tution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», 450001, Ufa, st. Hadia Davletshina, 6, e-mail: chernenkov.1990@mail.ru.

6. **Tatyana Artsyshevich**, Bachelor of the Department of Public Catering Technology and Plant Raw Materials Processing, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», 450001, Ufa, st. Hadia Davletshina, 6, e-mail: tanya.artsyshevitch@yandex.ru.

7. **Alexander Polyudov**, Bachelor of the Department of Public Catering Technology and Plant Raw Materials Processing, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», 450001, Ufa, st. Hadia Davletshina, 6, e-mail: alexavp18@mail.ru.

Grapes are a southern plant, but it is possible to cultivate it in the Republic of Bashkortostan conditions in a covering culture. Karagai, Bashkirsky, and Nakhodka Strelyaeva were selected to study the biological features and technological characteristics. The listed varieties are varieties bred in Bashkortostan and are included in the state register of breeding achievements in the Russian Federation regions. Introduced grape varieties Alfa Dalnevostochnaya and Amurskiy served as a control option. All grape varieties were grown in 2020 at the Kushnarenkovsky breeding center of the Bashkir Research Institute of Agriculture. Grapes harvested at the stage of technological maturity were analyzed for compliance with grapes requirements for wine production following GOST 31782-2012 Fresh grape of combine and hand harvesting for industrial processing. Specifications. We also characterized several indicators that are not standardized by the standard but are important from a technological perspective. It was found that the grape variety Nakhodka

Strelyaeva, among other studied varieties, with the smallest bunch weight of 75 g, has the highest content of soluble extractives, sugars – 17,3 g/100 cm³, has a moderate acid content, not more than 0,4 % in terms of tartaric acid. The mass concentration of sugars in the must from the grape varieties Karagai, Bashkirsky, Alfa Dalnevostochnaya, and Amurskiy varies from 14,3 to 16,7 g/100 cm³, which is less than the corresponding standard indicator for grapes intended for the production of red wine materials. The grapes of the Alfa Dalnevostochnaya variety have a low content of titratable acids in tartaric acid – no more than 0,3 %, the Bashkir, Karagai, and Amurskiy varieties have a high acid content – 0,6–0,79 %. Thus, the Republic of Bashkortostan's climatic conditions make it possible to obtain a harvest of grapes of local and introduced varieties with various physicochemical and organoleptic characteristics. Of the five grape varieties studied, the Nakhodka Strelyaeva variety is the most suitable for winemaking by its technological characteristics.

© Калужина О.Ю., Нафикова А.Р., Бодров А.Ю., Старцева Н.Ю., Черненко Е.Н., Арцышев Т.В., Полудов А.В.

УДК 664.7

DOI: 10.31563/1684-7628-2020-56-4-54-61

С.А. Леонова, А.Л. Вебер, Л.Р. Мухаметрахимова, О.В. Илларионова

СВОЙСТВА НОВЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ В ПРОДУКТЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Ключевые слова: горох; фасоль; морфометрические характеристики; микроструктура; химический состав.

Введение. Зернобобовые культуры являются ценным источником белка, витаминов и микроэлементов, богаты пищевыми волокнами и биологически активными веществами. Ценность бобовых культур состоит не только в высоком содержании белка, но и в его полноценности. Содержание основных незаменимых аминокислот в нем в 1,5–3,0 раза больше, чем в белке злаков.

Белки семян чечевицы и фасоли, как и белки гороха, содержат все незаменимые аминокис-

лоты и являются биологически полноценными. Наибольшее количество незаменимых аминокислот – 38,4 % – накапливается в семенах фасоли при 32,8 % у чечевицы и 33,7 % у гороха. В ней имеется большое количество калия и фосфора, меди и цинка. Белки фасоли богаче серосодержащими аминокислотами (метионином), а также триптофаном, фенилаланином, валином, лейцином и изолейцином [1, 2]. Доля незаменимых аминокислот в общем аминокислотном составе выше у фасоли (38 %) и гороха (37 %). У

сой она составила 34 %. В состав жиров бобовых входят эссенциальные омега-3 и омега-6 жирные кислоты, а также лецитин и фосфолипиды, что позволяет их отнести к биологически ценным [3].

Растительные белковые препараты, получаемые из зерна бобовых культур, применяют в пищевой промышленности для обогащения хлебобулочных изделий, для создания мясорастительных и молочно-растительных комбинированных продуктов, а также во многих других целях. Концентрат горохового изолированного белка при производстве хлеба способствует повышению кислотности, улучшению подъемной силы теста и сокращению продолжительности расстойки тестовых заготовок [4]. Применение гороховой муки при производстве пшеничного хлеба из муки высшего и первого сортов улучшает пищевую ценность готовой продукции, повышая содержание белка, отдельных незаменимых аминокислот, минеральных веществ, клетчатки [5, 6]. На основе гороховой муки разработан продукт со сбалансированным составом и

функциональными свойствами, влияющий на повышение работоспособности [7]. Гороховая мука в смеси с яблочным или морковным соком используется в производстве легкоусвояемых замутненных напитков [8].

Морфологические свойства зерна и особенности их строения во многом предопределяют его химический состав. Для лучшего использования потенциальных возможностей зерна необходимо знание его морфологии, соотношения составных частей, прочности их связи и химического состава [9].

Целью настоящего **исследования** явилась сравнительная характеристика зерна четырех сортов гороха селекции Башкирского НИИСХ и трех сортов фасоли селекции Омского ГАУ урожая 2019 года по морфометрическим, структурно-механическим и биохимическим показателям, установление сортов, наиболее пригодных для создания функциональных комбинированных продуктов. Подробная характеристика **объектов исследования** приведена в таблице 1.

Таблица 1 Характеристика объектов исследования

Сорт зерна	Код сорта	Регион выращивания	Год урожая
Фасоль			
Нерусса	8800626	Западно-сибирский регион, Омская область	2019
Омичка	передан в Госсортоиспытание в 2014 году		
Лукерья	8954127		
Горох			
Чишминский 95	9601708	Уральский регион, Республика Башкортостан	2019
Чишминский 229	9610174		
Памяти Хангильдина	9154334		
Юлдаш	передан в Госсортоиспытание в 2016 году		

Материалы и методы исследования. Изучали следующие хозяйственно полезные признаки: массу 1000 зерен фактическую и в пересчете на сухое вещество; содержание семенных оболочек; геометрические размеры семян, а также характеризовали их окраску. Определение геометрических характеристик (длина (L), толщина (B), ширина (A)) зерна сортов гороха и фасоли проводили с помощью штангенциркуля. После чего производили расчет среднеарифметического и среднегеометрического диаметров, сферичности и объема зерна по приведенным ниже формулам. В проведении измерений задействовали по 100 зерновок каждого сорта.

Для расчета среднеарифметического диаметра зерна использовали формулу (1):

$$D_{ар} = \frac{L+B+A}{3}. \quad (1)$$

Для расчета среднегеометрического диаметра зерна фасоли использовали формулу (2):

$$D_{г} = \frac{L \cdot B \cdot A}{3}, \quad (2)$$

где L – длина (мм), B – толщина (мм), A – ширина (мм).

Для расчета сферичности зерен фасоли (Ф), %, использовали формулу (3) [10].

$$\Phi = \frac{(L \cdot B \cdot A)^{1/3}}{L}. \quad (3)$$

Для определения площади поверхности зерен фасоли (S), мм², использовали формулу (4):

$$S = \pi \cdot D_{г}^2. \quad (4)$$

Для определения соотношения сторон зерен фасоли (R_a), %, использовали формулу (5):

$$R_a = \frac{100 \cdot A}{L}. \quad (5)$$

Для определения сферичности (ψ) зерна гороха использовали формулу (6):

$$\psi = \frac{F_{ш}}{F_3}, \quad (6)$$

где F_ш – площади поверхности равновеликого по объему шара; F₃ – площадь внешней поверхности зерна.

Площадь поверхности шара определяется по формуле (7):

$$F_{ш} = 4 \cdot \pi r_v^2, \quad (7)$$

где V – объем единичного зерна; r_v – радиус, который рассчитывается по формуле (8):

$$r_v = 0,62\sqrt[3]{V}. \quad (8)$$

Объем зерна определяли по формуле (9) [10]:

$$V = k \cdot A \cdot B \cdot L, \quad (9)$$

где k – коэффициент, учитывающий особенности формы зерна, для гороха составляет 0,56.

Определение содержания белка производили методом Кьельдаля по ГОСТ, жира – по ГОСТ 29033-91, определение клетчатки – по ГОСТ 31675-2012, углеводов – фотометрическим методом по ГОСТ 26176-91, зольность – по ГОСТ Р 51411-99. Содержание минеральных веществ определяли: кальция по ГОСТ 26570-95, железа по ГОСТ 27998-88, цинка по ГОСТ 30178-96.

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ. Микроструктуру зерна анализировали, используя сканирующий микроскоп Микромед 3 вар. 3-20М с выводом изображения в режиме реального времени на экран ПК с помощью видеоокуляра.

Результаты исследования. В таблице 2 представлены основные хозяйственно-ценные

признаки зерна, конкретизированные в работах [11, 12].

Среди сортов фасоли наиболее крупным зерном с минимальным содержанием оболочек характеризовалась Омичка, а среди сортов гороха – Памяти Хангильдина. Неожиданным оказался тот факт, что зерно фасоли сортов Лукерья и Омичка, имея более крупное зерно, содержит наименьшее количество семенных оболочек 10,21; 8,87 % соответственно. Максимальное значение данного показателя 11,01 % было отмечено у сорта Нерусса. Ярко выраженные сортовые отличия отмечены у сорта гороха Юлдаш, зерно данного сорта менее крупное и выполненное с наибольшим содержанием семенных оболочек – 11,83 %. Минимальное количество семенных оболочек (8,89 %) отмечено у сорта гороха памяти Хангильдина.

Аналогичные результаты дало измерение геометрических характеристик, показанное на рисунках 1 и 2.

Результаты измерений и расчетов морфометрических показателей по формулам 1–10 сведены в таблицы 3 и 4.

Таблица 2 Хозяйственно-ценные признаки исследованных образцов бобовых культур

Сорт бобовых культур	Масса 1000 зерен в г, в пересчете на сухое вещество	Масса фактическая 1000 зерен, г	Окраска семян	Содержание семенных оболочек, %
Фасоль				
Лукерья	336,6	373,25	Черная	10,21
Омичка	354,3	393,7	Белая	8,87
Нерусса	246,0	276,52	Белая	11,01
Горох				
Чишминский 95	208,4	232,4	Желтая	9,61
Чишминский 229	220,8	245,9	Желтая	9,72
Памяти Хангильдина	308,2	342,4	Желтая	8,89
Юлдаш	205,2	230,65	Желтая	11,83

Рисунок 1

Измерение морфометрических характеристик зерна гороха селекции БНИИСХ: а – сорт гороха Чишминский 95; б – сорт гороха Чишминский 229; в – сорт гороха Памяти Хангильдина; г – сорт гороха Юлдаш

Рисунок 2

Измерение морфометрических характеристик зерна фасоли: а – сорт фасоли «Лукерья» селекции Омский ГАУ; б – сорт фасоли «Омичка» селекции Омский ГАУ; в – сорт фасоли Нерусса

Таблица 3 Морфометрическая характеристика зерна сортов фасоли селекции Омского ГАУ

Сорт	Среднеарифметический диаметр, мм	Среднегеометрический диаметр, мм	Сферичность	Форма зерна	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Соотношение сторон, %	Площадь внешней поверхности, мм ²
Лукерья	8,18	7,68	0,61	Эллиптическая	12,0	6,5	6,5	52,0	184,62
Омичка	8,5	8,17	0,66	Овальная	12,0	7,0	6,5	58,4	209,75
Нерусса	7,83	7,30	0,60	Округлая и/или яйцевидная, овальная	12,0	6,5	5,0	54,2	167,6

Основная фракция зерна фасоли сортов Омичка и Лукерья представлена крупным зерном, длиной более 9 мм и толщиной 6 мм. Наиболее округлую форму, выразившуюся в коэффициенте сферичности 0,66, имеет зерно сорта Омичка, что делает его более удобным в переработке.

Наибольшая площадь внешней поверхности и объем зерна отмечены у сортов Чишминский 95 и Памяти Хангильдина, они же имеют форму, наиболее приближенную к шару. Шарообразная форма зерна обеспечивает более высокую плотность укладки, требуется меньший объем хранилищ и технологических бункеров.

Показатели химического состава зерна исследованных сортов приведены в таблице 5.

В исследованных образцах гороха несколько больше белка, но меньше жира и золы по сравнению с фасолью. Максимальное содержание белка отмечено в сорте фасоли Омичка и в сорте гороха Памяти Хангильдина – 22,12 и 24,28 % соответственно. Наименьшим содержанием

белка (19,73 %) характеризуется сорт гороха Юлдаш, что делает его малоприспособленным для обогащения комбинированных продуктов. Исследовали также содержание некоторых микроэлементов в зерне гороха (таблица 6).

Сорт Памяти Хангильдина наиболее богат кальцием по сравнению с другими сортами, а сорт Чишминский 229 содержит больше железа и пищевых волокон. Содержание цинка у всех образцов находится приблизительно на одном уровне.

Общеизвестно, что на структурно-механические свойства зерна могут влиять не только сортовые особенности, почвенно-климатические и агротехнологические условия, анатомическое и морфологическое строение, линейные размеры зерна, но и микроскопическая структура. Для структуры бобовых характерно наличие семенной оболочки различной толщины. С использованием электронного микроскопа была исследована микроструктура зерна сортов гороха и фасоли. Фотографии показаны на рисунках 3 и 4.

Таблица 4 Морфометрическая характеристика зерна гороха селекции БНИИСХ

Сорт	Линейный размер, мм			Площадь внешней поверхности F, мм ²	Сферичность, ψ	Отношение V/F, мм
	длина	ширина	толщина			
Чишминский 229	7,0	7,0	7,0	213,42	0,94	0,892
Чишминский 95	8,0	8,0	7,5	298,7	0,94	0,899
Памяти Хангильдина	8,0	8,0	8,0	318,5	0,90	0,903
Юлдаш	6,0	6,0	6,0	152,0	0,94	0,796

Таблица 5 Химический состав зерна исследованных сортов бобовых культур

Сорт зерна бобовых культур	Истинная плотность 10 ³ кг/м ³	Содержание, %				
		белка	жира	золы	влаги	крахмала
Фасоль						
Омичка	1,71	22,12	1,4	3,6	9,8	43,0
Лукерья	1,73	19,04	1,4	3,6	10,0	45,0
Нерусса	1,69	20,88	1,7	3,6	11,0	42,0
Горох						
Чишминский 95	1,08	23,01	2,1	3,6	10,3	46,5
Чишминский 229	1,05	22,60	1,6	3,6	10,5	46,0
Памяти Хангильдина	1,09	24,28	1,9	3,0	10,0	44,3
Юлдаш	1,03	18,63	1,6	2,8	11,0	44,2

Таблица 6 Микроэлементный состав зерна исследованных сортов гороха, урожай 2019 г.

Образец	Содержание			
	цинка, мг/кг	кальция, %	железа, мг/кг	пищевых волокон, %
Чишминский 95	21,16	0,02	9,0	6,8
Чишминский 229	21,13	0,02	15,0	7,0
Памяти Хангильдина	21,0	0,06	10,0	6,1
Юлдаш	20,90	0,02	7,0	6,3

а) зерно фасоли сорт Омичка

б) зерно фасоли сорт Лукерья

в) зерно фасоли сорт Нерусса

Рисунок 3

Микроструктура зерна фасоли сортов селекции Омского ГАУ

Селекционные сорта фасоли Лукерья и Омичка отличаются более правильной формой крахмальных зерен (размером $40\text{--}60 \times 50\text{--}90$ мкм) по сравнению с аналогичными зёрнами сорта Нерусса (размером 30×50 мкм). Строение белковой матрицы сорта фасоли Лукерья характеризуется более прочным каркасом по отношению к сорту Омичка и Нерусса, что предполагает больший расход энергии при измельчении зерна данного сорта.

Характеристика формы и размеров крахмальных зерен приведена в таблице 7.

Микроструктура сортов гороха памяти Хангильдина, Чишминский 229, Чишминский 95 характеризуется единичными сложными зёрнами овальной формы с преобладанием мелких зерен овальной и округло-овальной формы приблизительно одинаковых размеров в диапазоне от $0,5 \times 0,8$ до $0,6 \times 0,7$ мкм. Зерно гороха сорт Юлдаш отличается более мелкими крахмальными зёрнами округло-овальной формой размером $0,4 \times 0,7$ мкм по сравнению с зерном остальных сортов гороха.

Сравнительный анализ микроструктуры зерна гороха и фасоли разных сортов показал, что бобовые культуры различаются по гранулометрической характеристике крахмальных зерен и прочности белкового каркаса. Горох содержит более мелкие крахмальные гранулы, чем фасоль. Имеющиеся крахмальные гранулы зерна гороха сорта Юлдаш и фасоли сорта Нерусса слабо связаны с белковой матрицей, а также собраны в сложные комбинации. Это объяснимо низким содержанием белка, которого недостаточно для образования непрерывной, матричной структуры, ввиду этого белок формируется в виде гранул [13].

Семядоли гороха Чишминский 229, фасоли Омичка характеризуются рыхлой микроструктурой, наблюдается непрочная связь крахмальных гранул с белковой матрицей, большинство гранул не имеют белковых прослоек. Зерна гороха сортов Чишминский 95, Памяти Хангильдина и фасоли сорта Лукерья имеют развитую белковую матрицу с четко расположенными крахмальными гранулами.

а) зерно гороха сорт Чишминский 95

б) зерно гороха сорт Чишминский 229

в) зерно гороха сорт памяти Хангильдина

г) зерно гороха сорт Юлдаш

Рисунок 4

Микроструктура зерна гороха сортов селекции ФГБНУ БНИИСХ

Таблица 7 Характеристика микроструктуры исследуемых сортов

Наименование показателя	Структура крахмальных зерен						
	фасоль			горох			
	Лукерья	Омичка	Нерусса	Чишминский 95	Чишминский 229	Памяти Хангильдина	Юлдаш
Форма крахмальных зерен	овальные, округло-овальные	овальные, округло-овальные	круглые и округло-овальные	овальные, крупно-овальные и округло-овальные	овальные, крупно-овальные и округло-овальные	крупно-овальные и округло-овальные	округло-овальные
Основная фракция крахмальных зерен	средние и мелкие	мелкие	2-ая мелкая фракция, мелкие	мелкие	мелкие	мелкие	мелкие
Средний размер	$0,6 \times 0,9$	$0,4 \times 0,5$	$0,3 \times 0,5$	$0,5 \times 0,8$	$0,5 \times 0,7$	$0,6 \times 0,7$	$0,4 \times 0,7$

Выводы. Наиболее высокими показателями морфометрической характеристики и химического состава обладают сорта фасоли Омичка и Лукерья и сорт гороха Памяти Хангильдина, что позволит использовать их преимущественно как белковые обогатители и обогатители микроэлементного состава комбинированных продуктов питания. Оптимальным строением крахмало-белковой матрицы характеризуются горох сортов Чишминский 95, Памяти Хангильдина и фасоль сорта Лукерья, что делает эти сорта наиболее удобными для измельчения при получении

растительных дисперсий, являющихся базовыми ингредиентами для молочно-растительных продуктов, в частности, йогуртов. Горох Юлдаш и фасоль Нерусса менее других пригодны для переработки на пищевые цели.

Выражаем благодарность доктору сельскохозяйственных наук, профессору Ф.А. Давлетову за предоставленные селекционные сорта гороха и доктору сельскохозяйственных наук, профессору Н.Г. Казыдуб за предоставленные селекционные сорта фасоли.

Библиографический список

1. Химический состав пищевых продуктов. Книга 1: справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов [Текст] / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1987. 224 с.
2. Катюк, А.И. Пищевые достоинства семян фасоли, сои и гороха сортов селекции Самарского НИИСХ [Текст] / А.И. Катюк, Е.Н. Шаболкина, А.В. Васин, К.А. Булатова, Н.В. Анисимкина // *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 4. С. 8–13.
3. Коновалов, К.Л. Растительные пищевые композиты полифункционального назначения [Текст] / К.Л. Коновалов, М.Т. Шулбаева, А.И. Лосева, О.Н. Мусина // *Пищевая промышленность*. 2010. № 7. С. 4–7.
4. Федорова, Р.А. Применение функциональных добавок и нетрадиционных видов сырья в хлебопекарной промышленности [Электронный ресурс] / Р.А. Федорова, В.М. Пономаренко. Режим доступа: <http://processes.ihbt.ifmo.ru/file/article/7457.pdf> (дата обращения: 16.10.2020).
5. Батурина, Н.А. Потребительские свойства и пищевая ценность пшеничного хлеба с добавками муки бобовых культур [Текст] / Н.А. Батурина, Р.С. Музалевская, Л.А. Пашкевич // *Вестник ОрелГИЭТ*. 2015. № 1 (23). С. 153–159.
6. Коршенко, Л.О. Улучшитель для пшеничных сортов хлеба на основе гороховой муки [Текст] / Л.О. Коршенко, О.Г. Чижикова, Т.К. Каленик, Т.В. Тилиндис // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2016. № 4. С. 75–77.
7. Берлогин, В.И. Функциональные свойства натуральной текстурированной муки из зерновых и зернобобовых культур и ее применение в производстве продуктов питания [Текст] / В.И. Берлогин // *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки*. 2016. № 1. С. 28–29.
8. Козонова, Ю.А. Фруктово-овощные напитки функционального назначения [Текст] / Ю.А. Козонова, Л.Н. Тележенко // *Пиво и напитки*. 2016. № 6. С. 18–22.
9. Федотов, В.А. Связь морфолого-анатомических характеристик зерна пшеницы с технологическими свойствами [Текст] / В.А. Федотов // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2018. № 12 (66) Часть 5. С. 175–178.
10. Кыдыралиев, Н.А. Изучение геометрических параметров зерен некоторых сортов фасоли, выращиваемых в Кыргызстане, до и после гидротермической обработки [Текст] / Н.А. Кыдыралиев // *Техника и технология пищевых производств (Food processing: techniques and technology)*. 2015. Т. 39. № 4. С. 35–42.
11. Плетнева, М.М. Оценка образцов фасоли обыкновенной по хозяйственно-ценным признакам и качеству зерна для селекции в южной лесостепи Западной Сибири [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / М.М. Плетнева. Тюмень, 2019. 18 с.
12. Ахмадуллина, И.И. Совершенствование методики первичного семеноводства и приемов возделывания гороха на семенные цели в условиях предуральной степени Республики Башкортостан [Текст]: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / И.И. Ахмадуллина. Уфа: Башкирский ГАУ, 2018. 142 с.
13. Беркутова, Н.С. Микроструктура пшеницы [Текст] / Н.С. Беркутова, И.А. Швецова. М.: Колос, 1977. 120 с.

Сведения об авторах

1. **Леонова Светлана**, ResearcherID: F-5479-2018, идентификатор автора: 57191480877, доктор технических наук, профессор кафедры общественного питания и технологии, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: s.leonova@inbox.ru.

2. **Вебер Анна**, SPIN-код: 5146-9927, AuthorID: 286704, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет», 644008, Россия, г. Омск, Институтская пл., 2, тел.: +7 (3812) 65-14-54, e-mail: anna.web@mail.ru.

3. **Мухаметрахимова Ляйсан**, преподаватель, ГБПОУ Уфимский колледж отраслевых технологий, 450054, г. Уфа, ул. Р. Зорге, 54, e-mail: lyaisan.miniazowa@yandex.ru.

4. **Илларионова Ольга**, старший преподаватель кафедры общественного питания и технологии, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: sov-chocoladka@mail.ru.

Осуществлена сравнительная характеристика зерна четырех сортов гороха селекции Башкирского НИИСХ и трех сортов фасоли селекции Омского ГАУ урожая 2019 года по морфометрическим, структурно-механическим и биохимическим показателям. Рассчитаны сферичность, объем и площадь внешней поверхности зерна. Наиболее крупным зерном с минимальным содержанием оболочек характеризовались сорт фасоли Омичка и сорт гороха Памяти Хангильдина. Эти же сорта имеют максимальный объем зерна и показатель сферичности. В исследованных образцах гороха несколько больше белка, но меньше жира и золы по сравнению с фасолью. Максимальное содержание белка отмечено в сорте фасоли Омичка и в сорте гороха Памяти Хангильдина – 22,12 и 24,28 %

соответственно. Наименьшим содержанием белка (19,73 %) характеризуется сорт гороха Юлдаш, что делает его малопригодным для переработки в продукты питания. Сорт Памяти Хангильдина наиболее богат кальцием по сравнению с другими сортами, а сорт Чишминский 229 содержит больше железа и пищевых волокон. Содержание цинка у всех образцов находится приблизительно на одном уровне. Изучение микроструктуры зерна с помощью электронного микроскопа позволило установить, что оптимальным строением крахмало-белковой матрицы, а также более однородными и мелкими крахмальными гранулами характеризуется горох сортов Чишминский 95, Памяти Хангильдина и фасоль сорта Лукерья.

S. Leonova, A. Veber, L. Mukhametrakhimova, O. Illarionova

PROPERTIES OF NEW BREEDING VARIETIES OF LEGUMES, DETERMINING POSSIBILITY OF THEIR PROCESSING INTO HEALTHY FOOD PRODUCTS

Key words: *peas; haricot; morphometric characteristics; microstructure; chemical composition.*

Authors' personal details

1. **Svetlana Leonova**, researcher ID: F-5479-2018, author ID: 57191480877, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Technology of Catering and Processing, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», 450001, Ufa, 50-letiya Oktyabrya Str., 34, e-mail: s.leonova@inbox.ru.

2. **Anna Veber**, SPIN-code: 5146-9927, 08122110, author ID: 286704, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0715-0426>, Candidate of Technical Sciences, associate professor at the department of food and food biotechnology, Omsk State Agrarian University, Omsk, Institutskaya Str., area 2, e-mail: anna.web@mail.ru.

3. **Lyaysan Mukhametrakhimova**, Lecturer, Ufa College of Industrial Technologies, 450054, Ufa, R. Zorge Str., 54, e-mail: lyaisan.miniazowa@yandex.ru.

4. **Olga Illarionova**, senior lecturer, Department of Technology of Catering and Processing, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», 450001, Ufa, 50-letiya Oktyabrya Str., 34, e-mail: sov-chocoladka@mail.ru.

Comparative characterization of the grain of four pea varieties of the Bashkir Research Institute of Agriculture breeding and three haricot varieties of the Omsk SAU breeding of the 2019 harvest according to morphometric, structural-mechanical, and biochemistry indicators was carried out. The sphericity, volume, and surface area of the grain were calculated. The most massive grain with a

minimum shell content was characterized by the Omichka haricot variety and the Hangildin Memory pea variety. The same varieties have a maximum grain volume and a sphere index. The pea samples examined content slightly more protein but less fat and ash compared to haricot. The maximum protein content was noted in the Omichka haricot variety and in the Hangildin Memory pea variety – 22,12

and 24,28 %, respectively. The lowest protein content (19,73 %) was in the Yuldash pea variety, making it unsuitable for processing into food. The Hangildin Memory variety was the richest in calcium than other varieties, and the Chishminsky 229 variety contained more iron and dietary fibers. The zinc content of all samples was approximately at the

same level. The study of grain microstructure using an electron microscope made it possible to establish that the starch-protein matrix's optimal structure and more homogeneous and small starch granules are characterized by peas of varieties Chishminsky 95, Hangildin Memory, and Lukerya haricot.

© Леонова С.А., Вебер А.Л., Мухаметрахимова Л.Р., Илларионова О.В.

УДК 633.1

DOI: 10.31563/1684-7628-2020-56-4-61-66

Н.Н. Рябова, Н.Ю. Николаева, И.Б. Сорокин

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТА

Ключевые слова: климатические условия; урожайность; зерновые культуры; модель; регрессионный анализ.

Введение. Как известно, неблагоприятные погодные условия в ряде регионов России могут отрицательно сказываться на валовом сборе сельскохозяйственных культур. Несмотря на то, что в мире набирают популярность современные предиктивные технологии [11, 15], позволяющие снизить влияние погодного фактора, их внедрение в отечественном аграрном секторе по разным причинам идёт очень медленно. Наряду с этим глобальные изменения климата заставляют акцентировать внимание на актуальности проблемы мониторинга климатических показателей, статистической обработки этих показателей с целью получения информации, которую можно использовать для разработки и реализации решений устойчивого развития агропромышленного комплекса [2]. Поэтому оценка влияния климата на урожайность культур крайне важна для стратегического прогнозирования сельскохозяйственного производства.

В XXI веке на территории Западной Сибири отмечен рост числа экстремальных климатических явлений (аномальные погодные условия в зимние месяцы, наводнения, ранние осенние и поздние весенние заморозки), что несомненно сказывается на продуктивности агроценозов. Томская область сегодня занимает первое место в Сибири по урожайности зерновых [12], и это несмотря на то, что регион по агрометеорологическим условиям относится к зоне рискованного земледелия, которому свойственно существенное колебание урожайности возделываемых культур. Так, по оценкам экспертов, потери урожая из-за неблагоприятных погодных факторов в Томской области в среднем составляют 10–15 % [7]. Данные обстоятельства обуславливают

постоянное и комплексное изучение влияния климатических ресурсов с целью своевременного принятия мер по улучшению биологического состава почвы и внедрения новых технологий в земледелие для получения максимального урожая. Поэтому выявление агроклиматического потенциала урожайности сельскохозяйственных культур продолжает оставаться значимым.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является оценка влияния климатических переменных на урожайность зерновых культур, возделываемых на почвах агроландшафтов подтаёжной зоны Томской области. Задачи: 1) определение урожайности исследуемых сельскохозяйственных культур; 2) выявление доминирующих факторов среди изучаемых климатических параметров, оказывающих наибольшее влияние на урожай; 3) моделирование урожайности культур с помощью множественной нелинейной регрессии.

Материалы и методики исследования. Источником данных урожайности сельскохозяйственных культур, таких как овёс и яровая пшеница, послужили материалы полевых работ, проводимых на полях КФХ «Зинцов» и ООО «Агрофирма «Межениновская» Шегарского района, ООО «Сибирское зерно», ОГБОУ СПО «Томского аграрного колледжа» и ООО «Перовское» Томского района. Почвы всех опытных полей – серые оподзоленные тяжелосуглинистые, характеризующиеся слабой гумусированностью ($2,96 \pm 0,36$ %), средне- и слабокислой реакцией среды, содержание нитратного азота очень низкое ($5 \pm 0,85$ мг/кг), подвижного фосфора – высокое (134 ± 14 мг/кг), обменного калия – среднее (109 ± 5 мг/кг) [8, 9]. Учёт урожая