

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTION

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.507-514>
УДК 633.31/.37:664.23:664.38



Оценка различных сортов гороха как сырья для глубокой переработки

© 2022. В. Г. Гольдштейн [✉], Л. П. Носовская, Л. В. Адикаева, **В. А. Коваленок**

Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», Московская область, Российская Федерация

В статье приводится обзор критериев выбора сортов гороха с целью оценки хозяйственно ценных признаков. Для эффективного использования гороха, как сырья для глубокой переработки, можно рассматривать два направления: совместное увеличение содержания белка и крахмала или выбор сортов с требуемыми показателями. Приведены результаты лабораторных исследований переработки на крахмал и белковый изолят 37 сортообразцов гороха из коллекции ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур». В качестве критериев оценки, определяющих высокие технологические свойства, обеспечивающие наиболее полное извлечение крахмала и белкового изолята, выбраны коэффициенты извлечения этих компонентов. При выборе сорта гороха необходимо учитывать также физико-химические свойства крахмала, которые зависят от массовой доли амилозы. В соответствии с полученными результатами, наиболее перспективными для переработки зерна на крахмал и белковый изолят определены сорта Орловчанин, Алла, Родник, Сибирский 1, Фараон, Ягуар, Софья. Самое эффективное извлечение основных продуктов переработки – белкового изолята и крахмала установлено для сорта Алла, коэффициент извлечения белка 81,2 %, крахмала 90,6 %. Из морщинистых сортов гороха для промышленной переработки наибольший интерес представляет селекционная линия Амкус 1241 с коэффициентами извлечения изолята белка и крахмала 70,3 и 69,1 % и массовой долей амилозы в крахмале 81,5 %. Установлено, что массовая доля крахмала и белка в зерне гороха не коррелирует с коэффициентами извлечения изолята белка и крахмала при переработке белка из гороховой муки щелочным методом. При переработке сортов морщинистого гороха возникают трудности с отделением крахмала и остатками нерастворенного в щелочной среде белка, т. к. в этих сортах гороха обнаружены сложные крахмальные гранулы, которые легко дробятся на мелкие неправильные и полигональные. В гладких сортах гороха крахмальные гранулы имеют овальную форму с высоким процентом крупных размеров, и поэтому проблем с разделением крахмалобелковой суспензии не возникает. Определена зависимость вязкости 3%-го горохового крахмального клейстера от массовой доли амилозы в гороховом крахмале. Выбор сорта гороха для переработки позволяет производить крахмал, имеющий прижизненную модификацию, т. е. обладающий требуемыми физико-химическими свойствами и резистентностью. Кроме того, в зависимости от выбора сорта гороха можно прогнозировать выход изолята и концентрата белка.

Ключевые слова: переработка гороха, крахмал, белковый изолят, амилоза, вязкость клейстера

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания (тема № АААА-А17-117120520021-8).

Авторы признательны руководству ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур», А. А. Зеленову и А. Н. Зеленову за предоставленные сортообразцы зерна гороха для исследования.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гольдштейн В. Г., Носовская Л. П., Адикаева Л. В., **Коваленок В. А.** Оценка различных сортов гороха как сырья для глубокой переработки. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(4):507-514.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.507-514>

Поступила: 27.06.2022

Принята к публикации: 22.07.2022

Опубликована онлайн: 25.08.2022

Evaluation of various varieties of peas as raw material for deep processing

© 2022. Vladimir G. Goldstein , Lilia P. Nosovskaya, Larisa V. Adikaeva,

Vladimir A. Kovalenok

All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – Branch of Russian Potato Research Centre, Moscow region, Russian Federation

The article provides an overview of the criteria for choosing pea varieties to evaluate economically valuable traits. For the effective use of peas as raw materials for deep processing, two directions can be considered: a joint increase in the content of protein and starch or the choice of varieties with the required indicators. The results of laboratory studies of processing for starch and protein isolate of 37 variety samples of peas from the collection of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops» are presented. As evaluation criteria determining high technological properties, providing the most complete extraction of starch and protein isolate there have been selected coefficients of extraction of these components. When selecting a variety of peas, it is also necessary to consider the physico-chemical properties of starch, which depend on the mass fraction of amylose. According to the results obtained, the most promising varieties for the processing of grain into starch and protein isolate are Orlovchanin, Alla, Rodnik, Sibirsky 1, Pharaon, Jaguar, Sophia. The most efficient extraction of the main processed products – protein isolate and starch is established for the variety Alla, protein extraction coefficient 81.2 %, starch 90.6 %. Among the wrinkled pea varieties for industrial processing, the Amius 1241 breeding line is the most interesting, with protein isolate and starch extraction coefficients of 70.3 and 69.1 % and a mass fraction of amylose in starch of 81.5 %. It is found that the mass fraction of starch and protein in pea grains does not correlate with the extraction coefficients of protein and starch isolate during processing by two-stage extraction of protein from pea flour using the alkaline method. When processing wrinkled pea varieties, there are difficulties in separating the starch and residual protein undissolved in alkaline medium, since these pea varieties are found to have complex starch granules, which are easily crushed into small irregular and polygonal granules. In smooth pea varieties, the starch granules are oval in shape with a high percentage of large size and therefore there are no problems with separation of the starch-protein suspension. The dependence of viscosity of 3.0 % pea starch paste on the mass fraction of amylose in pea starch has been determined. The choice of pea variety for processing makes it possible to produce starch that has lifetime modification, i.e., that has the required physical and chemical properties and resistance. In addition, depending on the choice of pea variety, it is possible to predict the yield of isolate and protein concentrate.

Keywords: pea processing, starch, protein isolate, amylose, paste viscosity.

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment (theme No. AAAAA-A17-117120520021-8).

The authors are grateful to the directorship of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops», Andrew A. Zelenov and Anatoly N. Zelenov for providing pea grain varieties for research.

The authors thank the reviewers for their contributions to peer review of the work.

Conflict of interests: the authors stated that there was no conflict of interests.

For citation: Goldstein V. G., Nosovskaya L. P., Adikaeva L. V., Kovalenok V. A. Evaluation of various varieties of peas as raw materials for deep processing. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(4):4.507-514. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.4.507-514>

Received: 27.06.2022

Accepted for publication: 22.07.2022

Published online: 25.08.2022

Горох является ценным продуктом здорового питания как источник сложных углеводов, белков и пищевых волокон витаминов и минералов. Существует множество сортов гороха с различными свойствами и составом, гладкими или морщинистыми семенами. Гороховый крахмал содержит больше амилозы, чем крахмал из других зерновых и картофеля, поэтому он является подходящим материалом для производства биоразлагаемых упаковок, бумаги и гофрокартона [1]. Клетчатка из семенной оболочки и клеточных стенок семядолей гороха способствует функционированию и здоровью желудочно-кишечного тракта, а также снижает усвояемость крахмала. Промежуточное содержание амилозы в гороховом крахмале также

способствует его более низкому гликемическому индексу и снижению усвояемости крахмала [2]. Гранулы крахмала гороха имеют размеры 5-30 мкм, а белковые тела 2-4 мкм [3].

Горох является одной из востребованных культур по производству растительного белка, содержание которого в горохе колеблется от 13 до 38 % и зависит от экологических и генетических факторов. Гены, непосредственно регулирующие белок, и гены, участвующие в биосинтезе крахмала, косвенно играют ключевую роль в определении содержания и состава белка в горохе. Содержание белка часто отрицательно коррелирует с содержанием крахмала и урожайностью семян [4]. В качестве основных задач по селекции гороха приняты – увеличение

массовой доли белка, оптимизация его аминокислотного состава, увеличение массовой доли крахмала и доли амилозы в крахмале [5, 6]. При оценке хозяйственно ценных признаков различных сортов гороха в качестве основного критерия принимали массовую долю белка в зерне [7]. В результате исследований по определению оптимальных параметров извлечения белкового изолята щелочной экстракцией установлено: при рН выше 8 наблюдается увеличение выхода изолята и уменьшение в нем массовой доли сырого протеина. Так, повышение рН с 8 до 10 позволяет увеличить массу извлекаемого изолята на 14,3 % и массовую долю жира в нем с 9,8 до 11,3 %. Двукратное экстрагирование при увеличении рН с 8 до 10 уменьшает массовую долю протеина, извлеченного на первой стадии экстракции, на 2,1 % и на 8,7 % – на второй стадии [8]. При превышении значений рН экстрагента более 11 происходит набухание крахмала, его модификация и затрудняется извлечение белкового изолята [8]. В результате исследования 21 образца сортов гороха и экспериментальных линий установлены корреляции между массовыми долями белка и семенных оболочек и отрицательная корреляция между массовой долей оболочек и содержанием крахмала и жира. Установлено, что массовая доля амилозы в крахмале имеет отрицательную корреляцию с массовой долей крахмала в зерне и положительную с массовой долей жира [9]. Горох содержит множество фитохимических веществ, которые раньше считались только антипитательными факторами. К ним относятся: полифенолы, в частности, в окрашенных семенных оболочках, которые могут обладать антиоксидантной и противораковой активностью; сапонины, которые могут проявлять гипохолестеринемическую и противораковую активность; олигосахариды галактозы, которые могут оказывать благоприятное пребиотическое действие в толстом кишечнике [2].

Крахмал, белок и клетчатка являются основными компонентами гороха, в среднем 46 и 20 % от массы СВ семян соответственно. Содержание белка в горохе варьируется от 13 до 38 % и зависит от экологических и генетических факторов при среднем показателе 22,3 % [10].

Качество вырабатываемого горохового крахмала зависит от содержания в нем амилозы. Среднее содержание амилозы в гладком горохе составляет 27,8 %, а количество резистентного

крахмала изменяется от 2,07 до 6,31 % [11]. В морщинистом горохе среднее содержание амилозы составляет 76,82 % общего количества крахмала [11], а массовая доля резистентного крахмала – 7,9-11,4 % [12].

Для эффективного использования гороха, как сырья для глубокой переработки, можно рассматривать два направления: совместное увеличение содержания белка и крахмала или выбор сортов с требуемыми показателями. На основании вышеизложенного, в качестве основных критериев оценки сортов и экспериментальных линий гладкого и морщинистого гороха выбраны выход изолята белка, крахмала, концентрата белка, не извлеченного щелочной экстракцией, клетчатки и массовая доля амилозы в крахмале.

Цель исследования – анализ целесообразности переработки на крахмал, белковые компоненты и пищевые волокна (клетчатку) зерен различных сортов и экспериментальных линий гороха.

Научная новизна: новые данные о влиянии сорта гороха на качественные и количественные показатели продуктов, полученных в результате его переработки.

Материал и методы. Объекты исследования – зерно сортов гороха из коллекции ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур» гладкого – Малиновка, Зарянка, Орловчанин, Слован, Визир, Русь, Инс-тип, Мультик, Алла, Вельвет, Оптимус, Спартак, Родник, Сибирский 1, Темп, Фараон, Ягуар, Софья; морщинистого – Амиор; селекционных линий гороха: морщинистого – Амх 99-1132, Амх 309/9, Амх 1241; гладкого – Яг-06-83, Л-18-16, Л-186-16, Л-80-11, Яг-07-643, Л-102-07, Л-141-16, Яг-10-384, Х2-12-9, Яг-06-83, Л-94/15, ЛУ-268/16, ЛУ-272/16, ПАП-193/10, Пап 1267/16.

Исследования проводили с учетом требований международной организации по стандартизации ISO (ИСО): массовая доля влаги (ГОСТ 13586); массовая доля белка – на приборе К-424 (ГОСТ 10842); массовая доля крахмала (ГОСТ 10845) – с использованием поляриметра Polartronic-N; определение амилозы в крахмале – с использованием фотометра КФК-3 (ГОСТ ISO 6647-1-2015).

Зерно гороха измельчали на лабораторной мельнице ЛЗМ до отсутствия остатка на сите с ячейками 250 мкм, 75 г измельченной муки смешивали с 600 мл воды температурой 35 °С и доводили рН суспензии до показателя

8,5 10%-м раствором гидроксида натрия и при периодическом перемешивании выдерживали 60 мин. Суспензию центрифугировали при 3000 г на лабораторной центрифуге ОЦ в течение 5 мин. Экстракт отделяли от осадка, после чего осадок размешивали в 600 мл воды температурой 35 °С и доводили рН суспензии до показателя 9,5 10%-м раствором гидроксида натрия и при периодическом перемешивании выдерживали 60 мин. Суспензию центрифугировали при 3000 г в течение 5 мин. Полученные экстракты смешивали, нагревали до температуры 48±2 °С и понижали рН раствора до показателя 4,5. Суспензию подвергали центрифугированию при 3000 г в течение 5 мин. Полученные продукты (сыворотка горохового белка и изолят горохового белка) разделяли. Изолят горохового белка размешивали в дистиллированной воде в соотношении 1: 5, центрифугировали при 3000 г в течение 5 мин и высушивали.

Зерновую массу, оставшуюся после второй экстракции белка щелочным раствором, перерабатывали на лабораторной установке «завод на столе», разработанной во ВНИИ крахмалопродуктов [13] для разделения и исследования качественных показателей крахмала, клетчатки (пищевых волокон) и остаточного белка (нерастворимого в щелочном растворе), выделенного как белковый концентрат.

Исследования проводили в 5-кратной повторности. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента, различия считали достоверными при пороге надежностей $b_1 = 0,95$ с уровнем статистической зависимости $p \leq 0,05$. Рассчитывали средние значения (M) и ошибки средних значений ($\pm m$).

Математическая обработка результатов проведена по программе TableCurve 2D.

Результаты и их обсуждение. При оценке хозяйственно ценных признаков гороха исходили из массовой доли крахмала и белка в исследуемых образцах и коэффициентов извлечения изолята белка и крахмала при переработке. Кроме того, определена массовая доля амилозы в крахмале, % СВ крахмала, т. к. этот показатель влияет на качественные показатели крахмала и его резистентность [14]. Результаты исследований приведены в таблице.

В соответствии с полученными результатами, наиболее перспективными для переработки зерна на крахмал и белковый изолят определены сорта Орловчанин, Алла, Родник,

Сибирский 1, Фараон, Ягуар, Софья. Самое эффективное извлечение основных продуктов переработки – белкового изолята и крахмала установлено для сорта Алла, коэффициент извлечения белка 81,2 %, крахмала – 90,6 %. Представляет интерес переработка гороха сорта Фараон с массовой долей амилозы в крахмале 42,6 % и коэффициентами извлечения изолята и крахмала 80,4 и 83,2 % соответственно. Установлено, что массовая доля крахмала и белка в зерне гороха не коррелирует с коэффициентами извлечения изолята белка и крахмала при переработке двухстадийной экстракцией белка из гороховой муки щелочным методом. Результаты, полученные при переработке гороха экспериментальных линий, не позволяют рекомендовать их как перспективное сырье для глубокой переработки, т. к. по коэффициентам извлечения изолята белка и крахмала не получено удовлетворительных результатов в сравнении с сортовым горохом. Для промышленной переработки наибольший интерес представляет селекционная линия морщинистого гороха Амиус 1241 с коэффициентами извлечения изолята белка и крахмала 70,3 и 69,1 % и массовой долей амилозы в крахмале 81,5 %, которая может быть рекомендована для регистрации в Госреестре.

При переработке сортов морщинистого гороха возникают трудности с разделением крахмалобелковой суспензии. В этих сортах гороха обнаружено повышенное содержание белка и массовая доля крахмала 32-35 %, найдены сложные крахмальные гранулы, которые легко дробятся на мелкие неправильные и полигональные. В гладких сортах гороха крахмальные гранулы имеют овальную форму с высоким процентом крупных размеров [15]. Это объясняет сложности разделения крахмалобелковой суспензии при переработке морщинистых сортов гороха, фрагменты гранул крахмала выводятся с побочными продуктами производства, в основном с частицами нерастворенного в щелочной среде белка, с содержанием в этом продукте 31-39 % крахмала в пересчете на СВ. При переработке гладких сортов гороха массовая доля крахмала в нерастворенном в щелочной среде белке составляет 11-24 %.

При выборе сорта гороха необходимо учитывать также физико-химические свойства крахмала, которые зависят от массовой доли амилозы.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Таблица – Результаты качественного состава гороха и коэффициенты извлечения белкового изолята и крахмала при переработке /
Table – The results of the qualitative composition of peas and the coefficients of extraction of protein isolate and starch during processing

Номер образца / Sample number	Сорт / линия / Variety / line	Массовая доля, % СВ зерна / Mass fraction, % of grain solids		Коэффициент извлечения, % / Extraction coefficients, %		Массовая доля амилозы в крахмале, % СВ крахмала / Mass fraction of amylose in starch, % starch solids
		крахмала / starch	белка / protein	крахмала / starch	белкового изолята / protein isolate	
1	Яг-06-83 / Yag-06-83	47,8±0,2	25,2±0,4	83,7	67,1	32,3±1,1
2	Малиновка / Malinovka	54,1±0,1	22,3±0,3	72,1	58,3	34,8±0,9
3	Л-18-16 / L-18-16	49,2±0,4	25,6±0,6	89,6	46,9	36,2±0,5
4	Зарянка / Zaryanka	49,3±0,3	24,9±0,2	76,2	84,3	34,9±1,0
5	Орловчанин / Orlovchanin	49,6±0,4	25,5±0,4	80,4	82,4	31,6±0,8
6	Слован / Slovan	52,7±0,2	20,8±0,5	80,0	77,9	32,9±0,9
7	Визир / Vizier	50,2±0,6	25,0±0,3	80,9	54,8	30,8±0,5
8	Русь / Rus	50,8±0,1	24,7±0,5	86,1	63,6	28,1±0,7
9	Инс-тип / Ins-type	52,3±0,4	22,8±0,8	83,4	68,8	37,1±0,9
10	Л-186-16 / L -186-16	53,2±0,2	22,4±0,5	83,3	68,8	35,8±0,6
11	Л-80-11 / L-80-11	52,8±0,4	22,6±0,7	77,5	32,3	41,8±0,3
12	Яг-07-643 / Yag -07-643	49,0±0,3	24,5±0,5	80,8	56,3	35,8±0,9
13	Л-102-07 / L-102-07	48,5±0,1	24,9±0,7	77,9	68,3	40,0±1,0
14	Л-141-16 / L-141-16	53,9±0,5	21,2±0,3	82,0	65,6	42,8±0,6
15	Яг-10-384 / Yag-10-384	53,3±0,7	21,5±0,4	79,4	74,9	35,4±0,5
16	X2-12-90 / X2-12-90	49,9±0,4	22,8±0,8	78,3	78,5	36,1±0,9
17	Мультик / Multik	48,0±0,1	27,7±0,6	74,0	51,3	33,7±0,9
18	Алла / Alla	41,5±0,7	27,3±0,3	90,6	81,2	27,7±0,5
19	Амиор / Amior	32,0±0,1	28,0±0,4	54,4	62,1	64,3±0,9
20	Амих 99-1132 / Amikh 99-1132	35,0±0,4	28,3±0,2	54,3	67,1	61,0±1,1
21	Вельвет / Velvet	49,2±0,5	27,4±0,7	76,8	78,6	35,5± 0,6
22	Амии 309/9 / Amii 309/9	32,9±0,3	28,8±0,6	56,3	54,7	86,0±1,2
23	Л-94/15 / L-94/15	50,7±0,7	24,0±0,3	71,0	73,3	36,8±0,4
24	ЛУ-268/16 / LOU-268/16	51,4±0,7	23,7±0,6	81,3	71,1	40,6±0,4
25	ЛУ-272/16 / LOU -272/16	49,6±0,5	27,6±0,3	74,7	65,9	38,0±1,0
26	Амиус 1241 / Amius 1241	30,4±0,1	28,2±0,6	69,1	70,3	81,5±1,2
27	Оптимус / Optimus	51,5±0,5	23,5±0,7	80,4	78,6	43,5±0,5
28	ПАП-193/10 / PAP-193/10	50,7±0,7	23,9±0,6	75,4	74,9	43,2±0,9
29	Родник / Rodnik	43,4±0,1	27,9±0,7	80,2	80,7	32,7±0,5
30	Рас 1098/8 / Ras 1098/8	49,6±0,4	27,5±0,3	79,4	73,5	49,8±0,9
31	Спартак / Spartac	45,2±0,2	25,4±0,7	84,5	68,9	33,4±0,5
32	Сибирский 1 / Sibirsky 1	46,4±0,5	26,4±0,6	85,3	78,3	34,1±0,9
33	Темп / Temp	50,8±0,4	24,3±0,8	70,9	79,1	33,5±0,9
34	Фараон / Pharaon	46,2±0,1	26,0±0,5	83,2	80,4	42,6±0,7
35	Ягуар / Yaguar	49,4±0,2	26,5±0,4	80,2	81,2	28,2±0,6
36	Пап 1267/16 / PAP 1267/16	41,8±0,7	29,0±0,5	86,8	67,6	37,1±0,9
37	Софья / Sofya	48,9±0,3	23,5±0,6	84,7	80,6	34,6±0,8

На основании экспериментальных данных получена зависимость вязкости 3%-х крах-

мальных клейстеров от массовой доли амилозы в гороховом крахмале (рис.).

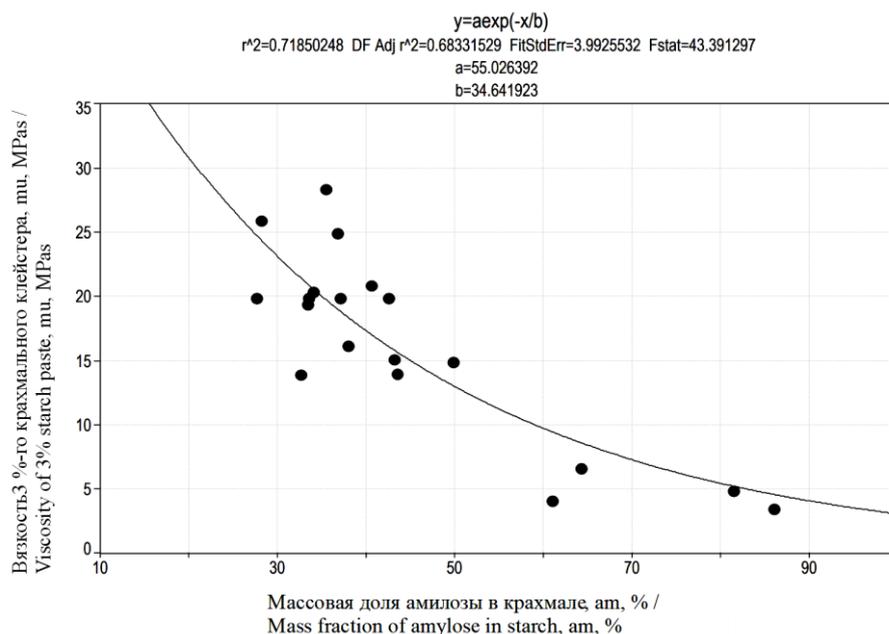


Рис. Зависимость вязкости 3%-го горохового крахмального клейстера от содержания амилозы $\mu = f(am)$ /

Fig. Dependence of the viscosity of 3% pea starch paste on the content of amylose $\mu = f(am)$

Зависимость вязкости трёхпроцентных крахмальных клейстеров от массовой доли амилозы в гороховом крахмале представлена формулой:

$$\mu(\text{мПа} \cdot \text{с}) = 55,03 \cdot \exp\left(-\frac{am}{34,642}\right),$$

где am – массовая доля амилозы в крахмале.

Коэффициент корреляции данного уравнения $R = 0,7185$ свидетельствует о достаточно высоком соответствии уравнения экспериментальным данным.

Следовательно, выбирая сорт гороха и определяя в крахмале массовую долю амилозы, можно вырабатывать крахмал с учетом требований конкретного потребителя.

Выводы.

1. В результате проведенных исследований 37 сортов и экспериментальных линий гороха из коллекции ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур» определены сорта Орловчанин, Алла, Родник, Сибирский 1, Фараон, Ягуар, Софья, рекомендуемые для переработки зерна на крахмал и белковый изолят на основании коэффициентов извлечения этих продуктов в результате лабораторной переработки.

2. Представляет интерес переработка зерна гороха сорта Фараон с массовой долей амилозы в крахмале 42,6 % и коэффициентами извлечения изолята и крахмала 80,4 и 83,2 % соответственно. Кроме высокого выхода белкового изолята и крахмала при переработке, этот сорт отличается от других выбранных для переработки сортов большим для гладкого гороха содержанием амилозы.

3. Из морщинистых сортов гороха для промышленной переработки наибольший интерес представляет селекционная линия Амиус 1241 с коэффициентами извлечения изолята белка и крахмала 70,3 и 69,1 % и массовой долей амилозы в крахмале 81,5 %, которая может быть рекомендована для регистрации в Госреестре.

4. Установлена зависимость вязкости 3%-го горохового крахмального клейстера от массовой доли амилозы в гороховом крахмале.

5. Выбор сорта гороха для переработки позволяет производить крахмал, имеющий прижизненную модификацию, т. е. обладающий требуемыми физико-химическими свойствами и резистентностью. Кроме того, в зависимости от выбора сорта гороха можно прогнозировать выход изолята и концентрата белка.

Список литературы

1. Talab H. A. Starch -protein extraction and separation it from green pea. European Online Journal of Natural and Social Sciences 2016;5(4):1012-1017. URL: https://www.researchgate.net/publication/351303050_Starch_-_protein_extraction_and_separation_it_from_green_pea
2. Dahl W. J., Foster L. M., Tyler R. T. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). British Journal of Nutrition. 2012;108(S1):3 -10. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007114512000852>
3. Kornet R., Venema P., Nijse J., Linden E., Meinders M. B. J. Yellow pea aqueous fractionation increases the specific volume fraction and viscosity of its dispersions. Food Hydrocolloids. 2019;99:105332. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105332>
4. Daba S., Morris C. F. Pea proteins: Variation, composition, genetics, and functional properties. Cereal Chemistry. 2022;99:8-20. DOI: <https://doi.org/10.1002/cche.10439>
5. Василенко А. А., Тымчук С. М., Поздняков В. В., Супрун О. В., Анцифорова О. В., Безуглый И. М. Содержание и жирокислотный состав масла в семенах крахмал-модифицирующих мутантов гороха. Зернобобовые и крупяные культуры. 2017;(3(23)):33-39. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29924504>
6. Пшеничная И. А., Филатова И. А., Беляева Е. П., Истомина О. Н. Оценка качества сортообразцов гороха на заключительном этапе селекционного процесса. Зернобобовые и крупяные культуры. 2017;(3(23)):39-43. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29924505>
7. Филатова И. А. Итоги работы по изучению и выделению генотипов гороха, обладающих основными хозяйственно ценными признаками. Международный научно-исследовательский журнал. 2017;(12-3(66)):150-153. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.103>
8. Бобков С. В., Уварова О. В. Разработка оптимального метода получения изолированных белков гороха для использования в селекции на качество. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(4):408-416. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.4.408-416>
9. Бобков С. В., Уварова О. В. Накопление запасных веществ в семенах дикого и культурного гороха. Земледелие. 2021;(4):24-27. DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10406>
10. Tzitzikas E. N., Vincken J. P., de Groot J., Gruppen H., Visser R. Genetic variation in pea seed globulin composition. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006;54(2):425-433. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0519008>
11. Dostalova R., Horáček J., Hasalova I., Trojan R. Study of Resistant Starch (RS) Content in Peas During Maturation. Czech Journal of Food Sciences. 2009;27(1):S120-S124. DOI: <https://doi.org/10.17221/935-CJFS>
12. Ren H., Setia R., Warkentin T. D., Ai Y. Functionality and starch digestibility of wrinkled and round pea flours of two different particle sizes. Food Chemistry. 2021;336(30):127711. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127711>
13. Носовская Л. П., Адикаева Л. В., Гольдштейн В. Г. Изучение использования инновационной низкопентозанной озимой ржи как сырья для производства крахмала и крахмалопродуктов. Достижения науки и техники АПК. 2018;32(7):83-85. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10720>
14. Mir J. A., Srikaeo K., García J. Effects of amylose and resistant starch on starch digestibility of rice flours and starches. International Food Research Journal. 2013;20(3):1329-1335. URL: [http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20\(03\)%202013/43%20IFRJ%20%20\(03\)%202013%20Srikaeo%20\(434\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20(03)%202013/43%20IFRJ%20%20(03)%202013%20Srikaeo%20(434).pdf)
15. Shen S., Hou H., Ding C., Bing D.-J., Lu Z.-X. Protein content correlates with starch morphology, composition and physicochemical properties in field peas. Canadian Journal of Plant Science. 2016;96(3):404-412. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0231>

References

1. Talab H. A. Starch -protein extraction and separation it from green pea. European Online Journal of Natural and Social Sciences 2016;5(4):1012-1017. URL: https://www.researchgate.net/publication/351303050_Starch_-_protein_extraction_and_separation_it_from_green_pea
2. Dahl W. J., Foster L. M., Tyler R. T. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). British Journal of Nutrition. 2012;108(S1):3 -10. DOI: DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007114512000852>
3. Kornet R., Venema P., Nijse J., Linden E., Meinders M. B. J. Yellow pea aqueous fractionation increases the specific volume fraction and viscosity of its dispersions. Food Hydrocolloids. 2019;99:105332. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105332>
4. Daba S., Morris C. F. Pea proteins: Variation, composition, genetics, and functional properties. Cereal Chemistry. 2022;99:8-20. DOI: <https://doi.org/10.1002/cche.10439>
5. Vasilenko A. A., Tymchuk S. M., Pozdnyakov V. V., Suprun O. V., Antsifirova O. V., Bezuglyy I. M. Content and fatty acid composition of oil in the seeds of pea starch-modifying mutants. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2017;(3(23)):33-39. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29924504>
6. Pshenichnaya I. A., Filatova I. A., Belyaeva E. P., Istomina O. N. Quality assessment of samples of pea varieties at the final stage of the selection process. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2017;(3(23)):39-43. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29924505>

7. Filatova I. A. Results of the work on studying and distinguishing potential genotypes of peas with main economically valuable characteristics. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* = International Research Journal. 2017;(12-3(66)):150-153. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.103>
8. Bobkov S. V., Uvarova O. V. Development of optimal method of obtaining pea isolated proteins for use in breeding for quality. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(4):408-416. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.4.408-416>
9. Bobkov S. V., Uvarova O. V. Accumulation of storage matter in seeds of wild and cultural pea. *Zemledelie*. 2021;(4):24-27. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10406>
10. Tzitzikas E. N., Vincken J. P., de Groot J., Gruppen H., Visser R. Genetic variation in pea seed globulin composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006;54(2):425-433. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0519008>
11. Dostalova R., Horáček J., Hasalova I., Trojan R. Study of Resistant Starch (RS) Content in Peas During Maturation. *Czech Journal of Food Sciences*. 2009;27(1):S120-S124. DOI: <https://doi.org/10.17221/935-CJFS>
12. Ren H., Setia R., Warkentin T. D., Ai Y. Functionality and starch digestibility of wrinkled and round pea flours of two different particle sizes. *Food Chemistry*. 2021;336(30):127711. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127711>
13. Nosovskaya L. P., Adikaeva L. V., Gol'dshteyn V. G. Use of innovative winter rye with a low content of pentosans as a raw material for the production of starch and starch products. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2018;32(7):83-85. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10720>
14. Mir J. A., Srikaeo K., García J. Effects of amylose and resistant starch on starch digestibility of rice flours and starches. *International Food Research Journal*. 2013;20(3):1329-1335. URL: [http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20\(03\)%202013/43%20IFRJ%2020%20\(03\)%202013%20Srikaeo%20\(434\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20(03)%202013/43%20IFRJ%2020%20(03)%202013%20Srikaeo%20(434).pdf)
15. Shen S., Hou H., Ding C., Bing D.-J., Lu Z.-X. Protein content correlates with starch morphology, composition and physicochemical properties in field peas. *Canadian Journal of Plant Science*. 2016;96(3):404-412. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0231>

Сведения об авторах

✉ **Гольдштейн Владимир Георгиевич**, кандидат техн. наук, зав. отделом, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», ул. Некрасова, д. 11, д. п. Красково, г. о Люберцы, Московская обл., Российская Федерация, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2042-0681>, e-mail: 6919486@mail.ru

Носовская Лилия Петровна, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», ул. Некрасова, д. 11, д. п. Красково, г.о Люберцы, Московская обл., Российская Федерация, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0973-0408>

Адикаева Лариса Владимировна, научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», ул. Некрасова, д. 11, д. п. Красково, г. о Люберцы, Московская обл., Российская Федерация, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3858-9071>

Коваленок Владимир Александрович, доктор техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», ул. Некрасова, д. 11, д. п. Красково, г. о Люберцы, Московская обл., Российская Федерация, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1742-7695>

Information about the authors

✉ **Vladimir G. Goldstein**, PhD in Engineering, leading researcher, Head of the Department, All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – branch of Russian Potato Research Centre, 11, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2042-0681>, e-mail: 6919486@mail.ru

Lilia P. Nosovskaya, senior researcher, All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – branch of Russian Potato Research Centre, 11, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0973-0408>

Larisa V. Adikaeva, researcher, All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – branch of Russian Potato Research Centre, 11, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3858-9071>

Vladimir A. Kovalenok, DSc in Engineering, professor, leading researcher, All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing – branch of Russian Potato Research Centre, 11, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1742-7695>

✉ – Для контактов / Corresponding author