

ӘОЖ 631:52.633.633.1:635

¹Д.С. Батаева*, ¹Г.У. Дюскалиева,
²Д.Т. Казкеев, ²Е.А. Жаңбырбаев, ³А.И. Сейтхожаев,
⁴А. Кәкімбек

¹Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

²Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

³С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

⁴Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

*E-mail: dariga.batayeva@gmail.com

Күріштің коллекциялық үлгілерін онтогенездің алғашқы кезеңдерінде хлоридті, сульфатты және карбонатты тұздану төзімділігіне биохимиялық бағалау жүргізу

Зерттеу жұмысында отандық және шетелдік күріш сорттарының, сорт үлгілерінің және F₂ гибридтерінің 10 күндік өскіндерінің пролин мөлшеріне онтогенездің ерте сатысында хлоридті, сульфатты және карбонатты тұзданудың әсері зерттелді. Тұздану жағдайында пролин мөлшері бақылаумен салыстырғанда ондаған есе артатыны тәжірибе жолымен нақтыланды. Күріш сорттары мен гибридтері түрлі тұздану типтеріне түрліше реакция көрсетті. Хлоридті, сульфатты және карбонатты тұздану типтерінде бос пролинді жинақтау қабілеті бойынша Қазақстанның күріш егетін аудандарында өсірілетін Мадина, Бақанас, Кубань 3 сорттары және Халықаралық күріш ғылыми-зерттеу институтының (IRRI) FL 478 (HB 9093) генотипі жоғары нәтиже көрсетті. Үш түрлі тұздану типінде бос пролиннің жинақталуы бойынша айтарлықтай деңгейде жоғары мәндермен (99-209%) төмендегі гибридтер сипатталды: Регул Курчанка, Ханкайский 429 Курчанка, Маржан Курчанка.

Түйін сөздер: күріш, хлоридті тұздану, сульфатты тұздану, карбонатты тұздану, төзімділік, бейімделу реакциясы, пролин.

D.S. Batayeva, G.U. Dyuskaliev, D.T. Kazkeev,
E.A. Zhanbyrbaev, A.I. Seitkojaev, A. Kakimbek

Biochemical assessment of the stability of collection samples of rice to the chloride, sulfate and carbonate salinity at the early stages of ontogenesis

It was studied the effect of chloride, sulfate, carbonate salinity on proline content in the 10-day rice seedlings of domestic and foreign varieties and hybrids at the early stages of ontogenesis. Under salinity stress conditions was revealed 10-fold increase of proline content compared to the control. It was shown that the investigated samples of rice differ by their resistance to salinity in the laboratory conditions. At the chloride, sulfate and carbonate type of salinity free proline accumulation in the varieties cultivated in Kazakhstan: Madina Bakanassky, Kuban 3 and FL 478 (HB 9093) genotype from IRRI had shown good results compared with other samples. As a result of research in all types of salinity (chloride, sulfate and carbonate) high percentage (99-209%) on the accumulation of free proline were characterized next hybrids: Regul x Kurchanka, Hankaysky429 x Kurchanka, Marhzan x Kurchanka .

Key words: rice, chloride salinity, sulfate salinity, carbonate salinity, resistance, adaptive responses, proline.

Д.С. Батаева, Г.У. Дюскалиева, Д.Т. Казкеев,
Е.А. Жанбырбаев, А.И. Сейтхожаев, А. Кәкімбек

**Биохимическая оценка устойчивости коллекционных образцов риса
к хлоридному, сульфатному и карбонатному засолению
на ранних этапах онтогенеза**

В работе изучено влияние хлоридного, сульфатного и карбонатного типы засоления на содержание пролина в 10-дневных проростков риса у отечественных, зарубежных сортов и гибридов на ранних этапах онтогенеза. В условиях засоления выявлено 10-кратное увеличение содержания пролина по сравнению с контролем. Показано, что изучаемые образцы риса различались по устойчивости к засолению, созданном в лабораторных условиях. При хлоридном, сульфатном и карбонатном типе засоления накопление свободного пролина у сортов возделываемых в Казахстане: Мадина, Баканасский, Кубань 3, а также образец FL 478 (НВ 9093) из IRRI показали высокий результат по сравнению с другими образцами. В результате проведенных нами исследований во всех типах засоления (хлоридное, сульфатное и карбонатное) высоким процентом (99-209%) по накоплению свободного пролина охарактеризовались нижестоящие гибриды: Регул Курчанка, Ханкайский 429 Курчанка, Маржан Курчанка.

Ключевые слова: рис, хлоридное засоление, сульфатное засоление, карбонатное засоление, устойчивость, адаптивная реакция, пролин.

Кіріспе

Өсімдік түрлі абиотикалық стресс жағдайына (тұзды стресс, құрғақшылық, температура т.б.) ұшырағанда су және қоректік заттардың топырақ арқылы сіңірілуі бұзылып, жапырақтағы лептесіктер жабылады, газ алмасу бұзылады, фотосинтез жүйесінің қызметі тежеліп, оттегінің белсенді формалары синтезделеді. Осы факторлардың бірлескен әсері құрылымдық және функционалдық молекулаларда (ДНК, ақуыз, липидтер) тотығу стрессін тудырып, өсімдікте осмотикалық, иондық және энергетикалық гомеостазына кері әсерін тигізеді. Бұл стресті сигналдар сигналдық үрдістерді және транскрипциялық фактор арқылы жүзеге асқан ген активациясын тежейді. Активацияланған механизмдерде ферменттік және ферменттік емес антиоксиданттар синтезделіп, оттегінің активті формаларын бейтараптандырады. Ал осмолиттер (пролин, глицин, бетаин, қант полиол) синтезі осмотикалық балансты сақтауға қатысса, ион компартиментализациялау арқылы иондық гомеостаз тұрақталды. Осы бірлескен әрекеттер жасуша гомеостазын қайта қалпына келтіріп, құрылымдық және қызметтік ақуыздарды және мембрананы қорғап, абиотикалық стресске төзімділік механизмі сақталады.

Пролин – маңызды бірінші реттік метаболизмге қатысатын және ерекше конформациялық қаттылығымен сипатталатын амин қышқылы. Пролиннің жиналуы ең бірінші рет қара бидай (*Lolium perenne*) өсімдігінен табылды және көптеген зерттеулер пролин мөлшері-

нің өсімдіктерде әртүрлі экологиялық стресс жағдайында артатындығы дәлелденді [1]. Стрессорлардың әсерінен пролин мөлшерінің артуы тек өсімдіктерде ғана емес, бактериялар, қарапайымдылар, теңіз омыртқасыздарында да анықталды [2]. Кейбір өсімдіктерде қолайсыз факторлардың әсерінен пролин мөлшері жүз есеге дейін артады. Бұл әсер топырақтың тұздану және құрғақшылық жағдайында кеңінен зерттелген [3,4]. Тұздану типі топырақтағы аниондардың болуына байланысты: хлоридті, сульфатты, сульфатты-хлоридті, хлоридті-сульфатты және карбонатты болып бөлінеді. Мысалы, Қызылорда облысы топырағының негізгі тұздануы хлоридті-сульфатты болса, Балқаш-Алакөл және Іле ойпатына қалыпты және гидрокарбонатты содалы, хлоридті-сульфатты тұзданған типі тән [5,6]. Көптеген ғылыми әдебиеттерде стресс жағдайында өсімдіктерде пролиннің жиналуы қорғаныш қызметін атқаратындығы көрсетілген [7].

Зерттеу жұмысының мақсаты – күріштің коллекциялық үлгілерінің онтогенездің алғашқы кезеңдерінде хлоридті, сульфатты және карбонатты тұздану жағдайында пролин мөлшерін анықтау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу материалдары ретінде отандық және шет елдік 26 күріш сорттары мен сорт үлгілері, F₂ гибридтері алынды. Күріштің жер үсті бөлігіндегі бос пролин мөлшері Bates [8] әдісі бойынша анықталды.

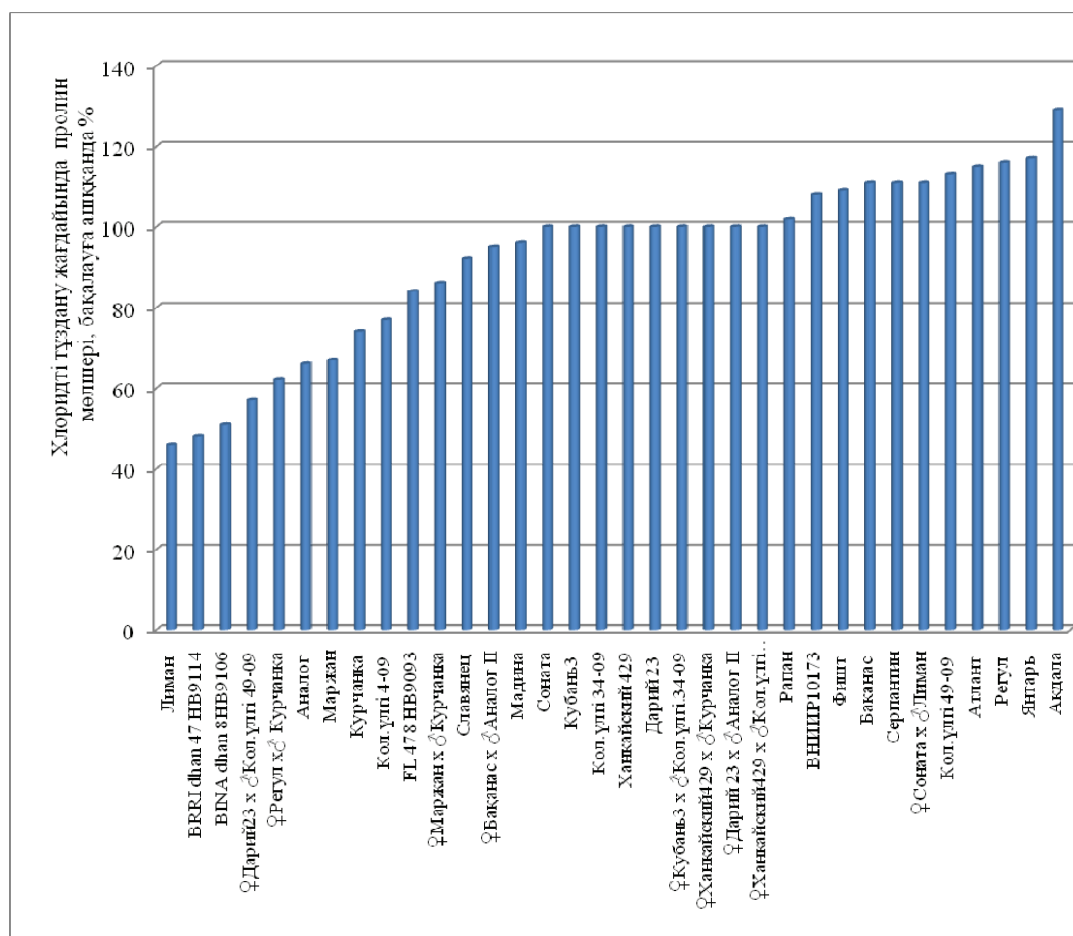
Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Түрлі абиотикалық стрестерге қарсы өсімдік жасушаларында пролиннің жиналуы өсімдіктердің бейімделу механизмдерінің бірі болып табылады. Пролин метаболизмі даму және стресске жауап ретінде кешенді әсер етеді. Тұзды стресте өсімдіктерде пролин, бетаин, полиаминдердің жинақталады [9]. Пролиннің қарқынды түрде жасуша цитоплазмасында жиналуы және оның осмотикалық реттелуі өсімдіктерді қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларында қалыпты өсуін қамтамасыз ететіндігімен байланысты [10]. Хлоридті тұздану дәнді дақылдардың өнімділігін төмендететін факторлардың бірі [11]. Тұздардың иондық және осмотикалық әсері өсімдіктердегі түрлі физиологиялық процестерге кері әсер етіп, дақылдың өнімділігін азайтады [12]. Пролин тұздану жағдайында осмотикалық потенциалды және NaCl зиянды әсерін төмендетеді [13].

Зертханалық хлоридті, сульфатты және карбонатты тұздану жағдайларында 10-күндік кү-

ріш өскіндерінде бос пролин мөлшерінің жинақталуы бақылау варианттарымен салыстырмалы түрде анықталды.

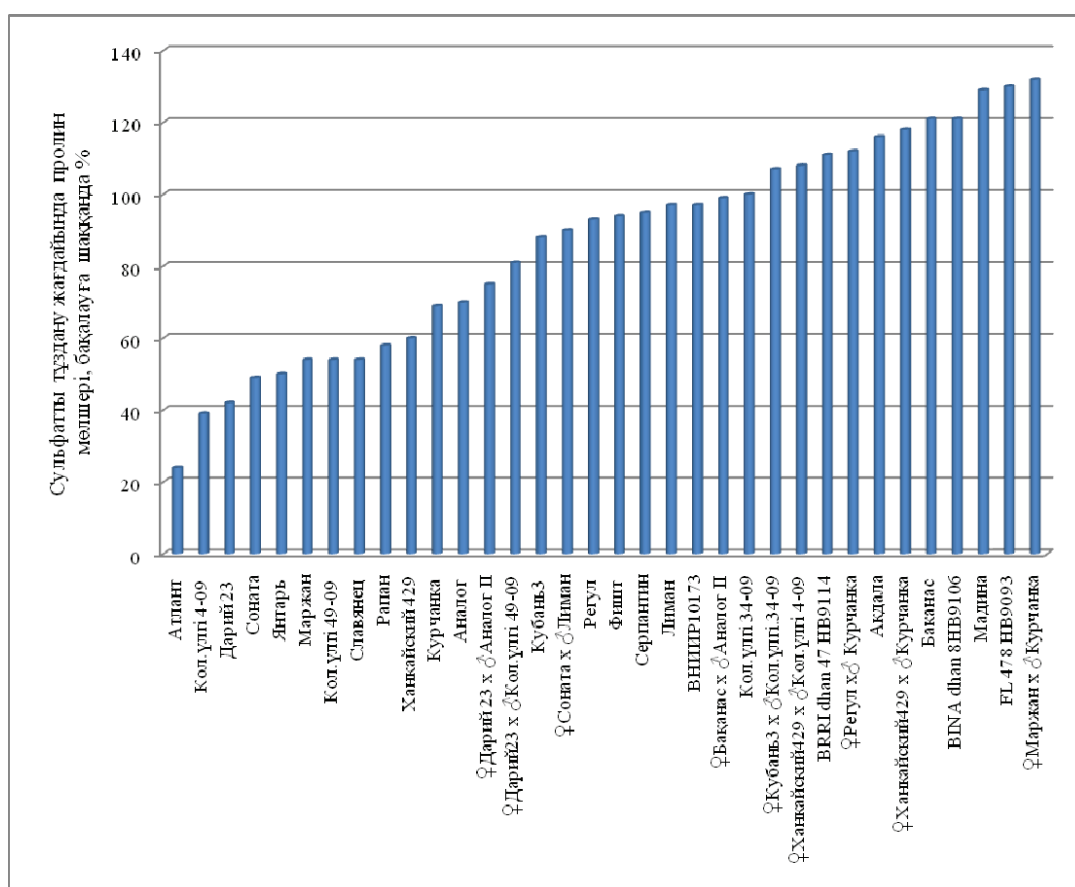
Пролин мөлшері хлоридті тұздану типінде (1 сурет) сорттардың ерекшелігіне байланысты ауытқыды: ресейлік Лиман, Курчанка сорттарында және отандық Аналог 2 сорт үлгісінде пролин жинақтау мөлшері төмен (46-74%), Халықаралық күріш ғылыми-зерттеу институтының (IRRI) тұзға төзімді стандарт сорттары BRR1 dhan 47 (HB 9114) (48%), BINA dhan 8 (HB 9106) (51%) көрсеткіштері хлоридті тұздану типіне сезімтал, тек FL 478 (HB 9093) – 84 % сорты орташа көрсеткіш көрсетті. Отандық және аудандастырылған сорттарда бос пролин мөлшері Маржан – 67%, Мадина – 96%, Кубань 3 – 100%, Бақанас – 111%, Ақдала – 129% көрсетті. ♀Маржан x ♂Курчанка, ♀Бақанас x ♂Аналог2, ♀Ханкайский429 x ♂Курчанка F₂ гибридтерінде бос пролиннің жинақталуы айтарлықтай деңгейде жоғары мәндермен сипатталды (86-100%).



1-сурет – Күріштің коллекциялық үлгілеріндегі бос пролиннің мөлшеріне 0,75 % NaCl әсері

Сульфатты тұздану типінде: ресейлік сорттар Атлант, Соната, Янтарь, Славянец, Рапан, Аналог2, Курчankanың бос пролин жинақтау мөлшері төмен (24-70%), Халықаралық күріш ғылыми-зерттеу институтының (IRRI) тұзға төзімді сорттары BRRI dhan 47 (HB 9114) – 114%, BINA dhan 8 (HB 9106) – 121%, FL 478 (HB 9093) – 130% сорттары хлоридті тұздану типіне қарағанда сульфатты тұздану типіне төзімді екенін көрсетті. Қазақстанның күріш егетін

аудандарында өсірілетін Маржан сортының бос пролин мөлшері төмен – 54%, Кубань 3 – 88%, Ақдала – 116%, Бақанас -121%, Мадина – 129% пролин жинақтап, төзімділік танытты. Сульфатты тұздану кезінде бос пролиннің жинақталуы бойынша айтарлықтай деңгейде жоғары мәндермен келесі гибридтер сипатталды: ♀Бақанас × ♂Аналог 2, Регул × ♂Курчанка, ♀Ханкайский429 × ♂Курчанка, ♀Маржан × ♂Курчанка (99-132%) (2 сурет).



2-сурет – Күріштің коллекциялық үлгілеріндегі бос пролиннің мөлшеріне 0,75 % Na₂SO₄ әсері

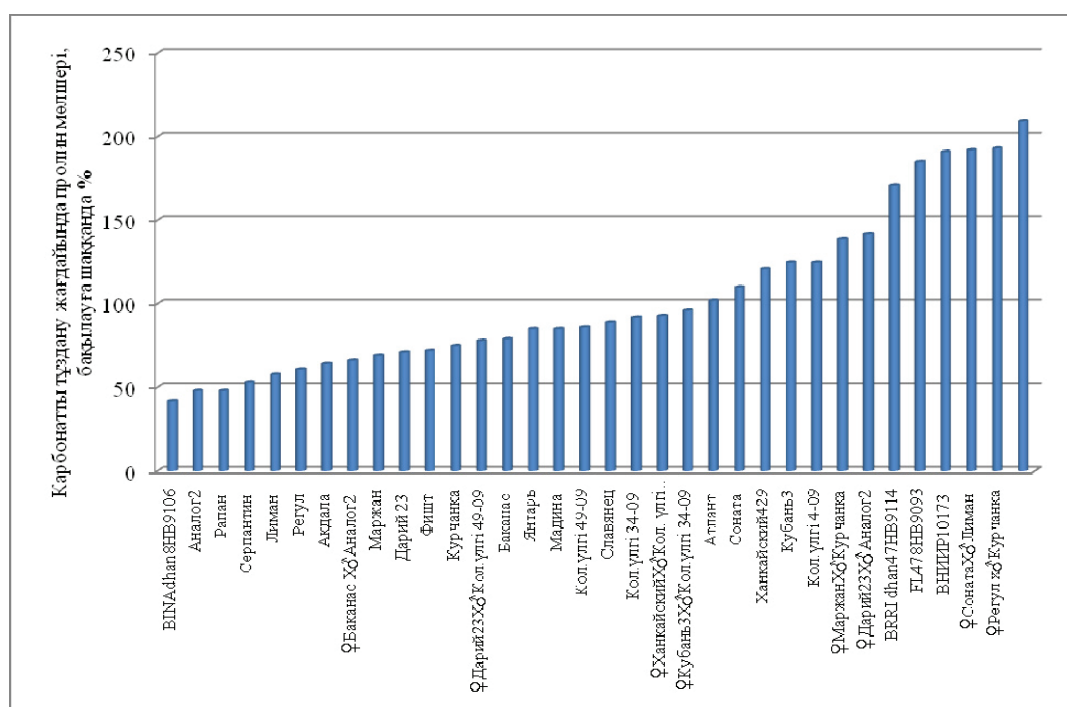
Карбонатты тұздау типінде Аналог 2, Рапан, Серпантин, Лиман, Регул, Курчанка сорттарында пролин жинақталуы төмен (48 -75%) мәнге ие болды. Халықаралық күріш ғылыми-зерттеу институтының (IRRI) тұзға төзімді сорты BINA dhan 8 (HB9106) – 42% пролин жинақтау қабілеті бойынша карбонатты тұздану типіне сезімтал, BRRI dhan 47 (HB9114) -171%, FL 478 (HB 9093) -185% карбонатты тұздануға төзімді екенін көрсетті. Қазақстанның күріш егетін аудандарында

өсірілетін Маржан сортының бос пролин мөлшері – 69%, Ақдала 64%, Бақанас – 79%, Мадина – 85%, Кубань3 – 125%, көрсетті. F₂ гибридтерден: ♀Бақанас × ♂Аналог2, ♀Маржан × ♂Курчанка, ♀Регул × ♂Курчанка, ♀Ханкайский 429 × ♂Курчанка бос пролин мөлшері (66-209%) ауытқыды (3 сурет).

Отандық Ақдала және Бақанас сорттары тұзданудың хлоридті және сульфатты типінде пролин мөлшерінің жоғарылануымен ерекшеленсе, карбонатты тұздану типінде керісінше, төмен

көрсеткіштермен сипатталды. Стресс жағдайларында өсімдіктердегі пролиннің полифункционалды рөлін көрсететін факторлардың болуына қарамастан, пролин мөлшері мен өсімдіктің абиотикалық стресске төзімділігі арасындағы байланыс қазірге дейін анық емес. Мысалы, арпадағы пролин мөлшері мен тұзға төзімділігі арасында корреляцияның жоқ екені анықталған [14]. Тұздануға және төмен температураға сезімтал арабидопсистің мутанттарында пролин мөлшері жоғары болған [15,16]. Суыққа төзімді күріш генотиптерінің жапырағындағы пролин мөлшері қалыпты және төмен температурада суыққа сезімтал генотипке қарағанда төмен болған [17]. Күріштің ыстыққа төзімділігі мен

пролин арасындағы оң корреляция Choudhary еңбегінде сипатталған [18]. Өсімдіктердің түрлі стресс факторларға төзімділігі мен пролин мөлшері арасындағы байланыстың болмауы, көптеген ғылыми еңбектерде көрсетілгендей, басқа да стресс-протекторлардың тиімді (ферментативті антиоксидантты немесе басқа үйлесімді осмолиттердің) механизмдеріне, олардың бейімделу ерекшеліктеріне де байланысты болуы мүмкін. Сондықтан өсімдіктердегі пролин мөлшерін төзімділіктің биохимиялық маркері ретінде пайдалану үшін пролиннің басқа да стресс-протекторлық жүйелермен, атап айтқанда антиоксидантты жүйемен байланыстыра отырып қарастыру керек [19].



3-сурет – Күріштің коллекциялық үлгілеріндегі бос пролиннің мөлшеріне 0,75 % NaHCO₃ әсері

Қорыта айтқанда, күріш сорттары мен гибридтері түрлі тұздану типтеріне түрліше реакция көрсетті. Хлоридті, сульфатты және карбонатты тұздану типтерінде бос пролинді жинақтау қабілеті бойынша Қазақстанның күріш егетін аудандарында өсірілетін Мадина, Бақанас, Кубань 3 сорттары, Халықаралық күріш ғылыми-зерттеу институтының (IRRI) FL 478 (HB 9093) генотипі жоғары нәтиже көрсетті. Үш түрлі тұздану

типінде бос пролиннің жинақталуы бойынша айтарлықтай деңгейде жоғары мәндермен келесі гибридтер сипатталды: ♀Регул × ♂Курчанка, ♀Ханкайский 429 × ♂Курчанка, ♀Маржан × ♂Курчанка. Тұзданудың стресс әсерін бағалау күріштің жаңа формаларын сипаттап, селекциялық мақсатқа пайдалану, бірінші және екінші ретті тұзданған топырақты территорияларға аудандастыруда маңызды болып табылады.

Әдебиеттер

- 1 Kemble A.R., Mac Pherson H.T. Liberation of amino acids in perennial ray grass during wilting // *Biochem. J.* 1954. – №58. – P. 46-59.
- 2 Csonka, L.N. Proline over-production results in enhanced osmotolerance in *Salmonella typhimurium* // *Mol.Gen.Genet.* 1981. – P. 182:82-86
- 3 николаева М.К., Маевская С.Н. Влияние засухи на содержание углеводов и пролина у растений пшеницы//Тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием «Инновационные направления современной физиологии растений». – Москва, 2013. –С.309.
- 4 Коваленко В.И., Дуденко В.П. Культура риса в Казахстане. – Алма-ата.: «Кайнар», 1974. – С.19.
- 5 Есимбеков М.Б. Освоение засоленных почв механического состава под культуру риса // Матер. междунар. научно-практ. конф. «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья». – Кызылорда, «Ақмешіт Баспа үйі», 2012. – 224 б.
- 6 Hare P., Cress W. Metabolic implications of stress induced proline accumulation in plants // *Plant Growth Regul.* 1997. – №21. – P. 79-102.
- 7 Bates L.S., Waldern R.P., Teare I.D. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies // *Plant Siol.* 1973. – P.205-207
- 8 Клышев Л.К. Биохимические и молекулярные аспекты исследования солеустойчивости растений //Проблемы солеустойчивости растений. 1989.
- 9 Slama I., Ghnaya K., Hessini D., Messedi A. Savoure., Abdelly C. Comparative study of mannitol and PEG osmotic stress effects on growth, proline and soluble sugars accumulation in *Sesuvium portulacastrum* // *Environ. Exp. Bot.* 2007. № 61.- P.10 – 17.
- 10 Кафи М., Стюарт В.С., Борланд А.М.Содержание углеводов и пролина в листьях, корнях и апексах пшеницы, устойчивых и чувствительных к засолению // *Физиология растений.* – 2003, – №2. – С. 50.
- 11 Коса М., Bor M., Ozdemir F., Turkan I. The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars // *Environ Exp. Bot.* 2007. 60. – P. 344-351.
- 12 Delauney A.J. Verma DPS. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants // *Plant J.* 1993. N4. – P.215-223.
- 13 Chen Z, Cui TA, Zhou M, Twomey A, Naidu BP, Shabala S. Compatible solute accumulation and stress-mitigating effects in barley genotypes contrasting in their salt tolerance // *Journal of Experimental Botany.* 2007, 58:-P. 4245-4255.
- 14 Liu J, Zhu J-K. Proline accumulation and salt-stress-induced gene expression in a salt-hypersensitive mutant of *Arabidopsis*. *Plant Physiol* 1997, 114: -P. 591–596.
- 15 Xin Z. & Browse J. *Eskimo1* mutants of *Arabidopsis* are constitutively freezing-tolerant // *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 1998, USA 95. - P.7799 7804.
- 16 Aghaee, A., Moradi, F., Zare-Maivan, H., Zarinkamar, F., Irandoost, H.P. and Sharifi, P. Physiological responses of two rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to chilling stress at seedling stage // *African J. Biotechnol.*, 10, 2011. -P.7617-7621.
- 17 Choudhary, R. S., Singh, S., Nehra, R., Dhiraj Singh. Effect of replacement of maize by graded levels of pearl millet (*Pennisetum typhoides*) on broiler performance // *Indian J. Anim. Sci.*, 2005. – 75 (9): -P. 1092-1093.
- 18 Luo, S.D., Shi, G.W., Baker, B.S. Direct targets of the D. melanogaster DSXF protein and the evolution of sexual development // *Development* 138(13), 2011. –P. 2761-2771.
- 19 Luo Y. D-myo-inositol-3-phosphate affects phosphatidylinositol-mediated endomembrane function in *Arabidopsis* and is essential for auxin-regulated embryogenesis // *Plant Cell* 23(4): 2011. -P. 1352-72.

References

- 1 Kemble A.R., Mac Pherson H.T. Liberation of amino acids in perennial ray grass during wilting // *Biochem. J.* 1954. – №58. – P. 46-59.
- 2 Csonka, L.N. Proline over-production results in enhanced osmotolerance in *Salmonella typhimurium* // *Mol.Gen.Genet.* 1981. – P. 182:82-86
- 3 Nikolaeva M.K., Maevskaya S.N. Impact of drought on carbohydrates and proline in wheat plants. Abstracts of the Scientific Conference with international participation «Innovative directions of modern physiology plants». Moscow, «MGU», 2013. -P. 309.
- 4 Kovalenko V.I, Dudenko V.P. Rice culture in Kazakhstan. Alma-ata, «Kainar», 1974. – P.19.
- 5 Esimbekova. M.B. Development of saline soils texture under rice crop // *Mater. Intern. scientific and prac. Conf. «Research and innovation bases Rice Development in Kazakhstan and abroad»* . Kyzylorda, «Ақмешіт Баспа Уйы», 2012. – P. 224
- 6 Hare P., Cress W. Metabolic implications of stress induced proline accumulation in plants // *Plant Growth Regul.* 1997. – №21. – P. 79-102.
- 7 Bates L.S., Waldern R.P., Teare I.D. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies // *Plant Siol.* 1973. – P.205-207
- 8 Klyshev L.K. Biochemical and molecular aspects of the study of salt tolerance // *Problems of salt tolerance.* 1989.
- 9 Slama I., Ghnaya K., Hessini D., Messedi A. Savoure., Abdelly C. Comparative study of mannitol and PEG osmotic stress effects on growth, proline and soluble sugars accumulation in *Sesuvium portulacastrum* // *Environ. Exp. Bot.* 2007. № 61.- P.10 – 17.

- 10 Kafi M., Stewart V.S., Borland A.M. The content of carbohydrates and proline in the leaves, roots and apex wheat resistant and sensitive to salinity // *Plant Physiology*. 2003. - №2. - P. 50.
- 11 Koca M., Bor M., Ozdemir F., Turkan I. The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars // *Environ Exp. Bot.* 2007. 60. – P. 344-351.
- 12 Delauney A.J. Verma DPS. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants // *Plant J.* 1993. N4. – P.215-223.
- 13 Chen Z., Cuin TA, Zhou M, Twomey A, Naidu BP, Shabala S. Compatible solute accumulation and stress-mitigating effects in barley genotypes contrasting in their salt tolerance // *Journal of Experimental Botany*. 2007, 58:-P. 4245-4255.
- 14 Liu J, Zhu J-K. Proline accumulation and salt-stress-induced gene expression in a salt-hypersensitive mutant of *Arabidopsis*. *Plant Physiol* 1997, 114: -P. 591–596.
- 15 Xin Z. & Browse J. *Eskimo1* mutants of *Arabidopsis* are constitutively freezing-tolerant // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1998, USA 95. - P.7799 7804.
- 16 Aghaee, A., Moradi, F., Zare-Maivan, H., Zarinkamar, F., Irandoost, H.P. and Sharifi, P. Physiological responses of two rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to chilling stress at seedling stage // *African J. Biotechnol.*, 10, 2011. -P.7617-7621.
- 17 Choudhary, R. S., Singh, S., Nehra, R., Dhiraj Singh. Effect of replacement of maize by graded levels of pearl millet (*Pennisetum typhoides*) on broiler performance // *Indian J. Anim. Sci.*, 2005. – 75 (9): -P. 1092-1093.
- 18 Luo, S.D., Shi, G.W., Baker, B.S. Direct targets of the *D. melanogaster* DSXF protein and the evolution of sexual development // *Development* 138(13), 2011. –P. 2761-2771.
- 19 Luo Y. D-myo-inositol-3-phosphate affects phosphatidylinositol-mediated endomembrane function in *Arabidopsis* and is essential for auxin-regulated embryogenesis // *Plant Cell* 23(4): 2011. -P. 1352-72.