы линиялары шығарылды [6].

Біз L5/L6 арнайы праймерлерінің лецитин жұптары арқылы соя дақылына молекулалық талдауын жасады. Соядан геномдық ДНҚ СТАВ әдісімен және EZ1 нуклеин қышқылын жүйелік алу жүргізілді. E5/E6 праймерлерімен полимеразды тізбекті реакцияны қолдана отырып, сояны сапалы анықтаудың сезімтал әдісі жасалды, ол толқын ұзындығы 195 н. ж. өнім алуға мүмкіндік берді. Дегенмен, DPPH және Abts радикалды жою сынақтары арқылы алынған Түркиялық соя метанол сығындысының антиоксиданттық белсенділігі жоғары антиоксиданттық белсенділікті көрсетті, ол мыналарды 53.19 +/- 0.87% және тиісінше 45.10 +/- 0.32% құрады. Сондай-ақ сояның май қышқылдарының, соя сығындысындағы бірнеше фенол қышқылдары мен флавоноидтардың құрамы газ және жоғары тиімді хроматография арқылы талданды. Алынған деректер сығындының негізгі қосылыстары эриодиктиол, нарингенин және линол қышқылы екенін көрсетті [7].

Соя ұнының сіңімділігіне соя тұқымында кездесетін ең көп таралған қоректік заттарға қарсы факторлардың бірі - трипсин ингибиторы (ТИ) қатты әсер етуі мүмкін. ТИ ас қорыту жолындағы ақуыздарды ыдырататын маңызды фермент - трипсиннің белсенділігін төмендетуі мүмкін. Құрамы төмен ТИ соя үлгілері анықталды. Дегенмен, құрамы төмен ТИ белгілері мен молекулалық маркерлердің болмауына байланысты құрамы төмен ТИ бар элиталық сорттардың өсіру қиын. Аталған ғылыми еңбекте соя тұқымына тән (КТИ1, Gm01g095000) және КТИ3 (Gm08g341500) екі гені ретінде Кунитц 1 трипсин ингибиторын анықтадық. CRISPR/Cas9 геномды өңдеу әдісін қолдану арқылы сояның геннің ашық оқу шеңбері аумағындағы кірістіруді немесе шағын делецияны тасымалдайтын kti1 және kti3 мутантты аллельдері Glycine max cv. Williams 82 (WM82) сорттарынан алынды. КТИ құрамы мен ТИ белсенділігі kti1/3 мутантты тұқымдарындағы WM82 тұқымдарымен салыстырғанда айтарлықтай төмендеді. Жылыжай жағдайында kti1/3 және WM82 трансгенді өсімдіктерінің өсу уақытында немесе пісу мерзімінде айтарлықтай айырмашылық анықталған жоқ. Әрі қарай Cas9 трансгені емес, қос гомозиготалы kti1/3 мутантты аллельдерді алып жүретін Т1, №5-26 линияны анықтады. №5-26-дағы kti1/3 мутантты аллельдер тізбегіне сүйене отырып, гельдік электрофорезсіз әдісті қолданып, осы мутантты аллельдерді бірлесіп таңдау үшін маркерлер жасады. Болашақта сояның элиталық сорттарына сояның kti1/3 мутантты линиясы және сәйкестендірілген селекциялық маркерлер құрамы төмен ТИ белгісін енгізуді жеделдетуге көмектеседі [8].

Азық-түлік ақуызының жетіспеушілігі әлемнің көптеген елдерінде байқалады. Жақын арада мал шаруашылығы өнімдері есебінен ақуыз тапшылығын толығымен жою мүмкін болмайды. Бұл мәселенің бір бөлігін қоректену рацион жоғары ақуызды дақылдарды, атап

айтқанда сояны енгізу арқылы шешуге болады. Мақалада Рязань облысында жылына жан басына шаққандағы негізгі тағамдарды тұтыну талданған, жануарлардың жетіспейтін ақуызын өсімдік тектес ақуызымен ауыстыру мүмкіндігі көрсетілген. Рязань ауыл шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтында соя селекциясы және тұқым шаруашылығы бойынша жұмыстар жүргізілуде. Зерттеудің негізгі бағыты - астықтың, тағамның және жемшөптік пайдалануға ерте пісетін сорттарын алу. Институтта облыс жағдайында тұрақты пісетін сояның өнімділігі 1,7–3,2 т/га, ақуыз мөлшері 37-44%, май 17-19% құрайтын Магева, Окская, Светлая, Касатка және Георгия сорттары алынды және Ресей Федерациясының селекциялық жетістіктердің мемлекеттік реестріне енгізілді. Сорттардың вегетациялық кезеңі 76-110 күнді құрайды. Сояның Магева, Светлая және Касатка сорттарының ақуызды өнімділігі мен сапасы талдау нәтижесінде, бұл сорттарды келесідей азық-түлік мақсаттары үшін өңделген өнімдер ретінде пайдалануға болатындығын көрсетеді. К. А. Тимирязев атындағы РМАУ-АШАМ-де жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, сояның солтүстік экотиптік Магева сорты ерекше қасиетке ие - дәстүрлі сорттармен салыстырғанда трипсин ингибиторларының белсенділігі төмен. Құрылған сорттар сонымен қатар сояны өсіру диапазонын кеңейту мүмкіндігі мен қажеттілігін көрсетеді және бұл сорттарды астыққа ақуыз мәселесін шешу мақсатында пайдаландық болашағы бар [9].

Жалғыз доминантты генмен басқарылатын Липоксигеназа-2 соя өнімдерінің жағымсыз дәмінің негізгі себебі болып табылады. Осы зерттеудің мақсаты *Lox2* локусымен байланысты SSR маркерлерінің (*Sat\_074* және *Satt522*) дұрыстығын растау және қарапайым ата-аналық (*Lox2Lox2*) және липоксигеназдар – 2 (*lox2lox2*) нөлдік аллельдің көзі PI596540 ретінде алынған үндістандық JS97-52 және JS93-05 соя сорттарын будандастыру нәтижесінде алынған F<sub>2</sub> көрсететін 1 және 2 популяциядағы тығыз байланыстағы SSR маркерлерін анықтау болды. Көршілес *Lox2* локус геномдық аймағындағы *Sat\_074*, *Satt522* SSR маркерлерін және 7 SSR маркерлерін қолдану арқылы ата-аналық полиморфизм зерттелді. F<sub>2</sub>: картаға түсірілген екі популяциядағы 3 қайтарымдағы әрбір жеке F<sub>2</sub>-ден липоксигеназа-2 изоферментінің болуы/болмауы үшін фенотиптелген. *SAT\_074* SSR маркері JS97-52 × PI596540 ата-аналық комбинациясы үшін полиморфты екені анықталған жоқ. *Satt522* сәйкесінше 1 және 2 карта популяциясындағы *Lox2* локусынан 9,3 және 13,5 см қашықтықта екені анықталды. Зерттеуде *Lox2* локусымен тығыз байланысты екі жаңа *Sat\_417* және *Satt656* SSR маркерлерін тапқан. *Sat\_417* SSR маркері *Lox2* локусынан 6,9 және 6,6 см қашықтықта екендігі анықталды; ал *Satt656* сәйкесінше 1 және 2 популяциясында 2,7 және 2,1 см қашықтықта *Lox2* локусымен тығыз байланысты екендігі анықталды. Осылайша, *Satt656* SSR маркерін танымал үнділік соя сорттарының фонында нөлдік аллельді (*lox2*) липоксигеназа-2 тасымалдау үшін маркерлік селекцияда пайдалануға болады [10].

### **Әдістер мен материалдар**

«Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС, Майлы дақылдар бөлімі және молекулалық биология зертханасында сорт сынау питомнигінің бәсекеге қабетті жоғары Б-47/411; Б-40/62-24; ЗР 107/3; Б47/53; З 8/2; Е 12/2; Ж 8/2; Ж 8/4; Ж13/2; ИТ 1/6; ИТ 1/5; ИТ 17/3; З 40/; ИТ 1/8; А8/22; ИТ 24/4; ИТ 1/7; ИТ 24/2; ИТ 1/9, ИТ1/3; КТ-41/1; И-23/7 линиялары және де нөлдік аллельі бар ПІЗ локусы зерттеу объектілері ретінде алынды.

Какаде әдісімен трипсиннің ингибиторлық белсенділігі анықталды. Түрліше буферлік жүйелер PAGE денатурациясын жүргізуге қолданылады.

Липоксигеназаның *Lox2* локусының аллельдері *Lox2* локусымен тығыз байланысты *Satt 656*-ның SSR маркері көмегімен анықталды.

Трипсин ингибиторы бар не жоқтығын анықтайтын праймер *Satt 656*. Трипсин ингибиторы жоқ болған жағдайда «0» деп белгіленеді.

**Кесте 1 - ПЦР анализ қоюға арналған SATT 656 праймері**

| Реагенттер         | Мөлшері, мл | Мөлшері, мл |
|--------------------|-------------|-------------|
| Master mix         |             |             |
| H <sub>2</sub> O   | 7.65        | 1.91,25     |
| Tag buf            | 1.5         | 37,5        |
| Mg Cl <sub>2</sub> | 1.5         | 37,5        |

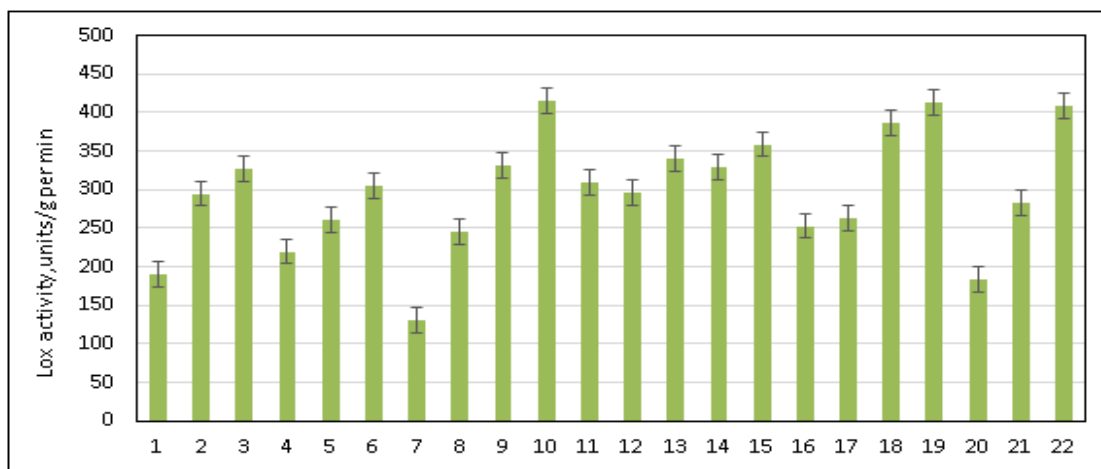
|         |         |           |
|---------|---------|-----------|
| DnTp    | 0.7     | 17,5      |
| Primers | 0.5/0.5 | 12,5/12,5 |
| Tag pol | 0.15    | 3,75      |
| DNA     | 2       | 2         |
| DMSO    | 0.5     | 12,5      |

Біздің жұмысымыздың өзі заманауи әдістерді қолданып, сояның бастапқы материалдарға қойылатын талаптардың жолдарын қарастырылу. Және сол әдістердің ішінде биотехнология талаптарына сай келетіне ең кең қолданыстағы әдеттегі - Laemmli буферлік жүйесі арқылы жқмыстар жасалды. Сонымен бірге, жұмыстардың басым көпшілігі дискілік электрофорез (ағылшын тілінен «үзіліссіз») деп аталатын, демек екі бөліктен құралған гель қолданылды. Концентрлейтін гель рН-6,8 қышқылдылығы және полиакриламид 2-8% концентрациялы, ал бөлгіш гелдің рН 8,5-9 көлемінде және полиакриламид 5-тен 20% концентрацияларда алынды. Гельдің тығыздығын таңдап алу зерттеуге алынған ақуыздардың молекулалық салмағына қарай айқындалды. Алынған дерлік буферлерде бейорганикалық тұздар бола бермейді, онда маңызды тоқ тасымалдаушы – глицин болып табылады. Қышқылдық орта рН 6,8 болғанда глицин молекуласының жалпылама заряды нөлге жуық. Қорытындысында нақтылы бір зарядты беруге (электрофоретикалық ұяшықтағы тоқ қуаты анықталды) полипептидтер SDS болған теріс зарядты комплекстері тез жылдамдықпен қозғалады. Қышқылдық орта рН 8,8 барысында глицин теріс зарядты иеленеді, осының нәтижесінде концентрлейтін және бөлетін гелдер шекарасы расында ақуыздар лезде тоқтайды (нақты бір зарядтық бірлік аудан көлемінде тасымалдауға әлденеше жоғары зарядталған молекулалар болады. Сол себепті молекулалар аз жылдамдықта қозғалады). Оның нәтижесін гелдердің интерфейсіндегі ақуыздардың концентрациясы байқатады, осы әдіс жұмысын іс жүзінде арттырады.

**Нәтижелер және талқылау**

Біздің зерттеу жұмысымызда соя дақылының шаруашылық-құнды белгілері мен қасиеттеріне жақсару мақсатында бастапқы материалдар алу жұмыстарына әзірге тек зертханалық жағдайда заманауи өсімдіктер биотехнологияның молекулалық деңгейінде жүргізілетін әдістер арқылы келесідей нәтижелер алынды.

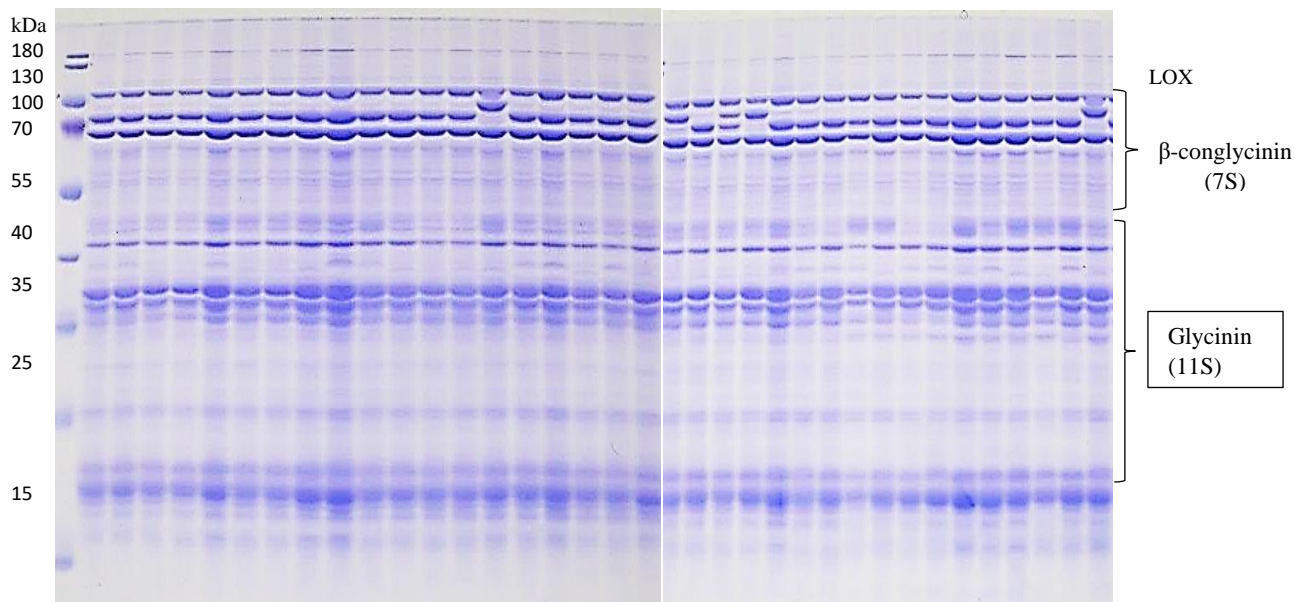
Келесі суретте зерттеуге алынған соя линияларының тұқымдарындағы липоксигеназа белсенділігін биохимиялық бағалаудың нәтижелері Б-47/411, ИТ 1/3, Ж 8/2, Б47/53 линияларында қоректік затқа қарсы ферменттің төмен белсенділігімен сипатталды. Липоксигеназа белсенділігі деңгейі 3 8/2, Е 12/2, Ж 8/4, ИТ 24/4, ИТ 1/7, КТ-41/1 линияларында орташа төмен болса, мына линияларда ИТ 1/6, ИТ 24/2, ИТ 1/9, И-23/7 жоғары болды (1-сурет).



**Сурет 1 – Соя линияларының тұқымдарындағы липоксигеназа белсенділігі**

1-Б-47/411, 2-Б-40/62-24, 3-ЗР 107/3, 4- Б47/53, 5-3 8/2, 6-Е 12/2, 7-Ж 8/2, 8-Ж 8/4 9-Ж13/2, 10-ИТ 1/6, 11-ИТ 1/5, 12-ИТ 17/3, 13-3 40/7, 14-ИТ 1/8, 15-А8/22, 16-ИТ 24/4, 17-ИТ 1/7,-18-ИТ 24/2, 19-ИТ 1/9,20-ИТ1/3, 21-КТ-41/1, 22-И-23/7

Глициндер және конглицининдердің электрофорезі арқылы соя линияларындағы липоксигеназаның болуын бағалау кезінде электрофорездік профилінде, линиялардың тұқымдарындағы ақуыздардың молекулалық салмағы шамамен 94-97 кД баратын аса баяу қозғалымдағы суббірлік айқындалды, осы суббірлік липоксигеназа изоферменттерінің кешеніне енеді.



**Сурет 2** – Соя линиялары тұқымдарындағы ақуыздардың сақталу спектрі

M 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

M –маркер 1-Б-47/411, 2 -Б-40/62-24, 3-ЗР 107/3, 4- Б47/53, 5-3 8/2, 6-Е 12/2, 7-Ж 8/2, 8-Ж 8/4 9-Ж13/2, 10-ИТ 1/6, 11- ИТ 1/5, 12-ИТ 17/3, 13-3 40/7, 14-ИТ 1/8, 15-А8/22, 16-ИТ 24/4, 17-ИТ 1/7,-18-ИТ 24/2, 19-ИТ 1/9,20-ИТ1/3, 21-КТ-41/1, 22-И-23/7

Сояның төменде ұсынылған барлық талданған линияларының тұқымдарындағы протеиндерінің электрофорез спектріне антикоректік фактордың, липоксигеназаның (LOX) болуын көрсетті (2-сурет).

2-суретте берілгендей соя линияларының тұқымдарының барлығында антикоректік фактор липооксигеназаның болуын тұқымдардың дерлік көк түспен боялуына дәлел болады.

Демек болашақта осы зертханалық жағдайда молекулалық биология әдістерін қолдана отырып, зерттелген қоректік затқа қарсы ферменттің төмен мөлшері бар соя линияларын ары қарай дәстүрлі соя селекциясының әдістерімен егістік жағдайда өсіріледі және бағаланатын болады.

### **Қорытынды**

Зерттеуге алынған соя линияларының Б-47/411; Б-40/62-24; ЗР 107/3; Б47/53; 3 8/2; Е 12/2; Ж 8/2; Ж 8/4; Ж13/2; ИТ 1/6; ИТ 1/5; ИТ 17/3; 3 40/; ИТ 1/8; А8/22; ИТ 24/4; ИТ 1/7; ИТ 24/2; ИТ 1/9, ИТ1/3; КТ-41/1; И-23/7 тұқымдарын протеиндерінің электрофорез спектріне анықтау барысында антикоректік фактордың, липоксигеназаның (LOX) болғандығы және тұқымдарының құрамындағы липоксигеназа белсенділігі Б-47/411, ИТ 1/3, Ж 8/2, Б47/53 линияларында қоректік затқа қарсы ферменттің төмен мөлшерде анықталды.

Осы аталған линиялар тұқымының құрамындағы антикоректік ақуызы бар соя дақылын өсіруде селекцияға бастапқы материал ретінде ұсынуға болады.

**Алғыс:** Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ ЖШС, Майлы дақылдар зертханасында, ҚР АШМ 2021-2023 жылдарға арналған ПЦФ BR 10764500 "Қазақстанның әртүрлі топырақ-климаттық аймақтарында оларды орнықты өндіру үшін өсімдіктердің биотехнологиясы, генетикасы, физиологиясы, биохимиясы жетістіктері негізінде бұршақ

дақылдарының жоғары өнімді сорттары мен будандарын құру" тақырыбы бойынша бағдарлама аясында жүргізілген зерттеу жұмыс, биология ғылымдарының кандидаты, профессор С.В. Дидоренкоға алғыс.

### Әдебиеттер тізімі

- 1 Eduardo F.C., Rafael P., Elaine M.G. Soybean Seed Analysis as a Nutritional Diagnostic Tool // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2020. - Vol. 51, № 21. – P. 2712-2725.
- 2 Taiki Y., Song L., Haruka S., Takuya K., Tatsuhiko Sh. Effects of maturity group and stem growth habit on the branching plasticity of soybean cultivars grown at various planting densities // Plant Production Science. – 2020. - Vol. 23, № 4. – P. 385-396.
- 3 Tang X,m Chen X., Wang H., Yang J., Li L., Zhu J., Liu Y. Virtual Screening Technology for Two Novel Peptides in Soybean as Inhibitors of  $\alpha$ -Amylase and  $\alpha$ -Glucosidase/ Foods 2023, 12(24), 4387; <https://doi.org/10.3390/foods12244387>
- 4 Дидоренко, С., Кисетова, Э., Касенов, Р., Байжанов, Ж., Кушанова, Р., & Сагит, И. (2024). Продуктивность и качество сортов сои созданных на разных этапах селекционных работ в казахском научно – исследовательском институте земледелия и растениеводства. Изденістер, нәтижелер, (2-1 (special), 85–98. <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/542>.
- 5 Ramakrishnan M., Venkata N., Boddepalli N., Miao-Rong Y., Kumar V., Balwinder G., Rabi S. Pan, Wang Ch., Glen L., Hartman Renan Silva e Souza, Prakit Somta Global Status of Vegetable Soybean/ Plants (Basel). 2023 Feb; 12(3): 609. Published online 2023 Jan 30. doi: [10.3390/plants12030609](https://doi.org/10.3390/plants12030609)
- 6 Chupeerach Ch., Tewviriyankul P., Thangsiri S., Woorawee I., Sahasakul Y., Aursalung A., Wongchang P., Sangkasa-ad P., Wongpia A., Polpanit A., Nuchuchua O., Suttisansanee U. Phenolic Profiles and Bioactivities of Ten Original Lineage Beans in Thailand/ Foods 2022, 11(23), 3905; <https://doi.org/10.3390/foods11233905>
- 7 Zhou Y., Zhou S., Lu C., Zhang Y., Zhao H. Enrichment of Trypsin Inhibitor from Soybean Whey Wastewater Using Different Precipitating Agents and Analysis of Their Properties/ Molecules 2024, 29(11), 2613; <https://doi.org/10.3390/molecules29112613>
- 8 Wang Zh., Shea Z., Rosso L., Shang Ch., Li J, Bewick P., Li Q., Zhao B., Zhang B. Development of new mutant alleles and markers for KTI1 and KTI3 via CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis to reduce trypsin inhibitor content and activity in soybean seeds/ Front Plant Sci. 2023; 14: 1111680. Published online 2023 May 8. doi: 10.3389/fpls.2023.1111680
- 9 Cao Ch., Waterhouse I.N.G., Sun W., Zhao M., Sun-Waterhouse D., Su G., Effects of Fermentation with Tetragenococcus halophilus and Zygosaccharomyces rouxii on the Volatile Profiles of Soybean Protein Hydrolysates/ Foods 2023, 12(24), 4513; <https://doi.org/10.3390/foods12244513>
- 10 Jung K., Kim B., Kim M., Kim N., Kang J., Kim Y., Park H., Jang H., Shin H., Kim T. Development of a Gene-Based Soybean-Origin Discrimination Method Using Allele-Specific Polymerase Chain Reaction/ Foods 2023, 12(24), 4497; <https://doi.org/10.3390/foods12244497>

### References

- 1 Eduardo F.C., Rafael P., Elaine M.G. Soybean Seed Analysis as a Nutritional Diagnostic Tool // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2020. - Vol. 51, № 21. – R. 2712-2725.
- 2 Taiki Y., Song L., Haruka S., Takuya K., Tatsuhiko Sh. Effects of maturity group and stem growth habit on the branching plasticity of soybean cultivars grown at various planting densities // Plant Production Science. – 2020. - Vol. 23, № 4. – R. 385-396.
- 3 Tang X,m Chen X., Wang H., Yang J., Li L., Zhu J., Liu Y. Virtual Screening Technology for Two Novel Peptides in Soybean as Inhibitors of  $\alpha$ -Amylase and  $\alpha$ -Glucosidase/ Foods 2023, 12(24), 4387; <https://doi.org/10.3390/foods12244387>
- 4 Didorenko, S., Kisetova, E., Kasenov, R., Bajzhanov, ZH., Kushanova, R., & Sagit, I. (2024). Produktivnost' i kachestvo sortov soi sozdannyh na raznyh etapah selekcionnyh rabot v kazahskom

nauchno – issledovatel'skom institute zemledeliya i rasteniyevodstva . Izdesirter, nәtizheler, (2-1 (special), 85–98. <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/542>.

5 Ramakrishnan M., Venkata N., Boddepalli N., Miao-Rong Y., Kumar V., Balwinder G., Rabi S. Pan, Wang Ch., Glen L., Hartman Renan Silva e Souza, Prakrit Somta Global Status of Vegetable Soybean/ Plants (Basel). 2023 Feb; 12(3): 609. Published online 2023 Jan 30. doi: 10.3390/plants12030609

6 Chupeerach Ch., Tewviriyankul P., Thangsiri S., Woorawee I., Sahasakul Y., Aursalung A., Wongchang P., Sangkasa-ad P., Wongpia A., Polpanit A., Nuchuchua O., Suttisansanee U. Phenolic Profiles and Bioactivities of Ten Original Lineage Beans in Thailand/ Foods 2022, 11(23), 3905; <https://doi.org/10.3390/foods11233905>

7 Zhou Y., Zhou S., Lu C., Zhang Y., Zhao H. Enrichment of Trypsin Inhibitor from Soybean Whey Wastewater Using Different Precipitating Agents and Analysis of Their Properties/ Molecules 2024, 29(11), 2613; <https://doi.org/10.3390/molecules29112613>

8 Wang Zh., Shea Z., Rosso L., Shang Ch., Li J., Bewick P., Li Q., Zhao B., Zhang B. Development of new mutant alleles and markers for KTI1 and KTI3 via CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis to reduce trypsin inhibitor content and activity in soybean seeds/ Front Plant Sci. 2023; 14: 1111680. Published online 2023 May 8. doi: 10.3389/fpls.2023.1111680

9 Cao Ch., Waterhouse I.N.G., Sun W., Zhao M., Sun-Waterhouse D., Su G., Effects of Fermentation with Tetragenococcus halophilus and Zygosaccharomyces rouxii on the Volatile Profiles of Soybean Protein Hydrolysates/ Foods 2023, 12(24), 4513; <https://doi.org/10.3390/foods12244513>

10 Jung K., Kim B., Kim M., Kim N., Kang J., Kim Y., Park H., Jang H., Shin H., Kim T. Development of a Gene-Based Soybean-Origin Discrimination Method Using Allele-Specific Polymerase Chain Reaction/ Foods 2023, 12(24), 4497; <https://doi.org/10.3390/foods12244497>

*Д.М. Есенбаева\*, Н. Исах, Г.А., Байсеитова, А.Н. Ешенгалиева*

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, [jansulu.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz](mailto:jansulu.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz)\*, [nurguliskah2000@icloud.com](mailto:nurguliskah2000@icloud.com), [gulnaz.baiseitova@kaznaru.edu.kz](mailto:gulnaz.baiseitova@kaznaru.edu.kz), [ayya.yeshengaliyeva@mail.ru](mailto:ayya.yeshengaliyeva@mail.ru)*

## **ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СОИ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

### **Аннотация**

В качестве исходного материала получены высококонкурентные соевые линии сортоиспытательного питомника ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства», отдела масличных культур и лаборатории молекулярной биологии, расположенные на юго-востоке Казахстана, а также локус ТІЗ с нулевым аллелем. Основной задачей исследования является снижение активности ингибитора трипсина (ТІ), одного из факторов, влияющих на питательные вещества, содержащиеся в его семенах, при использовании культуры сои. То есть важно контролировать функцию фермента, снижающего активность трипсина, который расщепляет белок во время пищеварения. В настоящее время определить такие ферменты традиционным методом селекции невозможно. В связи с этим в нашем исследовании методами молекулярной биологии в лабораторных условиях была выявлена ингибирующая активность трипсина в семенах соевых линий и тесная связь аллелей локуса Lox2 липоксигеназы с использованием маркера SSR в праймере Satt 656. Был проанализирован спектр хранения белка и активность липоксигеназы в семенах линий Б-47/411; Б-40/62-24; ЗР 107/3; Б47/53; З 8/2; Е 12/2; Ж 8/2; Ж 8/4; Ж13/2; ИТ 1/6; ИТ 1/5; ИТ 17/3; З 40/; ИТ 1/8; А8/22; ИТ 24/4; ИТ 1/7; ИТ 24/2; ИТ 1/9, ИТ1/3; КТ-41/1; И-23/7. В результате было получено низкое содержание фермента против питательных веществ в семенах Б-47/411, ИТ 1/3, Ж 8/2, Б47/53 линий сои. Указанные линии рекомендуются для использования в качестве исходного материала в селекции сои с понижением содержания в семенах антипитательных веществ.



**Ключевые слова:** соя, линия, семена, антипитательные вещества, лаборатория, трипсин, липоксигеназа, ингибирующая активность, исходный материал.

**J. Yessenbayeva\***, **N. Issakh**, **G. Baiseitova**, **A. Yeshengaliyeva**  
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan  
[jansulu.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz](mailto:jansulu.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz)\*, [nurguliskah2000@icloud.com](mailto:nurguliskah2000@icloud.com),  
[gulnaz.baiseitova@kaznaru.edu.kz](mailto:gulnaz.baiseitova@kaznaru.edu.kz), [ayya.yeshengaliyeva@mail.ru](mailto:ayya.yeshengaliyeva@mail.ru)

## REQUIREMENTS FOR RAW MATERIALS FOR SOYBEAN CULTIVATION IN THE CONTEXT OF MODERN BIOTECHNOLOGY

### Abstract

Highly competitive soybean lines of the variety testing nursery of Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production LLP, the department of oilseeds and the laboratory of molecular biology located in the south-east of Kazakhstan, as well as the TI3 locus with a zero allele, were obtained as the starting material. The main objective of the study is to reduce the activity of the trypsin inhibitor (TI), one of the factors affecting the nutrients contained in its seeds, when using soy culture. That is, it is important to control the function of an enzyme that reduces the activity of trypsin, which breaks down protein during digestion. Currently, it is impossible to determine such enzymes by the traditional method of selection. In this regard, in our study using molecular biology methods in laboratory conditions, the inhibitory activity of trypsin in soybean line seeds and the close relationship of alleles of the Lox2 lipoxygenase locus using the SSR marker in the Satt 656 primer were revealed. The protein storage spectrum and lipoxygenase activity in seeds of lines were analyzed B-47/411; B-40/62-24; ZR 107/3; B47/53; Z 8/2; E 12/2; W 8/2; W 8/4; W13/2; IT 1/6; IT 1/5; IT 17/3; Z 40/; IT 1/8; A8/22; IT 24/4; IT 1/7; IT 24/2; IT 1/9, IT1/3; CT-41/1; And-23/7. As a result, a low content of the enzyme against nutrients was obtained in the seeds of B-47/411, IT 1/3, Zh 8/2, b47/53 soybean lines. These lines are recommended for use as a starting material in soybean breeding with a decrease in the content of anti-nutrients in seeds.

**Keywords:** soybean, line, seeds, anti-nutrients, laboratory, trypsin, lipoxygenase, inhibitory activity, starting material.

МРНТИ 68.05.29:68.05.35:68.05.37

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/21>

Д.Е. Ержан<sup>1</sup>, В.И. Кирюшин<sup>2</sup>, Ж.С. Алманова<sup>\*3</sup>, Г.А. Звягин<sup>1</sup>, А.И. Сидорик<sup>4</sup>

<sup>1</sup> НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан, [yerzhan.dilmurat@mail.ru](mailto:yerzhan.dilmurat@mail.ru), [regor1984@rambler.ru](mailto:regor1984@rambler.ru)

<sup>2</sup> ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», г. Москва, Российская Федерация, [vkiryushin\\_77@rambler.ru](mailto:vkiryushin_77@rambler.ru)

<sup>3</sup> НАО «Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан», г. Алматы, Республика Казахстан, [Almanova44@mail.ru](mailto:Almanova44@mail.ru)\*

<sup>4</sup> ТОО «ОЛЖА АГРО», Костанай, Республика Казахстан, [alexandrsidorik@mail.ru](mailto:alexandrsidorik@mail.ru)

## РАЗРАБОТКА ГИС АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

### Аннотация

В работе использовались современные методы агроэкологической оценки земель, которые учитывают не только химические и физические характеристики почв, но и