

СКРИНИНГ НА СОДЕРЖАНИЕ АМИЛОЗЫ В ЗЕРНЕ ПРОСА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ КОЛЛЕКЦИИ

Дюсибаева Э.Н., Сейтхожаев А.И.,
Рысбекова А.Б.

Аннотация

Просо посевное (*Panicum miliaceum* L.) является одной из основных крупяных культур в Республике Казахстан. Основную часть зерна проса составляет крахмал, который в свою очередь состоит из амилозы и амилопектина. Амилоза считается одним из важных показателей качества зерна проса. В данной статье приведены данные по скринингу на содержание амилозы в зерне проса отечественной и зарубежной коллекции. Результаты скрининга по содержанию амилозы у исследуемых 40 образцов позволили условно классифицировать сортообразцы на четыре основные группы: низкое (<15%); среднее (16-22%); высокое (23-29%); очень высокое (30-35%). Показано, что из всех исследуемых образцов проса 10% относится к низкоамилозным, 17,5% среднеамилозным, 30% высокоамилозным и 42,5% очень высокоамилозным.

Ключевые слова: просо, *Panicum miliaceum* L., коллекция, скрининг, содержание амилозы

Введение.

Казахстан входит в число крупнейших экспортеров зерновых культур, так как сельское хозяйство является важным сектором экономики страны. На севере Казахстана климатические условия благоприятствуют выращиванию зерновых культур. Одним из ценных перспективных зерновых культур является – просо.

Просо посевное (*Panicum miliaceum* L.) широко культивируется как древняя зерновая культура в разных странах мира: Индия, Россия, Украина, Китай, Непал, Западная Бирма,

Шри-Ланка, Пакистан и Юго-Восточная Азия [1, 2, 3].

В республике просо является одной из основных крупяных культур, которая отличается своей высокой засухоустойчивостью, солевыносливостью, слабой реакцией на сроки сева в сухостепной зоне. С освоением целинных земель в Казахстане площади посевов проса достигли 1,7 млн. га. Наибольшие площади посевов этой культуры были отведены в прососеющих областях: Павлодарской, Акмолинской, Актюбинской, Западно-Казахстанской, Костанайской [4].

Из проса получают пшено, которое по вкусовым качествам и пищевым достоинствам занимает одно из первых мест среди других крупяных культур. Семена отличаются повышенным содержанием белка (около 13-17%) и жира (3,5-6,7%), легкой разваримостью и хорошей усвояемостью [5, 6, 7].

В зерне проса содержится 12-13% белка, 81% крахмала, 3,5-4% жира, сахара, минеральные соли; микроэлементы: цинк, йод, бром и хлор. Крахмальное зерно состоит из амилозы и амилопектина. Количественные соотношения амилозы и амилопектина в крахмале различных злаков составляют 1:3 или 1:3,5. Одним из важных показателей и хорошим индикатором оценки качества зерна проса является содержание амилозы. По некоторым данным, содержание амилозы у проса незначительно выше по сравнению с кукурузой (17-27%) и ниже, чем у риса (28%) [8]. Так как аналогичные работы в Казахстане не проводились ранее, целью исследования являлся скрининг на содержание амилозы коллекции проса для дальнейшего использования их в селекции.

(рис.1).

Материалы и методика исследований. Опытные участки для вегетационных исследований были заложены в 2015-2016 гг. на полях ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева (п. Шортанды, Акмолинской области), расположенном в сухостепной зоне Северного Казахстана. Объектами исследования служили 40 сортообразцов проса коллекции ВИР, North Central Regional Plant Introduction (NCRPIS, USDA-ARS-PIRU) и отечественные сорта.

Определение содержания амилозы в зерне. Количественное содержание амилозы в зерне проса определяли колориметрическим методом S. Gurupavithra и др. [9].

Полученные данные обрабатывали с использованием программы Past -“Paleontological data analysis” [10].

Основные результаты исследований. Проведен количественный анализ на содержания амилозы в крахмале у 40 сортообразцов проса посевного. Содержание амилозы в зерне определяли колориметрическим методом при 590 нм длине волны, окрашиванием йодного реагента



Рисунок 1 – Окрашивание сортообразцов проса йодным реагентом

По полученным данным выявлено, что содержание амилозы в зерне проса в зависимости от сорта колебалось от 8,5% до 34,7%. (табл. 1).

Таблица 1 – Классификация образцов проса посевного по содержанию амилозы

Генотипы проса	Содержание амилозы, %	Классификация
Памяти Берсиева	8,5±1,2	низкое
К-2468	9,9±1,7	низкое
К-1685	15,1±3,1	низкое
К-1066	15,2±0,7	низкое
Яркое 6	16,8±1,0	среднее
Кормовое 89	16,9±1,5	среднее
Золотое кормовое	18,6±4,4	среднее
К-2377	18,7±0,7	среднее
Омское 11	18,7±5,6	среднее
К-1142	19,6±5,4	среднее
Саратовское 6 (стандарт)	20,1±4,2	среднее
Павлодарское	22,8±8,4	высокое
Кокчетавское 66	24,3±3,9	высокое
К-148	25,6±1,3	высокое
К-9703	25,7±2,1	высокое
К-9681	26,1±1,1	высокое
К-9910	26,3±1,2	высокое
Веселоподолянское38	26,6±2,1	высокое
К-9530	26,8±2,9	высокое
Кормовое просо	27,3±4,6	высокое
Барнаульское кормовое	27,8±3,7	высокое

Яркое 7	28,6±2,3	высокое
Абаканское кормовое	28,8±2,7	высокое
165-15	29,2±1,4	очень высокое
К-10112	29,6±0,4	очень высокое
К-3742	29,6±1,2	очень высокое
К-8873	29,6±5,8	очень высокое
К-9837	30,9±1,6	очень высокое
К-803	31,7±4,2	очень высокое
CHINA	31,9±0,4	очень высокое
Харьковское 25	31,9±2,7	очень высокое
К-9800	32,5±1,8	очень высокое
К-10299	32,9±2,3	очень высокое
Raoluoga	33,7±0,7	очень высокое
К-9655	33,8±2,3	очень высокое
Яркое 3	34,1±1,4	очень высокое
К-9658	34,2±2,5	очень высокое
К-5786	34,7±0,6	очень высокое
Яркое 5	34,0±1,0	очень высокое
Актюбинское кормовое	35,5±0,6	очень высокое

В результате анализа показано, что среди изученных сортов проса: Омское 11, Павлодарское, Саратовское 6, Яркое 5, Яркое 7 и Памяти Берсиева включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан, содержание амилозы варьировало в пределах от 8,5 до 34,0%. Высоким показателем амилозы выделились образцы из коллекции ВИР: К-9837, К-803, К-9800, К-10299, К-9655, К-9658, К-5786 (30,9%, 31,7%, 32,5%, 32,9%, 33,8%, 34,2% и 34,7% соответственно). Содержание амилозы у данных образцов превышало стандарт на 10,9-14,7%. Необходимо отметить, что в условиях сухостепной зоне Северного Казахстана (Акмолинская

область) у большинства образцов проса содержание амилозы оказалось высоким, по сравнению со стандартным сортом Саратовское 6 (20,1%).

Обсуждение полученных данных и заключение. По литературным данным содержание амилозы в зерне проса посевного колеблется от 17,2% до 32,6% [11]. В исследованиях Beleia и др. содержание амилозы варьировало от 20 до 32% [12, 13, 14], в работах Kim и др. сорта проса характеризовались более низким содержанием амилозы (3,3-11,4%) [15]. Но определенная классификация по содержанию амилозы проса в литературе не встречалась. Исходя из этого, полученные результаты по содержанию амилозы у исследуемых образцов позволили условно

классифицировать сортообразцы на четыре группы: низкое (<15%); (рис.2).

среднее (16-22%); высокое (23-29%); очень высокое (30-35%)

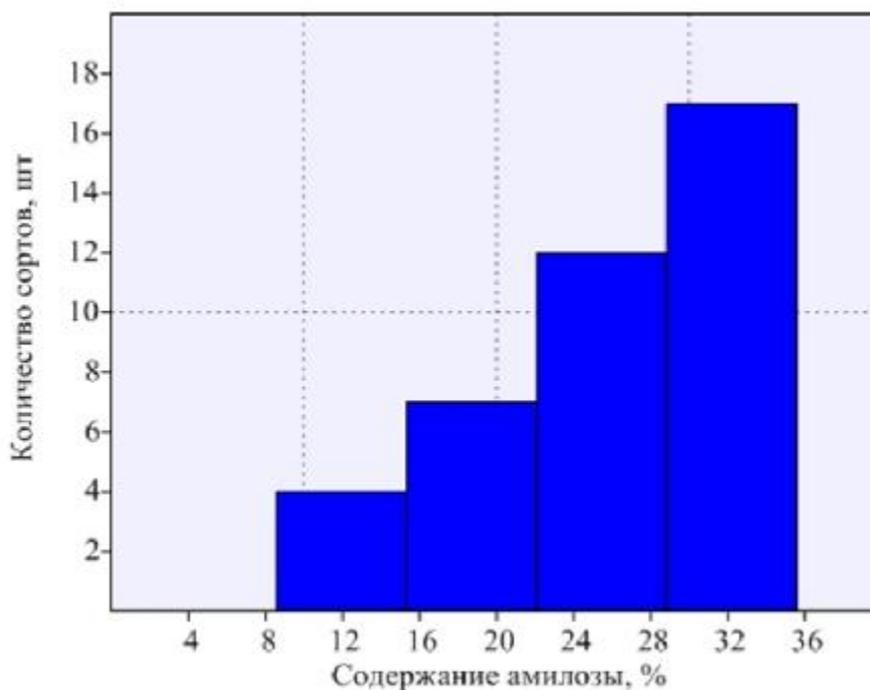
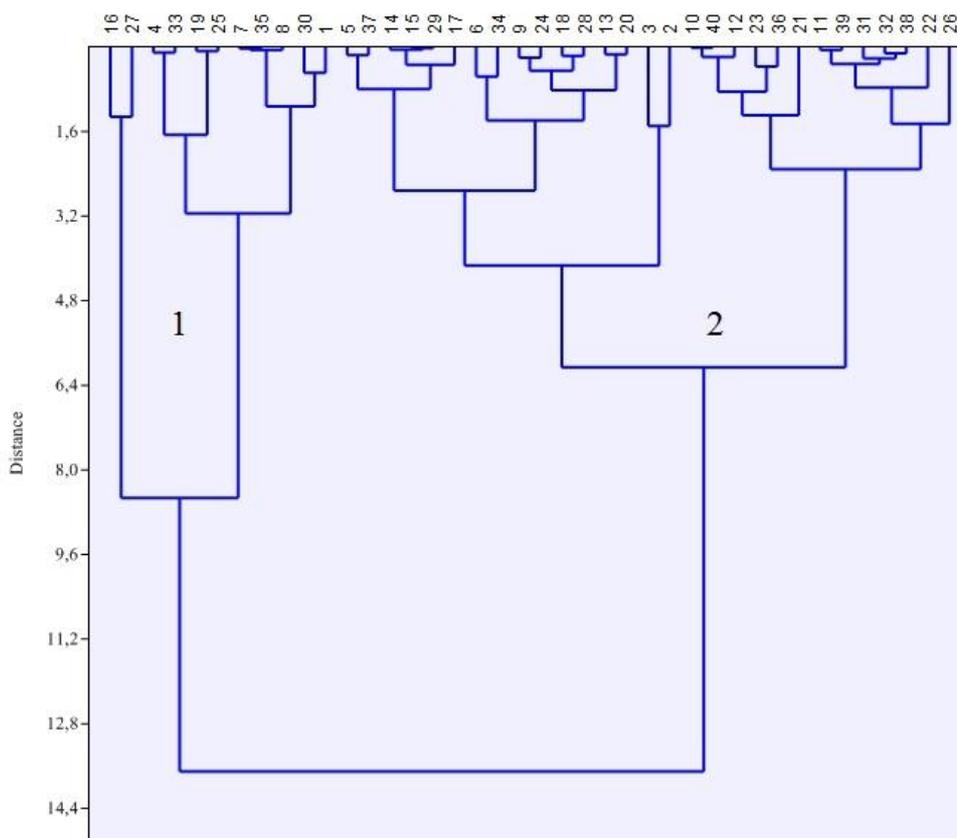


Рисунок 2 – Ранжирование сортообразцов проса по содержанию амилозы

Сортообразцы: Памяти Берсиева, К-2468, К-1685, К-1066I-группы отличались наименьшим показателем по содержанию амилозы 8,5%; 9,9%; 15,1%; 15,2% соответственно. Данные образцы можно включить в селекционный процесс при создании сортов проса с низким содержанием амилозы. Образцы (Яркое 6, Кормовое 89, Золотое кормовое, К-2377, Омское 11, К-1142, Саратовское 6)II-группы характеризовались наиболее средним показателям – 16,8-20,1%. Остальные образцы III и IV группы имели высокий показатель по (рисунок 3).

содержанию амилозы – 22,8-28,8 и 29,2-35,5 соответственно. Установлено, что по содержанию амилозы из 40 сортообразцов только 4 относится к низкоамилозным сортам, 7 генотипов входят во вторую группу и к среднеамилозным сортам, 12 генотипов в высокоамилозную группу, 17 в четвертую группу очень высокоамилозных сортов.

Кластерный анализ полученных данных позволил распределить исследуемые образцы на 2 группы



Обозначение: 1-Саратовское 6; 2-Кокчетавское 66; 3-Павлодарское; 4-Кормовое 89; 5-Абаканское кормовое; 6-Барнаульское кормовое; 7-Омское 11; 8-Золотое кормовое; 9-К-9681; 10-CHINA(Индия);11-Raoluoga; 12-К-803; 13-К-148; 14-К-8873; 15-К-3742; 16-К-2468; 17-Горьковское 48; 18-Веселоподолянское 38; 19-К-1066; 20-К-9703; 1-К-9837; 22-К-5786; 23-К-9800; 24-К-9910; 25-К-1685; 26-Актюбинское кормовое; 27-Памяти Берсиева; 28-К-9530; 29-К-10112; 30-К-1142; 31-К-9658; 32-Яркое 5; 33-Яркое 6; 34-Кормовое просо; 35-К-2377; 36-К-10299; 37-Яркое 7; 38-Яркое 3; 39-К-9655; 40-Харьковское 25.

Рисунок 3 –Кластерный анализ сортообразцов проса по содержанию амилозы в зерне

По рисункам видно, что 1 кластер включает в себя низкоамилозные (8,5-9,9%) и среднеамилозные (15,0-20,1%). 2 кластер сформировал 2 субкластера. В первый субкластер сгруппировались высокоамилозные (22,8-28,8%), во второй очень высокоамилозные (29,2-35,5%) образцы проса.

Таким образом, впервые были определено содержание амилозы проса у 40 генотипов выращенных в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана. По полученным данным выявлено, что из всех исследуемых образцов проса 10% относится к низкоамилозным, 17,5% среднеамилозным, 30% высокоамилозным и 42,5% очень высокоамилозным.

Список литературы

1. Salini K., Nirmalakumari A., Muthiah A.R., Senthil N. Evaluation of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) germplasm collections // Electronic Journal of Plant Breeding. - 2010. - N.1(4): - P.489-499.
2. Әрінов Қ.К., Мұсынов Қ.М., Апушев А.Қ., Серекпаев Н.А., Шестакова Н.А., Арыстанғұлов С.С. Өсімдік шаруашылығы. Алматы: «Дәуір», 2011. - С. 302
3. Kalinova J. Nutritionally Important Components of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) // Food Global Science Books. - 2007. - P.92-100.
4. Цыганков И.Г., Цыганков В.И., Цыганкова М.Ю. Просо в сухостепной зоне Западного Казахстана // Сельскохозяйственные науки. 2004. - С.91-95.
5. Kalinova J., Moudry J. Content and quality of protein in millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties // Plant Foods for Human Nutrition. - 2006. - N.61. - P.45-49.
6. Kalinova J. Comparison of productivity and quality in common buck-wheat and millet (in Czech) / PhD Thesis, University of South Bohemia, Ceske Budejovice, 2002. – 175 pp.
7. Лысов В.Н. Просо. Л.: Колос, 1968. - 224 с.
8. Kumari K., Thayumanavan B. Comparative study of resistant starch from minor millets on intestinal responses, blood glucose, serum cholesterol and triglycerides in rats // J. Food Sci. Agric. - 1997. - 75:296-302.
9. Gurupavithra S., Jayachitra A., Dilna K. Study on biochemical and nutritive value of popped foxtail millet // International Journal of Pharma and Bio Sciences. - 2013. - N.4(2). - P.549 - 558.
10. Paleontological data analysis. Hammer Ø., Harper D. Publisher: Blackwell Publishing, Oxford, 2005. - 351 pp.
11. Yanez G.A., Walker C.E., Nelson L.A. Some chemical and physical properties of proso millet (*Panicum miliaceum*) starch // J. Cereal Sci. - 1991. - N.13. - P. 299-305.
12. Beleia A., Varriano-Marston E., Hosney R. Characterization of starch from pearl millets // Cereal Chem. - 1980. - N.57. - P. 300-303.
13. Hoover R., Swamidas G., Kok L., Vasanthan T. Composition and physicochemical properties of starch from pearl millet grains // Food Chem. - 1996. - N.56. - P. 355-367.
14. Kim N., Seog H., Nam Y. Physicochemical properties of domestic millet starches // Korean J. Food Sci. Technol. - 1987. - N.19. - P. 245-249.
15. Kim E.H., Petrie J.R., Motoi L.M., Morgenstern M.P., Sutton K.V., Mishra S. Effect of structural and physicochemical characteristics of the protein matrix in pasta on in vitro starch digestibility // Food Biophysics. - 2008. - N.3. - P. 229-234.

Resume

Proso seeds (*Panicum miliaceum* L.) is one of the main cereal crops in the Republic of Kazakhstan. The main part of the grains of millet is starch, which consists of amylose and amylopectin. Amylose is considered one of the important indicators of the quality of proso grain. In this paper shown the data on screening for the amylose content in the grains of local and foreign collections. The results of screening for the amylose content in the 40 genotypes examined allowed us to conditionally classify varieties into four main groups: low (<15%), medium (16-22%); high (23-29%); very high (30-35%). It was shown that 10% of all investigated proso samples are low-amylose, 17.5% medium-amylose, 30% high-amylose and 42.5% very highly amylose.

Key words: proso, *Panicum miliaceum* L., collection, screening, amylose content

Түйін

Егістік тары (*Panicum miliaceum* L.) Қазақстан Республикасының негізгі жармалық дақылы болып табылады. Дәнінің негізгі бөлігі крахмалға тиесілі, бұл амилоза мен амилопектиннен тұрады. Амилоза тары дәнінің маңызды көрсеткіші болып саналады. Берілген мақалада отандық және шетелдік тары коллекциясын амилозаның құрамы бойынша скрининг нәтижесі келтірілген. Скрининг нәтижесі зерттелген 40 үлгіні төрт негізгі топқа жіктеуге мүмкіндік берді: төмен (<15%); орташа (16-22%); жоғарғы (23-29%); өте жоғарғы (30-35%). Зерттелген барлық сортүлгілердің 10% - төмен амилозалы топқа, 17,5% - орташа амилозалы топқа, 30% - жоғары және 42,5% - өте жоғары топқа кірді.

Кілтті сөздер: тары, *Panicum miliaceum* L., коллекция, скрининг, амилозалық құрамы.