

Х.Ә. Беркімбаи^{1,2*}, Б.Н. Усенбеков², А.К. Амирова³¹Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан²Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы, Қазақстан³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*Байланыс үшін автор: b.horlan@bk.ru

Перикарпы боялған күріш генотиптеріне амилоза мөлшері бойынша скрининг

Аңдатпа. Күріш ежелгі ауылшаруашылық дақылдардың қатарына жатады. Крахмал мен белок дәннің негізгі компоненттері болып табылады. Сонымен қатар, майлар, минералдар мен витаминдер кездеседі. Әр елде күріш сапасы бойынша талаптар әртүрлі. Мысалы, Филиппин аралдарында, Бангладеште және Индияда пісіргенде езілмейтін амилозасы жоғары күріштерді жақсы көреді. Ал Жапонияда, Египетте және Кореяда төмен амилозалы сорттарды артық көреді. Қытайда, Мьянмада, Непалда және Малайзияда барлық сорттарды пайдаланады.

Крахмал күріштің тағамдық және аспаздық қасиетіне әсер ететін ең басты фактор болып табылады. Астық тұқымдастардағы крахмал эндоспермнің крахмалында түйіршікке полимерленген С6-қанттан тұрады. Полимерленудің екі түрі белгілі: өзара гликозидті байланыспен байланысқан қанттың түзу тізбегінен тұратын амилоза және тармақталған тізбегінен тұратын амилопектин.

Дәннің жарық-оптикалық қасиеттері де крахмалдың полимерлену түріне байланысты. Құрамында 20-30% амилоза бар дәндерде эндосперм – мөлдір, ал балауыз крахмалдары бар дәндерде – бұлыңғыр болады. Құрамы бойынша крахмал дәндері глютинозды және глютинозсыз болып бөлінеді. Алайда бұдан да басқа аралық түрлер кездеседі.

Амилоза гликозилтрансфераза ферментімен синтезделеді және дәннің қор крахмалының 30% құрайды, ал қалған бөлігі амилопектиннен тұрады. Глютинозды күріштің крахмалы тек амилопектиннен тұрады.

Амилозаның мөлшері маңызды көрсеткіштердің бірі және дәнді бағалауда жақсы индикатор болып табылады. Күріш жармасының аспаздық қасиеті амилозаның мөлшеріне байланысты (нісу және суды сіңіру коэффициенті, ботқаның қоюлығы және дәмі). Елімізде осы уақытқа дейін перикарпы боялған күріш генотиптеріне амилозаның сандық мөлшері бойынша мақсатты зерттеу жұмыстары жүргізілмеген. Сондықтан перикарпы боялған күріш генотиптері мен олардың ата-аналық түрлеріне биохимиялық скрининг жүргізу қолға алынды.

Мақалада перикарпы боялған күріштің F6-F7 ұрпақтарының гибридтеріне амилоза мөлшері бойынша биохимиялық талдаудың нәтижесі көрсетілген. Зерттеу нәтижесінде зерттеліп отырған үлгілердің ішінде жоғары амилозалы сорттар жоқтығы анықталды және амилоза мөлшері 0-ден 24,5% дейін ауытқыды. Зерттеліп отырған генотиптер 4 топқа жіктелді.

Түйін сөздер: перикарпы боялған күріш, қара күріш, қызыл күріш, амилоза, крахмал, амилопектин, гибридтер.

DOI: 10.32523/2616-7034-2022-138-1-38-46

Кіріспе

Крахмал гликозидті байланыспен көп мөлшердегі глюкоза қалдықтарынан тұратын күріш дәнінің полисахариді болып табылады. Күріштің крахмалы полисахаридтің екі фракциясынан тұрады – амилоза және амилопектин [1].

Эндоспермді микроскоппен қарағанда амилозалы және глютинозды күріш арасында ешқандай айырмашылық байқалмайды. Екі жағдайда да жасушалары крахмалды дәнмен толыққан [2]. Амилоза глюкоза қалдығы 1-ші және 4-ші көміртек атомдарымен байланысқан глюкоза қалдықтарынан тұратын бір тізбекті полимер. Амилопектин глюкоза молекулалары 1-ші және 4-ші, ал тармақталу нүктесінде 1-ші және 6-шы көміртек атомдарымен байланысқан

қысқа тізбекті тармақталған құрылымнан тұрады. Мөлдір әктелген күріште амилоза мөлшері құрғақ массаның 7-ден 33% дейін немесе құрамындағы крахмалдың 8-ден 37% құрайды [3].

Жалпы крахмалдағы амилоза мөлшері күріштен жасалған тағамның қасиетін анықтайтын бастапқы фактор болып табылады. Глютинозды күріште амилоза мөлшері нөлге тең болады және ризотто, паэлья тағамдарын, сонымен қатар балаларға және диеталық тағамдар жасауға арналған арнайы өнім болып табылады. Амилозасы төмен сорттар (15-20%) жұмсақ және жабысқақ болып келеді және бұл сортқа *japonica* түрінің барлық сорттары жатады [4]. Әсіресе суши және орамалар т.б. жасағанда пайдаланылады [5]. Амилоза мөлшері орташа сорттар (20-25%) жұмсақ және жабысқақ емес құрылымымен белгілі, көптеген тұтынушылар пайдаланатын палау және ботқа жасау үшін қолданылады [6]. Амилоза мөлшері жоғары сорттар (>24%) күріштің *indica* түріне тән, негізінен палау, гарнир сияқты басқа да тағамдар үшін пайдаланылады. Күріштің сапасына қарай оларды суытып және қайтадан жылытса да қатты және құрғақ күйінде қалатындықтан аспаздық пен мейрамханаларда пайдалану тиімді. Атап айтқанда, барлық тұтынушылардың сұранысын қанағаттандыру үшін тағамдық қасиеті әртүрлі күріш қажет. Белгілі бір сорттағы амилоза мөлшері экологиялық жағдайға байланысты 6% дейін ауытқитыны белгілі [7]. Климаттық жағдайға байланысты күріш сорттарында амилоза мөлшері өзгергендігі анықталды [8]. Дәннің түзілуі кезеңіндегі салқын ауа райы амилоза мөлшерінің жоғарылауына себеп болады және керісінше бұл кезеңдегі жоғары температура амилоза мөлшерін төмендетеді [9].

Крахмал өсімдікте түйіршік түрінде жинақталады және өсімдік түріне байланысты мөлшері мен пішіні әртүрлі болады. Диаметрі 1 мкм-ден 100 мкм-ге дейін ауытқыса, пішіні бұрышты, сопақша, дөңгелек, шар тәрізді немесе дұрыс емес пішінді болып келеді [10]. Күріштегі крахмалдың жеке түйіршіктері дәнді дақылдардың ішіндегі ең кішісі болып табылады және диаметрі 3-8 мкм құрайды; олардың пішіні бұрышты болады және күрделі түйіршік түрінде біріктірілген. Күріш крахмалының түйіршіктерінің диаметрі 150 мкм-ге дейін жетеді, көп қырлы пішінге ие және бірнеше жеке түйіршіктерден (20-60) құралады [11].

Амилоза ыстық суда гидратталған мицелла түзіп, уақыт өте келе тұнбаға түсіп қиын еритін гель түзеді. Амилопектин ыстық суда ісініп, тұрақты тұтқыр коллоидты ерітіндіге айналады (клейстер). Ол крахмал ерітіндісіндегі амилозаның тұнбаға түспеуінің алдын алады [2].

Амилозаның синтезін көптеген гендер, атап айтқанда, *wx* локусы бақылайды (балауыздылық). *Wx* бойынша гомозиготты түрлердің (амилозалы күріш) эндоспермінде 15-30% жуық амилоза және 85-70% амилопектин болады. Күріштегі амилозаның сандық мөлшерін Wx^a Wx^b аллелдері реттейді [1].

Зерттеу нысандары мен әдістері

Зерттеу Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының «Өсімдіктер физиологиясы және биохимиясы» зертханасында жүзеге асырылды.

Зерттеу нысаны ретінде ақ күріштің және перикарпы боялған күріштің генотиптері пайдаланылды: қара – «Мавр», «Қара күріш»; қызыл – «Үйі 5815» және ақ күріш сорттары: Янтарь, Маржан, УзРОС 7-13, Кубань 3, Бақанас, ПакЛи, Курчанка, Виола, сонымен қатар осылардың қатысуымен түзілген гибриді линиялар:

а) қызыл дәнді: (F₆ Үйі 5815/Бақанас (*var.sundensis* Koern); F₆ Үйі 5815/ Бақанас (*var.pyrocarpa* Alef); F₆ Үйі 5815/Пак-Ли (*var.sundensis* Koern); F₆ Үйі 5815/Пак-Ли (*var.subpyrocarpa* Gust); F₆ Үйі 5815/Пак Ли (*var.pyrocarpa* Alef); ДГ F₂ Үйі 5815/Маржан (*var.pyrocarpa* Alef).

б) антоцианды бояуы бар: F₇ Мавр/Курчанка (*var.pyrocarpa* Alef); F₇ Мавр/Курчанка (*var.sundensis* Koern); F₇ Қара күріш/Бақанас (*var.pseudovialonica* Vasc); F₇ Қара күріш/Бақанас (*var.Desvauxii* Koern); F₇ Қара күріш/Бақанас (*var.Eediana* Koern); F₇ Қара күріш/Бақанас (*var.para-Gastrol* Port); ДГ F₂ Қара күріш/Бақанас; F₇ Қара күріш/Виола (*var.Desvauxii* Koern); F₆ Қара күріш/Маржан; F₆ Қара күріш/Янтарь ант.окр.; F₆ Қара күріш/Янтарь (*var.pseudovialonica* Vasc); F₆

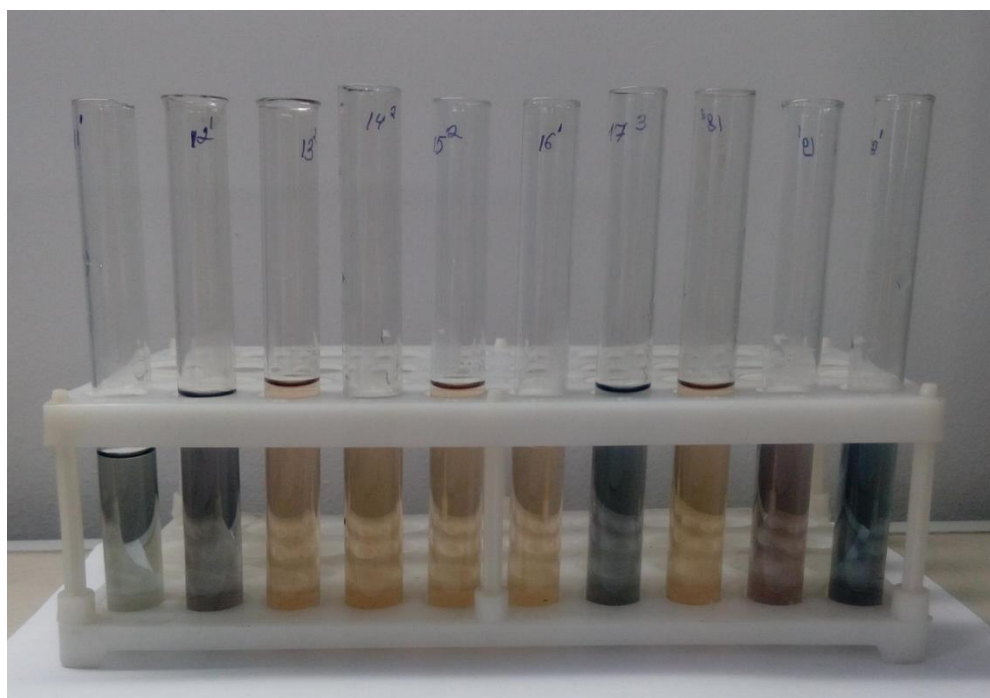
Қара күріш/Янтарь (*var.nigrispina* Port); F₆ Қара күріш/Янтарь (*var.Desvauxii* Koern).

Күріш дәніндегі амилозаның сандық мөлшерін анықтау үшін Джулиано әдісі қолданылды [Juliano В.О. 1971]. Зерттелетін күріш дәні фарфор келіде ақ ұнтақ болғанша ұнтақталды. 100 мг ұнтақталған күріш үлгісіне 1 мл 96% этанол (C₂H₅OH) және 9 мл 1н NaOH қосылды. Араластырылып, су моншасына қойылды (100°C, 10 минут). Суытылған үлгілер дистилденген сумен 100 мл-ге дейін жеткізіліп, араластырылды. Сол колбалардан 5 мл үлгі алынып оған 1 мл 1н сірке қышқылы және 2 мл йод реагенті қосылды. Араластыра отырып, 100 мл-ге дейін дистилденген сумен жеткізілді. 20 минуттан соң амилоза мөлшері спектрофотометр (GENESYS 10 uv, ThermoSpectronic, USA) арқылы $\lambda=620$ нм толқын ұзындығында өлшенді.

Нәтижелер

Дақылданған күріш үлгілерінің ішінде амилоза мөлшері бойынша 1-ден 35% дейінгі ауытқулар кездеседі. Қазіргі таңда крахмал-йодты тест пен түсті коллориметрлік сіңіру негізінде күріштің құрамындағы амилоза мөлшеріне байланысты бірнеше топқа бөледі: жоғары амилозалы – 25-32%, орташа амиозалы – 20-25%, төмен амилозалы – 12-20%, балауызды – 1-2% және глютинозды – 0% [12].

Егер йодпен бояса амилозалы дәндер көк түске, ал глютинозды дәндер ашық қызыл, шарапты-қызыл немесе қою қоңыр түске боялады (сурет 1).



Сурет 1. Йодты реагент әсерінен қоспа түсінің өзгеруі

Зерттелініп отырған үлгілерді талдау нәтижесінде жоғары амилозалы сорттар жоқ екендігін және амилоза мөлшері 0-ден 24,5% дейін ауытқығанын байқауға болады (кесте 1).

Күріш үлгілерін амилоза мөлшері бойынша жіктеу

Генотиптер	Амилоза мөлшері, %	Жіктелуі
1	2	3
F ₆ Yir 5815/ Бақанас <i>var.sundensis</i> Koern	23,7	орташа амилозалы
F ₆ Yir 5815/ Бақанас <i>var.pyrocarpa</i> Alef	22,1	орташа амилозалы
F ₆ Yir 5815/Пак-Ли <i>var.sundensis</i> Koern	15,8	төмен амилозалы
F ₆ Yir 5815/Пак-Ли <i>var.subpyrocarpa</i> Gust	13,9	төмен амилозалы
F ₆ Yir 5815/ Пак Ли <i>var.pyrocarpa</i> Alef	16	төмен амилозалы
F ₆ Қара күріш/Янтарь антоциановой окраской	10,2	төмен амилозалы
F ₆ Қара күріш/Янтарь <i>var.pseudovialonica</i> Vasc	0,9	глютинозды
F ₆ Қара күріш/Янтарь <i>var.nigrispina</i> Port	19,6	төмен амилозалы
F ₆ Қара күріш/Янтарь <i>var.Desvauxii</i> Koern	19,9	төмен амилозалы
F ₆ Қара күріш/Маржан	22,5	орташа амилозалы
F ₇ Мавр/Курчанка <i>var.pyrocarpa</i> Alef	13,3	төмен амилозалы
F ₇ Мавр/Бақанас <i>var.Desvauxii</i> Koern	18,8	төмен амилозалы
F ₇ Қара күріш/Бақанас <i>var.para-Gastrol</i> Port	1,1	балауызды
F ₇ Қара күріш/Бақанас <i>var.pseudovialonica</i> Vasc	0,0	глютинозды
F ₇ Қара күріш/Бақанас <i>var.Desvauxii</i> Koern	0,1	глютинозды
F ₇ Қара күріш/Бақанас <i>var.Eediana</i> Koern	0,2	глютинозды
ДГ F ₂ Yir 5815/Маржан <i>var.pyrocarpa</i> Alef	20,5	орташа амилозалы
ДГ F ₂ Қара күріш/Бақанас	0,4	глютинозды
Yir 5815	14,6	төмен амилозалы
Бақанас	24,5	орташа амилозалы
Қара күріш	1,4	балауызды
Пак Ли	11,1	төмен амилозалы
Янтарь	15,4	төмен амилозалы
Маржан	24,1	орташа амилозалы
Мавр	15,6	төмен амилозалы
Курчанка	18,6	төмен амилозалы

Талқылау

Алынған мәліметтер бойынша күріштің барлық генотиптері 4 топқа жіктелді: F₆ Қара күріш/Янтарь *var.pseudovialonica* Vasc, F₇ Қара күріш/Бақанас *var.pseudovialonica* Vasc, F₇ Қара күріш/Бақанас *var.Desvauxii* Koern, F₇ Қара күріш/Бақанас *var.Eediana* Koern гибридтері мен ДГ F₂ Қара күріш/Бақанас дигиплоидында амилоза мөлшері 0-ден 0,9% дейін ауытқып глютинозды топқа жатқызылды.

Балауызды топқа F₇ Қара күріш/Бақанас *var.para-Gastrol* Port гибриді мен Қара күріш сорты жатады және амилоза мөлшері сәйкесінше 1,1 және 1,4% тең.

F₆ Yir 5815/Пак-Ли *var.sundensis* Koern, F₆ Yir 5815/Пак-Ли *var.subpyrocarpa* Gust, F₆ Yir

5815/Пак Ли *var.pyrocarpa Alef*, F₆ Қара күріш/Янтарь ант.окр., F₆ Қара күріш/Янтарь *var.nigrispina Port*, F₆ Қара күріш/Янтарь *var.Desvauxii Koern*, F₇ Мавр/Курчанка *var.pyrocarpa Alef*, F₇ Мавр/Бақанас *var.Desvauxii Koern* гибридтері мен Үір 5815, Пак Ли, Янтарь, Мавр, Курчанка сорттары төмен амилозалы топқа жатады және амилоза мөлшері 10,2-19,9% ауытқиды.

Орташа амилозалы топқа F₆ Үір 5815/Бақанас *var.sundensis Koern*, F₆ Үір 5815/ Бақанас *var.pyrocarpa Alef*, F₆ Қара күріш/Маржан гибридтері (22,1-23,7%) және ДГ F₂ Үір 5815/Маржан *var.pyrocarpa Alef* дигаплоиды мен Бақанас және Маржан сорттары жатады (20,5, 24,5 және 24,1 сәйкесінше).

Осылайша, болашақтағы селекциялық жұмыстарға пайдаланылу үшін биохимиялық параметрі бойынша бағалау жүргізу нәтижесінде әр түр мен әртүрлі ұрпақтардың перспективті гибридтері бөлініп алынды және сипатталды.

Қорытынды

Перикарпы боялған күріштің F₆-F₇ ұрпақтарының гибридтеріне амилоза мөлшеріне биохимиялық талдау жүргізілді. Нәтижесінде, зерттелініп отырған 26 күріш үлгілерінде (соңғы ұрпақтың 18 гибриді және 8 ата-аналық түр) жоғары амилозалы генотиптер жоқтығы және амилоза мөлшері 0-ден 24,5% дейін ауытқитындығы анықталды. Мақалада генотиптер амилоза мөлшері бойынша 4 топқа жіктелінді: глютинозды (амилоза мөлшері 0-0,9%) – 5 үлгі; балауызды (1,1-1,4 %) – 2 үлгі; төмен амилозалы (10,2-19,9%) – 13 үлгі; орташа амилозалы (20,5-24,5%) – 6 үлгі.

Алғыс. Беркімбаев Х., Усенбеков Б., Амирова К. зерттеу жұмысын жобалады және қолжазбаны ойластырды. Беркімбаев Х. зертханалық жағдайда деректерді қалыптастырды. Беркімбаев Х., Усенбеков Б. фенотиптік деректерді қалыптастырды. Беркімбаев Х., Амирова К. деректерді өңдеп, қолжазбаны жазды. Барлық авторлар қолжазбаны қарап шықты.

Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының «Өсімдіктер физиологиясы және биохимиясы» зертханасының қызметкерлеріне осы мақалаға қосқан үлестері үшін алғыс білдіреміз.

Мақала ГҚ5/АР 05132714 «Перикарпы боялған отандық күріш сорттарын шығарудың физиологиялық-биохимиялық және молекулалық-генетикалық негіздері» жобасы аясында жүзеге асырылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Гончарова Ю.К. Влияние стрессовых факторов на содержание амилозы в образцах риса отечественной селекции // Вестник РАСХН. – 2013. – №5. – С.45-48.
2. Лоточникова Т.Н., Остапенко Н.В., Лоточников С.В. Стабильность и качество новых сортов селекции ВНИИ риса Соната и Ласточка: Матер. междунар. научно-практ. конф. «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья». – Кызылорда, 2012. – С. 97-101.
3. Гончарова Ю.К. О взаимосвязи между эффективностью работы фотосинтетического аппарата, адаптивностью и стабильностью урожайности у различных сортов риса // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – №5. – С. 92-97.
4. Zhu C.L., Shen W.B., Zhai H.Q., Wan J.M. Progresses in researches of the application of low-amylose content rice gene for breeding // Agricultural Sciences in China. – 2004. – Vol. 3(2). – P. 81-88.
5. Wang C., Zhang Y., Zhu Z., Chen T., Zhao L., Lin J, Zhou L. Development of a New japonica Rice Variety Nan-jing 46 with Good Eating Quality by Marker Assisted Selection //Rice Genomics and Genetics. – 2010. – Vol. 1(3). – P.15-17.
6. Jin L., Lu Y., Shao Y., Zhang G., Xiao P., Shen S., Corke H., Bao J. Molecular marker assisted

selection for improvement of the eating, cooking and sensory quality of rice (*Oryza sativa* L.) // Journal of Cereal Science. – 2010. – Vol. 51(1). – P.159-164.

7. Juliano B.O., Pascual C.G. Quality Characteristics of Milled Rice Grown in Different Countries // In IRRI Research Paper Series, 48th International Rice Research Institute. – Los Baños, Philippines, 1980. – P.25.

8. Сартбаева И.А., Усенбеков Б.Н., Мамонов Л.К., Зеленский Г.Л., Булатова К.М. Скрининг сортообразцов риса российской и казахстанской селекции на содержание амилозы // Зерновое хозяйство России. Теоретический и научно-практический журнал. – 2013. – №6 (30). – С.12-16.

9. Chun A., Lee H.J., Hamaker B.R., Janaswamy S. Effects of ripening temperature on starch structure and gelatinization, pasting, and cooking properties in rice (*Oryza sativa*) // J. Agric. Food Chem. – 2015. – Vol. 63(12). – P.3085-93.

10. Lindeboom N., Chang P.R., Tyler R.T. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: a review // Starch/Starke. – 2004. – Vol. 56. – P.89-99.

11. Fitzgerald M. Rice: Chemistry and Technology. [Electronic resource]. – URL: https://www.cerealsgrains.org/publications/onlinebooks/grainscience/Rice_2004 (Accessed: 25.09.2020).

12. Zhou Li-jie, Sheng Wen-tao, Wu Jun, Zhang Chang-quan, Liu Qiao-quan, Deng Qi-yun. Differential expressions among five *Waxy* alleles and their effects on the eating and cooking qualities in specialty rice cultivars // Journal of Integrative Agriculture. – 2015. – V.14. – P.1153-1162.

Х.А. Беркімбай^{1,2}, Б.Н. Усенбеков², А.К. Амирова³

¹Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

²Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы, Казахстан

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Скрининг генотипов риса с окрашенным перикарпом на содержание амилозы

Аннотация. Рис относится к числу древнейших сельскохозяйственных культур. Крахмал и белок относятся к основным компонентам зерна. Помимо этого в нем присутствуют витамины, минералы и жиры. В разных странах критерии на высококачественный рис неодинаковы. Так, на Филиппинах, в Бангладеше и Индии предпочитают рис с высоким содержанием амилозы. А в Японии, Египте и Корее предпочитают низкоамилозные сорта. В Китае, Мьянме, Непале и в Малайзии пользуются всеми сортами.

Крахмал является основным фактором, влияющим на кулинарные и пищевые качества риса. В зернах злаковых крахмал состоит из С₆-сахара, который полимеризован в гранулы крахмала эндосперма. Различают два типа полимеризации: амилозу с прямыми цепями и амилопектин с разветвленными цепями молекул сахара, которые связаны гликозидными связями.

Светооптические свойства зерновки зависят от вида полимеризации крахмала. У зерновок, которые содержат 20-30% амилозы, эндосперм прозрачный, а с восковидными крахмалами – мутный. По составу крахмала зерна делятся на глютинозные и неглютинозные. Однако существует множество промежуточных форм.

Амилоза синтезируется ферментами гликозилтрансферазами и составляет до 30% запасного крахмала зерновки; остальная его часть состоит из амилопектина. Крахмал глютинозного риса представлен только из амилопектина.

Одним из важных показателей и хорошим индикатором оценки качества зерна является содержание амилозы. От содержания амилозы зависят кулинарные достоинства крупы риса (коэффициент водопоглощения и привара, вкус и консистенция каши). В Казахстане до настоящего времени не проводились целенаправленные исследования по определению количественного содержания амилозы у генотипов риса с окрашенным перикарпом. Поэтому

нами предпринят биохимический скрининг на содержание амилозы у генотипов риса с окрашенным перикарпом и их родительских форм.

В данной статье приведены результаты биохимического анализа гибридов F₆-F₇ поколений с окрашенным перикарпом на содержание амилозы. В результате исследования выявлено, что среди изученных образцов риса отсутствуют высокоамилозные генотипы, и содержание амилозы колеблется от 0 до 24,5%. По содержанию амилозы исследуемые генотипы риса были классифицированы на 4 группы.

Ключевые слова: рис с окрашенным перикарпом, черный рис, красный рис, амилоза, крахмал, амилопектин, гибриды.

Kh.A. Berkimbay^{1,2}, B.N. Ussenbekov², A.K. Amirova³

¹*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

²*Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan*

³*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Screening of genotypes of rice with colored pericarp for amylose content

Abstract. Rice is one of the oldest crops. Starch and protein are among the main components of grains. In addition, it contains vitamins, minerals and fats. The criteria for high quality rice vary from country to country. For example, in the Philippines, Bangladesh and India, a preference is given to rice with a high amylose content. In Japan, Egypt and Korea, a preference is given to low-amylose varieties. All varieties are used in China, Myanmar, Nepal and Malaysia.

Starch is a major contributor to the culinary and nutritional quality of rice. In cereal grains, starch consists of C₆ sugar, which is polymerized into endosperm starch granules. There are two types of polymerization: straight-chain amylose and amylopectin with branched-chain sugar molecules that are linked by glycosidic bonds.

The light-optical properties of the caryopsis depend on the type of starch polymerization. In caryopses that contain 20-30% amylose, the endosperm is transparent, and with waxy starches, it is cloudy. According to the composition of starch, grains are divided into glutinous and non-glutinous. However, there are many intermediate forms.

One of the important indicators and a good indicator for assessing the quality of grain is the content of amylose. The culinary advantages of rice cereals (coefficient of water absorption and weld, taste and consistency of porridge) depend on the content of amylose. In Kazakhstan, targeted studies have not been carried out to determine the quantitative content of amylose in rice genotypes with a colored pericarp. Therefore, the authors undertook biochemical screening for amylose content in rice genotypes with a stained pericarp and their parental forms.

The article presents results of biochemical analysis of generations F₆-F₇ hybrids with stained pericarp for amylose content. As a result of the study, it was revealed that among the studied rice samples there are no high amylose genotypes, and the amylose content ranges from 0 to 24.5%. In terms of amylose content, the studied rice genotypes were classified into 4 groups.

Keywords: rice with colored pericarp, black rice, red rice, amylose, starch, amylopectin, hybrids.

References

1. Goncharova YU.K. Vliyaniye stressovykh faktorov na soderzhanie amilozy v obrazcah risa otechestvennoj selektsii, Vestnik RASKHN [Influence of stress factors on the content of amylose in rice samples of domestic breeding, Bulletin RASKHN], 5, 45-48 (2013). [in Russian]
2. Lotochnikova T.N., Ostapenko N.V., Lotochnikov S.V. Stabil'nost' i kachestvo novykh sortov selektsii VNII risa Sonata i Lastochka: Mater. mezhdunar. nauchno-prak. konf. «Nauchno-innovacionnye

osnovy razvitiya risovodstva v Kazahstane i stranah zarubezh'ya» [Stability and quality of new varieties of the All-Russian Research Institute of Rice, Sonata and Swallow: Mater. int. scientific and practical conf. "Scientific and innovative foundations for the development of rice growing in Kazakhstan and foreign countries"]. Kyzylorda, 2012. S. 97-101. [in Russian]

3. Goncharova YU.K. O vzaimosvyazi mezhdru effektivnost'yu raboty fotosinteticheskogo apparata, adaptivnost'yu i stabil'nost'yu urozhajnosti u razlichnyh sortov risa, Sel'skohozyajstvennaya biologiya [On the relationship between the efficiency of the photosynthetic apparatus, adaptability and stability of yield in different varieties of rice, Agricultural biology], 5, 92-97 (2006). [in Russian]

4. Zhu C.L., Shen W.B., Zhai H.Q., Wan J.M. Progresses in researches of the application of low-amylose content rice gene for breeding, Agricultural Sciences in China, 3(2), 81-88 (2004).

5. Wang C., Zhang Y., Zhu Z., Chen T., Zhao L., Lin J, Zhou L. Development of a New japonica Rice Variety Nan-jing 46 with Good Eating Quality by Marker Assisted Selection, Rice Genomics and Genetics, 1(3), 15-17 (2010).

6. Jin L., Lu Y., Shao Y., Zhang G., Xiao P., Shen S., Corke H., Bao J. Molecular marker assisted selection for improvement of the eating, cooking and sensory quality of rice (*Oryza sativa* L.), Journal of Cereal Science, 51(1), 159-164 (2010).

7. Juliano B.O., Pascual C.G. Quality Characteristics of Milled Rice Grown in Different Countries. In IRRI Research Paper Series, 48th International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines, 25, (1980).

8. Sartbaeva I.A., Usenbekov B.N., Mamonov L.K., Zelenskij G.L., Bulatova K.M. Skrining sortoobrazcov risa rossijskoj i kazahstanskoj selekcii na sodержanie amilozy, Zernovoe hozyajstvo Rossii, Teoreticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal [Screening of varieties of rice of Russian and Kazakhstani selection for amylose content, Grain economy of Russia, Theoretical and scientific-practical journal], 6(30), 12-16 (2013). [in Russian]

9. Chun A., Lee H.J., Hamaker B.R., Janaswamy S. Effects of ripening temperature on starch structure and gelatinization, pasting, and cooking properties in rice (*Oryza sativa*), J. Agric. Food Chem., 63(12), 3085-93 (2015).

10. Lindeboom N., Chang P.R., Tyler R.T. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: a review, Starch/Starke, 56, 89-99 (2004).

11. Fitzgerald M. Rice: Chemistry and Technology. [Electronic resource]. Available at: https://www.cerealsgrains.org/publications/onlinebooks/grainscience/Rice_2004 (Accessed: 25.09.2020).

12. Zhou Li-jie, Sheng Wen-tao, Wu Jun, Zhang Chang-quan, Liu Qiao-quan, Deng Qi-yun. Differential expressions among five *Waxy* alleles and their effects on the eating and cooking qualities in specialty rice cultivars, Journal of Integrative Agriculture, 14, 1153-1162 (2015).

Авторлар туралы мәліметтер:

Беркімбай Х.Ә. – Қазақ ұлттық аграрлық университеті «Агрономия» мамандығының 3 курс докторанты, кіші ғылыми қызметкер, Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Тимирязев к-сі 45, Алматы, Қазақстан.

Усенбеков Б.Н. – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Өсімдіктер физиологиясы және биохимиясы» зертханасының меңгерушісі, Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Тимирязев к-сі 45, Алматы, Қазақстан.

Амирова А.К. – биология ғылымдарының кандидаты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің молекулалық биология және генетика кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, әл-Фараби даңғылы 71, Алматы, Қазақстан.

Berkimbay Kh.A. – The 3rd year Ph.D. student in Agronomy, Kazakh National Agrarian Research University, Junior Researcher, Institute of Plant Biology and Biotechnology, 45 Timiryazev str., Almaty, Kazakhstan.

Ussenbekov B.N. – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Institute of Plant Biology and Biotechnology, 45 Timiryazev str., Almaty, Kazakhstan.

Amirova A.K. – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Department of Molecular Biology and Genetics, Al-Farabi Kazakh National University, Al-Farabi Kazakh National University, 71 Al-Farabi ave., Almaty, Kazakhstan.