

APPLICATION AMYLOS-FREE STARCH MILLET (*PANICUM MILIACEUM L.*) VARIETIES

Prodanyk¹ A.M., Samborska¹ O.V., Gorlachova² O.V., Gorbachova² S.M., Sheliakina T.A.²

¹NSC Institute of Agriculture of NAAS, Ukraine

²Plant Production Institute nd. after V.Ya. Yuriev, Ukraine

Four amylos-free starch cultivars (Chabanivske, Zhyvynka, Osoblyve and Alternatyvne) have high agro-morphological and grain characteristics. In this study it was revealed smut resistance of waxy varieties. Addition of 2.5% or 5.0% flour waxy flour from amylos-free starch cultivars to wheat flour improves the bread-making qualities of the latter and improves the total bread-making scores.

Key words: *millet, waxy cultivars, economically characteristics, biochemical quality of grain, resistance to 13 smut races, waxy millet flour*

Introduction. High nutritional value of amylose-free plants has been well known in China and other Asian countries from olden times. A lot of crops such as such as rice (*Oryza sativa*), wheat (*Triticum aestivum*), corn (*Zea mays*), barley (*Hordeum vulgare*) have waxy endosperm [1, 2, 3, 4]. Due to the valuable properties of amylose-free (waxy) starch (gel transparency, high water-binding capacity, freezing – thawing resistance), it is of great importance for the food industry – to manufacture semi-finished products, to improve the bread-making qualities of flour, as a filler in sausages, canned foods, dairy products, etc. It deserves special attention in the manufacture of baby, dietary and therapeutic foods, because amylose-free starch is easier digested by gastric enzymes better than traditional starch. Amylos-free starch is used in pharmacology and cosmetology, paper and textile industries, drilling wells, ore cleaning, iron and steel smelting [5, 6].

Amylopectin starch was established to be a competitor of corn amylopectin starch. V.V. Kapustina found that the millet amylopectin starch corresponded to corn waxy starch in terms of the main indicators [7].

Millet breeders in Ukraine have developed new advanced waxy cultivars with high yield capacity, grain quality and smut resistance. These new amylose-free cultivars can be used in the food and livestock feed industries. Addition of waxy millet flour to wheat flour improves the palatability and culinary qualities of bread.

Our primary objective was to determine major economic and biological characteristics of the waxy cultivars, which have been implemented into production in Ukraine, to assess the resistance of these cultivars to 13 races of *Sorosporium destruens* (Schlecht) Yanki, which is the causative agent of the most common and harmful disease of millet – smut, and to compare bread baked with a small additive of flour from Chabanivske grain with bread baked without millet flour.

Material and methods. Four amylose-free millet cultivars, which are in the Register of Plant Cultivars of Ukraine were taken as the study material. Cultivars Chabanivske and Zhyvynka were bred at the NSC Institute of Agriculture of NAAS, and cultivars Osoblyve and Alternatyvne – at the Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS.

The endosperm type (waxy or wild type) was determined in milled grain by an iodine color reaction. Endosperm with amylose-free starch was reddish-brown and wild type endosperm blue-black color in I₂-KI solution [8] (Fig. 1).

The I₂-KI reaction revealed that cultivars Chabanivske, Zhyvynka, Osoblyve and Alternatyvne had endosperm with waxy starch phenotype (reddish-brown stain).



1. Cultivars Kharkivske 57 (wild type starch)
2. Cultivars Alternatyvne (amylase-free starch)

Fig. 1: Reaction of wild type and amylase-free starches with I₂-KI solution

The main economically important characteristics of waxy millet cultivars were done in 2018–2020. All biochemical analyses of millet grain quality (protein and starch contents in grain, carotenoid content in groats) were performed at the Institute of Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS in 2018-2020, as L.P. Kuchumova and A.F. Kravets described [9].

To evaluate the resistance of the waxy cultivars under investigation to 13 smut races, scientists of the Institute of Agriculture of NAAS sowed the seeds of these cultivars on the artificial infection in a special phytoimmunological nursery in 2019–2020. Prior to sowing, millet seeds were infected with spores at a dose of 0.3–0.7% of spores related to seed weight. All samples were separately powdered with spores of each smut race. The sorus number per plot was counted during seed maturation [9]. Resistance or susceptibility to 13 smut races was detected in accordance with «Improvement of the Methodology for Assessing Millet Resistance to Smut Races on Artificial Infection» [10]. The resistance to the phytopathogen was scored from 1 to 9 points according to the international classification [11]:

1 point – *S. destruens* affected 76–100% of millet plants; 2 points – *S. destruens* affected 68–75% of millet plants; 3 points – *S. destruens* affected 51–67% of millet plants ; 4 points – *S. destruens* affected 39–50% of millet plants; 5 points – *S. destruens* affected 26–38% of millet plants; 6 points – *S. destruens* affected 19–25% of millet plants; 7 points – *S. destruens* affected 11–18% of millet plants; 8 points – *S. destruens* affected <10% of millet plants; 9 points – *S. destruens* affected 0% of millet plants.

The main technological indicators of the dough and bread were determined by the methods described in [12, 13]. Flour from waxy millet cultivars Chabanivske was added to flour from spring wheat cultivar Myronivska in the following ratios: 5.0, 7.5 and 10.0% related to total weight of flour.

Data were analyzed with ANOVA, and means were separated by an LSD using $p < 0.05$. All the analyses were done by using Statistical 13 Trail.

Results and discussion. Today, four waxy cultivars have been developed in Ukraine: Chabanivske, Zhyvynka (Institute of Agriculture of NAAS of Ukraine), Alternatyvne and Osoblyve (Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS). All the cultivars give high yields of seeds and have high values of economically important characteristics we can see in Table. 1. Due to amylose-free starch, they can be grown for technical, food, medicinal purposes or for the biofuel production. Cultivars Chabanivske and Zhyvynka ripen earlier – within 75 and 77 days, respectively. Hence farmers can grow these cultivars to get grain. Since cultivars Osoblyve and Alternatyvne are late-ripening and their plants are tall they can be also used for livestock feed.

Table 1

The main economically important characteristics of waxy millet cultivars							
Cultivars	Originator	Variety	Purpose	Growing period, days	Plant height, cm	Seed yeild, t/ha	1000-seed weight, g
Chabanivske	NSC Institute of Agriculture	<i>aureum</i>	Grain	75*	110.0	3.8	7.7
Zhyvynka	NSC Institute of Agriculture	<i>aureum</i>	Grain	77*	115.0	3.5	7.5
Osoblyve	Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev	<i>aureum</i>	Grain and livestock feed	93	132.0	3.7	8.3*
Alternatyvne	Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev	<i>aureum</i>	Grain and livestock feed	100	163.0*	3.6	8.1

*Significant difference at $p < 0.05$.

Waxy cultivars usually contain of 11.0–12.5% protein, 72.0–74.0% of starch and 4.0–5.9 mg/kg of carotenoid [14]. There were no significant differences in the main biochemical parameters of grain (protein, starch and carotenoid contents) between waxy cultivars Chabanivske, Zhyvynka, Osoblyve and Alternatyvne on Table 2. However Ukrainian modern waxy cultivars had a higher protein content (13.50–14.0%) and a higher carotenoid content (4.8–5.6 mg/kg) then wild type cultivars. Thus, the grain of waxy cultivars is of high biochemical quality.

Table 2

The main biochemical parameters of grain from the waxy millet cultivars			
Variety	Protein content, %	Starch content, %	Carotenoid content, mg/kg
Chabanivske	14.00	73.0	5.0
Zhyvynka	13.50	73.0	5.6
Osoblyve	13.65	74.0	4.8
Alternatyvne	13.87	72.0	5.3

There were significant differences in the resistance to 13 smut races between Chabanivske, Zhyvynka, Osoblyve and Alternatyvne (Fig. 2).

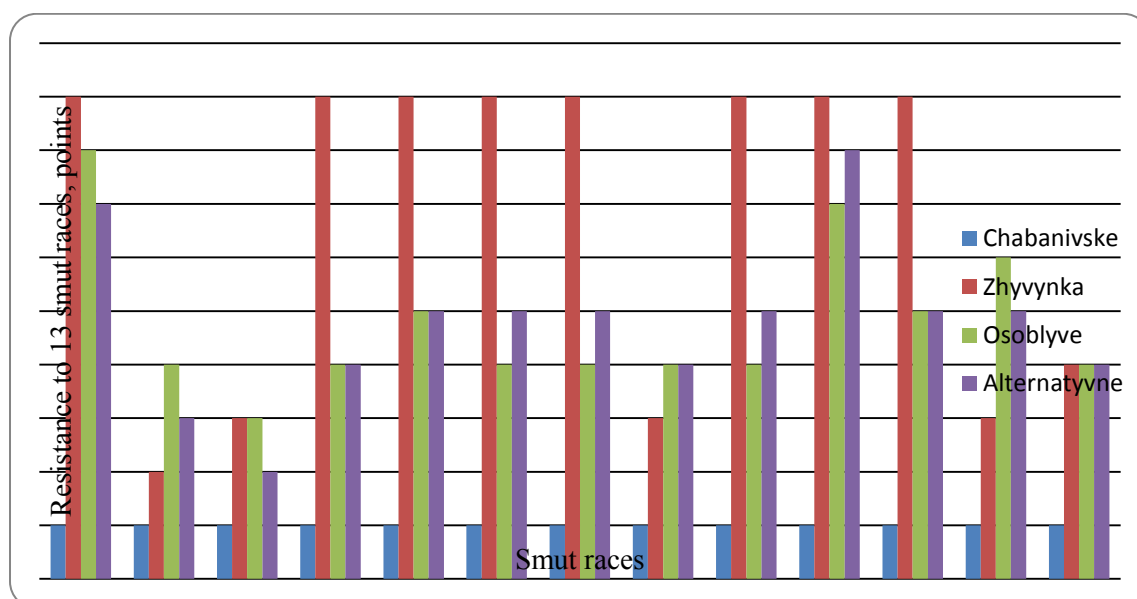


Figure 2: Resistance of the waxy cultivars to 13 smut races

Chabanivske is susceptible to all the smut races. Cultivars Osoblyve and Alternatyvne were mid-resistant (only to two races Rs 1 [8 and 7 points, respectively] and Rs 10 [8 and 7 points, respectively] and highly susceptible to the other races. Only Zhyvynka was resistant to 8 smut races (Rs 1, Rs 4- Rs 7, Rs 9- Rs 11 – 9 points).

It is known that amylose-free starch is easier digested than amylose-amylopectin starch and more fully assimilated in the gastrointestinal tract of humans and animals. Waxy wheat flour (20–30%) is added to traditional wheat flour to improve the bread quality [9]. Taking this into account, we baked bread with the addition of waxy flour from millet cultivar – Chabanivske.

The main technological indicators of the dough (Table 4) indicated that the addition 2.5% or 5.0% of waxy millet flour improved the dough extensibility (129.8 and 108.5 mm, respectively), the P/L ratio the flour strength (to 261), without affecting the sedimentation index (32.0 and 30.0 ml, respectively).

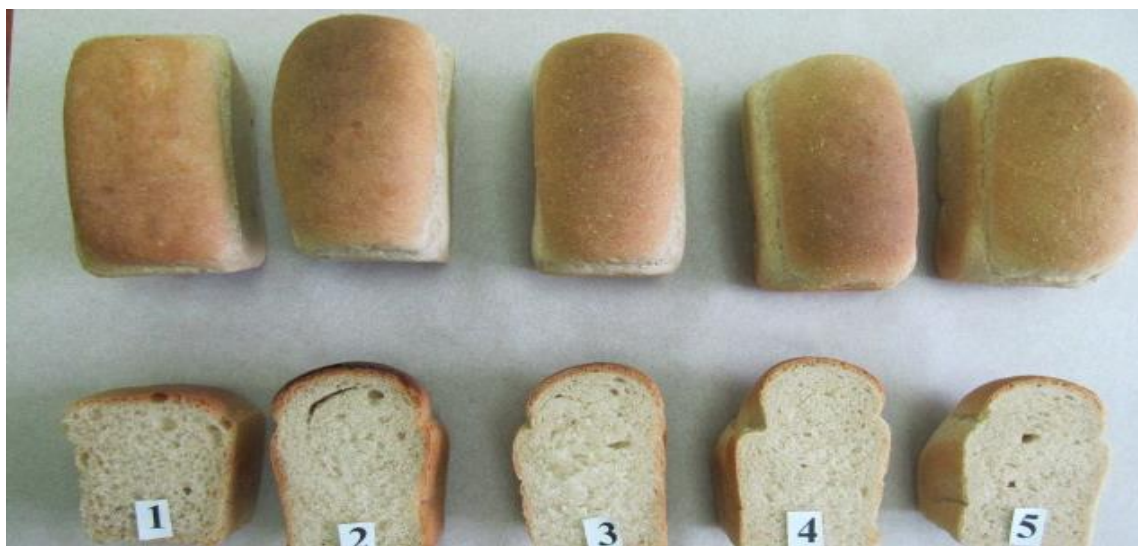
Table 4

The main technological indicators of the dough containing various percentages of waxy flour from millet cultivars Chabanivske

Flour composition	Dough resilience(P), mm	Dough extensibility (L), mm	P/L	Flour Strength, (W)	Sedimentation index, ml
Control– wheat flour	113.3	102.0	1.11*	195	32.5*
Wheat flour +2.5% of waxy millet flour	120.8	129.8*	0.93*	261*	32.0*
Wheat flour +5.0% of waxy millet flour	131.8	108.5	1.21	261*	30.0
Wheat flour +7.5% of waxy millet flour	138.1	85.0	1.62	247*	28.0
Wheat flour +10.0% of waxy millet flour	191.7*	93.8	0.98*	162	26.0

*Significant difference at $P < 0.05$

Bread baked with a small additive waxy millet flour (2.5 or 5.0%) had a larger volume, better appearance and palatability in comparison with bread made from flour mixture from wheat cultivars with good bread-making scores (Fig. 3). The total bread-making scores was higher when amylose-free flour was added to traditional one than for control bread made from pure wheat flour.



1 – Control (wheat flour), 2-5 – +various amounts of waxy millet flour

Figure 3: Bread containing waxy flour from millet cultivar Chabanivske

Conclusions. The waxy cultivars (Chabanivske, Zhyvynka, Osoblyve, Alternatyvne), bred in Ukraine, noticeable for high values of economically important features and grain quality parameters. Farmers can grow cultivars Chabanivske and Zhyvynka for grain, while Osoblyve and Alternatyvne can be also grown for livestock feed. Grain of waxy cultivars is of high biochemical quality (the protein content is 13.50–14.0%; the carotenoid content is 4.8–5.6 mg/kg), which is the same results as I.V. Yashovskiy [14]. Cultivars Chabanivske, Zhyvynka, Osoblyve and Alternatyvne significantly differ in the resistance to 13 smut races. Zhyvynka was shown to be the only cultivar with high resistance to 8 smut races (Rs 1, Rs 4–Rs 7, Rs 9–Rs 11 – 9 points). Addition of 2.5% or 5.0% of waxy flour from millet Chabanivske to wheat flour improves the bread-making qualities of the latter and the bread palatability according to O.I. Rybalka [5].

Список використаних джерел

1. Vriten P., Nakamura T., Yamamori M. Molecular characterization of waxy mutations in wheat. *Molecular Genetics and Genomics*. 1999. No 61. P. 463–471.
2. Domon E., Fujita M., Ishikawa N. The insertion/deletion polymorphisms in the waxy gene of barley genetic resources from East Asia. *Theor. Appl. Genetics*. 2002. No 104. P. 132–138.
3. Cai X.L., Wang Z.Y., Xing Y.Y., Zhang J.L., Hong M.M. Aberrant splicing of Intron 1 leads to the heterogeneous 5' UTR and decreased expression of waxy gene in rice cultivars of intermediate amylose content. *Plant Journal*. 1998. No 14. P. 459–465.
4. Wessler S.R., Varagona M.J. Molecular basis of mutations at the waxy locus of maize correlation with the fine structure genetic map. *Proc. of the National Academy of Science U.S.A.* 1985. No 82. P. 4177–4181.
5. Рибалка О. У цивілізованому світі добре розуміють харчову цінність натуральних продуктів здорового харчування. *Зерно і хліб*. 2011. № 1. С. 13–19.
6. Андреев Н.Р. Импорт крахмала и крахмало-продуктов. *Пищевая промышленность*. 2001. № 1. С. 32–33.
7. Капустина В.В., Дудкин М.С. Получение и физико-химические свойства крахмало фосфата зерна проса. *Известия ВУЗов СССР. Пищевая технология*. 1972. № 1. С. 19.
8. Juliano B.O. A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Science Today*. 1971. No 16. P. 334–340.
9. Кучумова Л.П., Кравець Л.П. Методические рекомендации по оценке качества зерна в процессе селекции. Харьков: УкрНИИРСиГ, 1982. 56 с.
10. Проданик А.М., Перевертун Л.І., Самборська О.В., Мельник Л.А. Удосконалення методики оцінки стійкості проса проти сажки на штучному інфекційному фоні. Методичні рекомендації. Чабани, 2015. 13 с.
11. Кириченко В.В., Петренко В.П. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2012. 320с.
12. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна. М.: Роспромиздат, 1991. 205с.
13. Федин М.А. Методика Государственного сортоиспытания с.-х. культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. 1988. 121 с.
14. Яшовский И.В. Селекция и семеноводство проса. Москва: Агропромиздат, 1987. 255 с.

References

1. Vriten P, Nakamura T, Yamamori M. Molecular characterization of waxy mutations in wheat. *Molecular Genetics and Genomics*. 1999; 61: 463–471.
2. Domon E, Fujita M, Ishikawa N. The insertion/deletion polymorphisms in the waxy gene of barley genetic resources from East Asia. *Theor. Appl. Genetics*. 2002; 104: 132–138.
3. Cai XL, Wang ZY, Xing YY, Zhang JL, Hong MM. Aberrant splicing of intron 1 leads to the heterogeneous 5' UTR and decreased expression of waxy gene in rice cultivars of intermediate amylose content. *Plant Journal*. 1998; 14: 459–465.

4. Wessler SR, Varagona MJ. Molecular basis of mutations at the waxy locus of maize correlation with the fine structure genetic map. Proc. of the National Academy of Science U.S.A. 1985; 82: 4177–4181.
5. Rybalka O. The nutritional value of natural healthy foods is well understood in the civilized world. Zerno i Khlib. 2011; 1: 13–19.
6. Andreyev NR. Import of starch and starch products. Pishchevaya Promyshlennost. 2001; 1: 32–33.
7. Kapustina VV, Dudkin MS. Obtainment and physico-chemical properties of starch phosphate of millet grain. Izvestiya Vuzov SSSR. Pishchevaya Tekhnologiya. 1972; 1: 19.
8. Juliano BO. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today. 1971; 16: 334–340.
9. Kuchumova LP, Kravets LP. Methodological recommendations for assessing the grain quality in breeding. Kharkiv: UkrNIIRSiG, 1982. P. 56.
10. Prodanyk AM, Perevertun LI, Samborska OV, Melnyk LA. Improvement of the method for assessing the resistance of millet to smut on artificial infection. Chabany, 2015. 13 p.
11. Kyrychenko VV, Petrenkova VP. Fundamentals of field crop breeding for resistance to harmful organisms. Kharkiv: Plant Production Institute named after VYa Yuriev of NAAS, 2012. 320 p.
12. Berkutova NS. Methods for assessments and formation of grain quality. Rospromizdat, 1991. 205 p.
13. Fedin MA. Methods of the state variety trials of agricultural crops. Technological assessments of cereals, groat crops and legumes. 1988. 121 p.
14. Yashovskiy IV. Millet breeding and seed production. Moscow: Agropromizdat, 1987. 255 p.

ВИКОРИСТАННЯ СОРТІВ ПРОСА З АМІЛОПЕКТИНОВИМ ТИПОМ КРОХМАЛЮ

Проданік А.М.¹, Самборська О.В.¹, Горлачова О.В.², Горбачова С.М.², Шелякіна Т.А.²

¹НСЦ Інститут землеробства НААН, Україна

²Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН, Україна

Матеріали та методи. За експериментальний матеріал було взято чотири сорти проса з амілопектиновим типом (waxy) крохмалю Чабанівське, Живинка (НСЦ Інститут землеробства), Особливе та Альтернативне (Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва). Основні цінні господарські характеристики сортів та їх біохімічні властивості зерна вивчено в 2018–2020 рр. Оцінку стійкості waxy-сортів до 13 рас сажки було проведено за 9-бальною шкалою згідно міжнародному класифікатору. Головні технологічні показники тіста та оцінку якості хліба з суміші борошна ярової пшениці сорту Миронівська і борошна з зерна сорту Чабанівське проводили згідно чинних методик. Борошно з проса додавали до борошна з пшениці у співвідношенні 2.5, 5.0, 7.5 та 10.0% .

Метою наших досліджень було встановити прояв основних цінних господарських ознак, біохімічних властивостей та стійкості до 13 рас сажки сортів проса вітчизняної селекції з амілопектиновим типом крохмалю та визначити оптимальне співвідношення просяного борошна з борошном ярої пшениці в суміщі для випікання хліба.

Обговорення результатів. За результатами наукової роботи встановлено, що waxy-сорт проса відрізняються за своїми цінними господарськими ознаками. Так, сорти Чабанівське і Живинка мають короткий вегетаційний період, в середньому 75 і 77 діб, а сорти Особливе та Альтернативне – 93 і 100 діб відповідно. Високорослі сорти Особливе і Альтернативне можна також вирощувати для годівлі тварин. За біохімічними показниками сучасні амілопектинові сорти суттєво не відрізнялися від інших, але мали високий вміст білка (13,50–14,0%) і каротиноїдів (4,8–5,6 мг/кг). Амілопектинові генотипи істотно різнилися за стійкістю до сажки. Сорт Чабанівське уражувався 13 расами сажки, сорти Альтернативне та Особливе мали стійкість на рівні 8 та 7 балів до 1 та 10 рас. Сорт Живинка показав високу стійкість до 8 рас сажки: Rs 1, Rs 4–Rs 7, Rs 9–Rs 11 – 9 балів.

Додавання борошна з ваксі-проса покращувало пружність і розтяжність тіста, підвищувало збалансованість цих фізичних властивостей тіста між собою, поліпшувало силу борошна, але не впливало на показник седиментації. Хліб, випечений з додаванням 2,5% або 5,0% борошна зерна Чабанівське до борошна ярої пшениці Миронівська мав більший об'єм, кращий смак і зовнішній вигляд порівняно із стандартом.

Висновки. Сорти проса з амілопектиновим типом крохмалю (Чабанівське, Живинка, Особливе, Альтернативне), створені в Україні, характеризуються комплексом цінних господарських ознак та високими показниками якості зерна. Основним напрямом використання цих сортів є зерновий та кормовий (Особливе і Альтернативне). Сорт Живинка характеризується високою стійкістю (9 балів) до 8 рас сажки (Rs 1, Rs 4–Rs 7, Rs 9–Rs 11). Додавання борошна сорту Чабанівське до пшеничного покращує його хлібопекарські якості та смак хліба, плівки при цьому є додатковою клітковиною, яка сприяє травленню.

Ключові слова: просо, амілопектинів тип крохмалю, цінна господарська ознака, біохімічна якість зерна, стійкість до 13 рас сажки, борошно

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРТОВ ПРОСА С АМИЛОПЕКТИНОВЫМ ТИПОМ КРОХМАЛА

Проданик А.М.,¹ Самборская О.В.¹, Горлачева О.В.², Горбачева С.Н.², Шелякина Т.А.²
НСЦ Институт земледелия НААН, Украина¹
Институт растениеводства имени В.Я. Юрьева НААН, Украина²

Материалы и методы. В качестве экспериментального материала были взяты четыре сорта проса с амілопектиновым типом крахмала Чабанівське, Живинка (НСЦ Институт земледелия), Особливе и Альтернативне (Институт растениеводства имени В.Я. Юрьева). Основные ценные хозяйственные характеристики сортов и их биохимические свойства зерна оценены в 2018–2020 гг. Главные технологические показатели теста и оценку качества хлеба из смеси муки яровой пшеницы сорта Мироновская и муки из зерна сорта Чабанівське проводили согласно действующим методикам. Муку из зерна проса добавляли в пшеничную муку в пропорции 2,5, 5,0, 7,5 и 10,0%.

Целью наших исследований было изучить главные ценные хозяйственные признаки, биохимические свойства и устойчивость к 13 расам головни сортов проса украинской селекции с амілопектиновым типом крахмала, определить оптимальное соотношение смеси просяной муки и муки яровой пшеницы для улучшения качества хлеба.

Обсуждение результатов. По результатам научной работы установлено, что ваху-сорта проса отличаются по своим ценным хозяйственным признакам. Так, сорта Чабанівське и Живинка имеют короткий вегетационный период, в среднем 75 и 77 суток, а сорта Особливе и Альтернативне – 93 и 100 суток соответственно. Высokорослые сорта Особливе и Альтернативне можно также выращивать для кормления животных. По биохимическим показателям современные амілопектиновые сорта существенно не отличались от других, но имели высокое содержание белка (13,50–14,0%) и каротиноидов (4,8–5,6 мг/кг). Амілопектиновые генотипы существенно различались по стойкости к головне. Сорт Чабанівське поражался 13 расами головни, сорта Альтернативне и Особливе имели устойчивость на уровне 8 и 7 баллов к 1 и 10 расам. Сорт Живинка показал высокую устойчивость к 8 расам головни: Rs 1, Rs 4–Rs 7, Rs 9–Rs 11 – 9 баллов. Добавление муки из ваху-проса улучшало упругость и растяжимость теста, повышало сбалансирование этих физических свойств теста между собой, улучшало силу муки, но не влияло на показатель седиментации. Хлеб, выпеченный с добавлением 2,5% или 5,0% муки из зерна сорта Чабанівське к муке яровой пшеницы Мироновская имел больший объем, лучший вкус и внешний вид по сравнению со стандартом.

Выводы. Ваху-сорта (Чабанівське, Живинка, Особливе, Альтернативне), созданные в Украине, характеризуются ценными хозяйственными признаками и высокими показате-

лями качества зерна. Основным направлением использования этих сортов является зерновой и кормовой. Сорт Живинка характеризуется высокой стойкостью (9 баллов) к 8 расам головни (Rs 1, Rs 4–Rs 7, Rs 9–Rs 11). Добавление муки ваху-проса сорта Чабанівське к пшеничной муке улучшает его хлебопекарные качества и вкус хлеба, пленки при этом являются дополнительной клетчаткой, которая способствует пищеварению.

Ключевые слова: просо, ваху-сорт, ценный хозяйственный признак, биохимические показатели зерна, стойкость к 13 рас головни, ваху-мука из проса

APPLICATION AMYLOS-FREE STARCH MILLET (*PANICUM MILIACEUM L.*) VARIETIES

Prodanyk¹ A.M., Samborska¹ O.V., Gorlachova² O.V., Gorbachova² S.M., Sheliakina T.A.²

¹NSC Institute of Agriculture of NAAS, Ukraine,

²Plant Production Institute nd. after V.Ya. Yuriev, Ukraine

Materials and methods. Four amylopectin varieties Chabanivske, Zhyvynka (NSC Institute of Agriculture) and Osoblyve and Alternatyvne (Institute of Plant Industry named after V.Ya. Yuriev) were taken as experimental material. The main economically valuable characteristics of the varieties and their biochemical properties of grain were made in 2018–2020. The main technological indicators of the dough and the assessment of the quality of bread from a mixture of spring wheat flour of the Myronivska variety and grain flour of the Chabanivske variety were carried out in accordance with the current methods. Millet flour was added to wheat flour in proportions of 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0%.

The purpose of our research was to study the main economically valuable traits, biochemical properties and resistance to 13 smut races of Ukrainian amylopectin varieties of millet and to determine the optimal percentage of adding millet flour to spring wheat flour to improve the quality of bread.

The discussion of the results. According to the results of scientific work, it has been established that millet waxy varieties differ in their economically valuable characteristics. So, varieties Chabanivske and Zhyvynka have a short growing season, on average, 75 and 77 days, respectively, and varieties Osoblyve and Alternatyvne – 93 and 100 days, respectively. Due to the increased height of the plants of the Osoblyve and Alternatyvne varieties, they can also be grown for animal feed. In terms of biochemical parameters, modern amylopectin varieties did not differ significantly, but showed a high content of protein (13.50–14.0%) and carotenoids (4.8–5.6 mg/kg). Amylos-free starch genotypes varied significantly in terms of head smut resistance. Variety Chabanivske was affected by 13 smut races, varieties Alternatyvne and Osoblyve received 8 and 7 points in 1 and 10 races. Variety Zhyvynka showed high resistance to 8 smut races: Rs 1, Rs 4–Rs 7, Rs 9–Rs 11 – 9 points. The addition of flour from amylos-free starch millet improved the elasticity and extensibility of the dough, increased the balance of these physical properties of the dough with each other, improved the strength of the flour, but did not affect the sedimentation rate. Bread baked with the addition of 2.5% or 5.0% Chabanivske grain flour to the Myronivska spring wheat flour had a larger volume, better taste and appearance compared to the standard.

Conclusions. Waxy varieties (Chabanivske, Zhyvynka, Osoblyve, Alternatyvne), were developed in Ukraine, are characterized by high economically valuable traits and high indicators of grain quality. The main use of these varieties is grain and fodder. The Zhyvynka variety is characterized by high resistance (9 points) to 8 races of smut (Rs 1, Rs 4–Rs 7, Rs 9–Rs 11). The addition of Chabanivske grade waxy-millet flour to wheat flour improves its baking qualities and the taste of bread, while the films are additional fiber that promotes digestion.

Key words: millet, waxy cultivars, economically characteristics, biochemical quality of grain, resistance to 13 smut races, waxy millet flour