

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-16-32>
УДК 635.656-02:664.84

И.М. Кайгородова*, В.А. Ушаков,
Н.А. Голубкина, И.П. Котляр,
Е.П. Пронина, М.С. Антошкина

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) 143080, Московская обл., Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

*Автор для переписки: kaigorodova-i@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Кайгородова И.М., Голубкина Н.А., Антошкина М.С. – проведение лабораторных анализов. Кайгородова И.М., Ушаков В.А., Голубкина Н.А., Котляр И.П. – изучение литературы. Все авторы принимали участие в написании статьи.

Для цитирования: Кайгородова И.М., Ушаков В.А., Голубкина Н.А., Котляр И.П., Пронина Е.П., Антошкина М.С. Пищевая ценность, качество сырья и продовольственное значение культуры гороха овощного (*Pisum sativum* L.). *Овощи России*. 2022;(3):16-32. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-16-32>

Поступила в редакцию: 07.02.2022

Принята к печати: 29.04.2022

Опубликована: 25.06.2022

Irina M. Kaigorodova*, Vladimir A. Ushakov,
Nadezhda A. Golubkina, Irina P. Kotlyar,
Ekaterina P. Pronina, Marina S. Antoshkina

Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Scientific Vegetable Center
(FSBSI FSVC)
14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo
district, Moscow region, 143072, Russian
Federation

*Corresponding author: kaigorodova-i@mail.ru

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: I.M. Kaigorodova, N.A. Golubkina, M.S. Antoshkina – conducting laboratory tests. I.M. Kaigorodova, V.A. Ushakov, N.A. Golubkina, I.P. Kotlyar – the study of literature. All authors took part in writing the article.

For citations: Kaigorodova I.M., Ushakov V.A., Golubkina N.A., Kotlyar I.P., Pronina E.P., Antoshkina M.S. Nutritional value, quality of raw materials and food value of vegetable pea culture (*Pisum sativum* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):16-32. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-16-32>

Received: 07.02.2022

Accepted for publication: 29.04.2022

Published: 25.06.2022

Пищевая ценность, качество сырья и продовольственное значение культуры гороха овощного (*Pisum sativum* L.)



Резюме

Горох овощной на сегодняшний день – наиболее широко используется среди основных овощных бобовых культур. Благодаря высокой пищевой ценности он имеет важное продовольственное значение и возделывается практически повсеместно. Высокие пищевые качества гороха овощного определяются содержанием белка, углеводов, пищевых волокон, витаминов, а также макро- и микроэлементов. Белок гороха популярен благодаря доступной цене по сравнению с белком животного происхождения. Ценность белка гороха определяет его аминокислотный состав и его высокая сбалансированность, особенно ценны аминокислоты, которые не синтезируются в организме животных и человека. В статье рассматривается пищевая ценность гороха овощного (зеленых бобов; свежего, замороженного и консервированного гороха овощного; сухих семян); содержание водорастворимого белка, аминокислотный состав, содержание макро- и микроэлементов в семенах гороха овощного сортов селекции ФГБНУ ФНЦО; качество свежего гороха овощного как сырья для консервирования в зависимости от типа семян и структуры крахмального зерна; требования к качеству сырья гороха овощного для консервирования; проростки и микрозелень как полезные и питательные продукты для свежего потребления; лечебные свойства гороха овощного; сорта гороха овощного для различного направления использования.

Ключевые слова: Горох овощной (*Pisum sativum* L.), пищевая ценность, водорастворимый белок, аминокислотный состав, макро- и микроэлементы, типы семян, крахмальные зерна, проростки, микрозелень, сорта

Nutritional value, quality of raw materials and food value of vegetable pea culture (*Pisum sativum* L.)

Abstract

Vegetable peas are by far the most widely used among the main vegetable legumes. Due to its high nutritional value, it has an important food value and is cultivated almost everywhere. High nutritional qualities of vegetable peas are determined by the content of protein, carbohydrates, dietary fiber, vitamins, as well as macro- and microelements. Pea protein is popular due to its affordable price compared to animal protein. The value of pea protein is determined by its amino acid composition and its high balance, especially valuable amino acids that are not synthesized in animals and humans. The article discusses the nutritional value of vegetable peas (green beans; fresh, frozen and canned vegetable peas; dry seeds); the content of water-soluble protein, amino acid composition, the content of macro- and microelements in the seeds of vegetable peas of FSBSI FSVC selection varieties; the quality of green peas as raw materials for canning, depending on the type of seeds and the structure of starch grains; requirements for the quality of raw vegetable peas for canning; seedlings and microgreens as useful and nutritious products for fresh consumption; medicinal properties of vegetable peas; varieties of vegetable peas for various uses.

Keywords: vegetable peas (*Pisum sativum* L.), nutritional value, water-soluble protein, amino acid composition, macro- and microelements, seed types, starch grains, seedlings, microgreens, varieties

Горох овощной относится к виду горох посевной (*Pisum sativum* L.). Во времена Средневековья горох являлся важной частью питания большинства людей на Ближнем Востоке, в Северной Африке и Европе [1]. К XVII и XVIII векам стали употреблять в пищу «зелёный горошек», то есть незрелый горох сразу после сбора. Употребление в пищу зелёного горошка во Франции и Англии характеризовалось высказыванием «и мода, и безумие» [2]. В этот период англичанами были выведены новые культурные сорта гороха, которые стали известны как «садовый» (англ. garden pea) или «английский» (English pea) горох. Далее популярной культурой горох овощной стал и в Северной Америке. С изобретением процесса консервирования и замораживания продуктов горох овощной стал доступным круглый год, а не только в летний период, как прежде.

Горох овощной на сегодняшний день наиболее широко используется среди основных овощных бобовых культур. Благодаря высокой пищевой ценности он имеет важное продовольственное значение и возделывается практически повсеместно. Производство гороха овощного (peas green) по данным ФАО (2020 год) в мире составило более 19,87 млн тонн, производственные посевы располагались на площади более 2,53 млн га. Лидерами по производству гороха в 2019 году являлись: Китай (11,25 млн т/1,40 млн га), Индия (5,70 млн т/0,56 млн га), США (279,34 тыс. т/52,89 тыс. га), Франция (265,42 тыс. т/45,51 тыс. га) и Пакистан (218,64 тыс. т/31,13 тыс. га) [3]. Посевные площади в Российской Федерации незначительны, более 27,71 тыс. га, производство – 116,12 тыс. т. Основные посевные площади, около 14,00 тыс. га, расположены в Южном Федеральном округе (Краснодарский край, Республика Адыгея, Ростовская область) и Северо-Кавказском ФО – 5,0 тыс. га (Ставропольский край, Республика Кабардино-Балкария).

Возделывают в основном горох овощной мозговых сортов, имеющие крахмальные зерна особой структуры (*P.*

sativum convar. *medullare*). Горох овощной свежий (зелёный горошек) убирают в фазе технической спелости (рис. 1а), что соответствует XI этапу органогенеза [4]. У «сахарных» или десертных сортов, не имеющих пергаментный слой в плодах (*P. sativum* convar. *axiphium*), употребляют в пищу молодые бобы с семенами. Сбор таких бобов (лопатонок) осуществляют в начале технической спелости, когда семена не полностью сформированы, что соответствует X этапу онтогенеза (рис. 1б).

Горох овощной употребляют в свежем виде, замораживают и готовят консервы «зелёный горошек». Замороженный – широко используется в кулинарии для приготовления салатов, супов, лапши, каши, запеканки и других блюд. При производстве консервов «зелёный горошек» также используют сублимированное сырьё. Для этого уборку горошка производят в биологической стадии спелости семян, подвергают сублимации (испарению влаги без перехода в жидкое состояние), хранят и в течение календарного года консервируют. Для сублимации как правило, используют гладкозерные сорта.

Благодаря высокой биологической ценности гороху свойственны следующие лечебные воздействия на организм: снижается уровень холестерина [5]; контролируется количество сахара в крови [6]; расщепляются и синтезируются аминокислоты; предотвращается возникновение онкологических образований [7]; стимулируется функциональность органов пищеварительной системы [8]; понижается кислотность в желудке [9]; осуществляется профилактика сердечно – сосудистых заболеваний [10-12]. Употребление гороха овощного стимулирует рост мышечной ткани у подростков и способствует удержанию правильного тонуса, оказывает благоприятное воздействие на умственные способности, а у людей старших возрастов блокирует процессы старения [13].

Высокие пищевые качества гороха овощного определяются содержанием белка, углеводов, пищевых волокон, а также макро- и микроэлементов (табл. 1).



а. лущильный (a. husking)



б. «сахарный» (b. «sugar»)

Рис. 1. Типы гороха овощного
Fig. 1. Types of vegetable peas

Таблица 1. Пищевая ценность гороха овощного в зависимости от направления использования и способов переработки [14-18]
Table 1. Nutritional value of vegetable peas depending on the direction of use and processing methods [14-18]

Состав	Техническая спелость		Продукт после переработки		Биологическая спелость
	зеленые бобы	горох овощной свежий	горох овощной замороженный	горох овощной консервированный	семена (воздушно-сухие)*
кКал/100 г (кДж/100 г)					
Энергетическая ценность	40 (167)	81 (339)	77(322)	69 (289)	250 (1046)
г/100 г продукта					
Вода	88,9	78,9	80,0	89,3	4,2-8,7
Белок	2,8	5,4	5,2	4,4	20,6-28,1
Жиры	0,2	0,4	0,4	0,4	1,5-2,5
Углеводы:	7,8	14,5	13,6	12,6	38,2-61,6
сахара	5,8	5,7-7,9	5,0	4,2	3,2
клетчатка	3,0	5,7	4,5	4,1	7,5
крахмал	0,4	н/д	4,2	н/д	39,5
Зола	0,2	0,9	0,8	1,0	2,8-3,9
Пищевые волокна	6,75	5,70	13,30	3,10	15,9-26,4
мг/100 г					
Калий (K ⁺)	200,0	244,0	192,0	106,0	414-1040
Фосфор (P)	53,0	108,0	51,0,0	63,0	163-390
Магний (Mg ²⁺)	24,0	33,0	23,0	19,0	47-135
Кальций (Ca ²⁺)	11,2	25,0	22,0	20,0	41-157
Железо (Fe)	2,1	1,5	2,0	1,3	0,6-9,7
Цинк (Zn ²⁺)	0,3	1,2	0,4	0,7	0,7-5,7
Марганец (Mn ²⁺)	0,3	0,4	0,3	0,3	1,1-2,1
Медь (Cu ²⁺)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2-0,9

* Содержание в семенах макро- и микроэлементов валовое

Энергетическая ценность гороха овощного в зависимости от направления использования и способов переработки составляет (40-250 ккал/100 г или 167-1046 кДж/100 г). Энергетическая ценность сухих семян составляет 250 ккал/100 г, содержание белка – 20,6-28,1%, углеводов – 38,2-61,6%, пищевых волокон – 15,9-26,4% и жиров – 1,5-2,5%. Содержание воды на уровне 80-90% содержится практически во всех категориях сырья, кроме семян (до 8,7%). В свежем горохе содержится 5,4% белка и 14,5% углеводов, в консервированном и замороженном горохе их немного ниже, а в свежих зеленых бобах эти показатели снижаются в два раза – 2,8% и 7,8%, соответственно. Содержание сахара в зеленых бобах около 6%, в свежем горохе до 8%, а в сырье количество сахара снижается.

Высокая концентрация минеральных веществ содержится в сухих семенах, так как уборку такого сырья производят в более поздние сроки, и наблюдается более значительное накопление этих веществ. Также достаточно высокое содержание элементов содержит свежий горох. Так, калия в горохе овощном накапливается от 106 мг/100 г до 244 мг/100 г, в семенах 414-1040 мг/100 г;

фосфора от 63 мг/100 г до 108 мг/100 г, в семенах 163-390 мг/100 г; магния от 19 мг/100 г до 33 мг/100 г, в семенах 47-135 мг/100 г; кальция от 11 мг/100 г до 25 мг/100 г, в семенах 41-157 мг/100 г; железа от 1,3 мг/100 г до 2,1 мг/100 г, в семенах 0,6-9,7 мг/100 г; цинка от 0,3 мг/100 г до 1,2 мг/100 г, в семенах 0,7-5,7 мг/100 г; марганца от 0,3 мг/100 г до 2,1 мг/100 г; меди от 0,1 мг/100 г до 0,9 мг/100 г. Во всем мире в рамках программы биофортификации ученые проводят исследования по обогащению урожая и увеличению концентрации питательных микроэлементов (например, йода и цинка) в бобовых культурах [19-20].

При изучении питательных веществ гороха овощного ученые подчеркнули его значение в питании человека благодаря широкому витаминному составу [21]. Витаминов в горохе насчитывается более 15 видов. Из жирорастворимых витаминов в свежем зелёном горошке присутствуют А, Е и К. Из водорастворимых – витамины С, В₁, В₂, В₃ (РР), В₄, В₆ и В₉. Важен не только качественный, но и их количественный состав. Горох овощной имеет различное соотношение витаминов, которое изменяется в зависимости от направления использования и способов переработки (табл. 2).

Таблица 2. Содержание витаминов в горохе овощном в зависимости от направления использования и способов переработки, на 100 г продукта [14; 22]

Table 2. Vitamin content in vegetable peas, depending on the direction of use and processing methods, per 100 g of product [14; 22]

Наименование витамина	Зеленые бобы	Горох овощной свежий	Горох овощной замороженный	Горох овощной консервированный
Витамин С, мг	60,0	40,0	18,0	9,6
Витамин А, мкг	326,0	230,0	42,0	23,0
Витамин Е, мг	0,39	0,13	0,00	0,02
К (филлохинон), мкг	18,6	24,8	27,9	21,4
В ₁ (тиамин), мг	0,08	0,27	0,06	0,08
В ₂ (рибофлавин), мг	0,15	0,13	0,10	0,02
В ₃ (РР, ниацин), мг	0,6	2,1	0,5	1,0
В ₄ , (холин), мг	20,0	28,4	27,0	-
В ₆ (пиридоксин), мг	0,16	0,17	0,15	0,07
В ₉ (фолиевая к-та), мкг	48,0	65,0	53,0	44,0

Высокое содержание витамина С находится в свежих зеленых бобах (60 мг/100 г) и свежем горохе (40 мг/100 г). В два раза снижается уровень витамина С при консервировании и значительно теряется при заморозке. С помощью сублимации удается сохранить высокий уровень этого витамина (28,8 мг/100 г), но нужно иметь в виду, что при восстановлении продукта – уровень витамина С также снижается [14; 22].

Высокая концентрация витамина А, (в том числе альфа- и бета-каротинов) находятся в свежих зеленых бобах и в свежем горохе (326-230 мкг/100 г), в других видах гороха содержание этого витамина незначительное (23-42 мкг/100 г).

Витамина Е в свежих бобах гороха овощного накапливается 0,39 мг/100 г, в свежем горохе этот показатель снижается в три раза (0,13 мг/100 г). А в переработанном виде в горохе витамина Е практически не содержится.

Витамин В1 (тиамин) входит в состав важнейших ферментов углеводного и энергетического обмена, а также метаболизма разветвленных аминокислот. Недостаток этого витамина ведет к серьезным нарушениям со стороны нервной, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем. Больше всего его находится в свежем горохе овощном (0,27 мг/100 г).

Витамин В2 (рибофлавин) встречается в продуктах в диапазоне от 0,02 мг/100 г (замороженный горох) до 0,15 мг/100 г (свежие бобы).

Витамин РР больше содержится в свежем горохе (2,1 мг/100 г), тогда как в зеленых бобах, замороженном и консервированном горохе его немного (0,6/0,5/1,0 мг/100 г, соответственно).

Витамина В4 (холин) накапливается в зеленых бобах до 20 мг/100 г, тогда как в свежем и замороженном горохе – 27-28 мг/100 г.

Больше всего витамина В₆ (пиродоксина) содержится в свежей продукции (0,16-0,17 мг/100 г). Такой же уровень этого витамина сохраняется при консервировании (0,14 мг/100 г, но он значительно снижается в процессе заморозки (0,07 мг/100 г).

Фолиевая кислота (В₉) – в свежем горохе её содержится 65 мкг/100 г. Самое низкое значение этого витамина находится в замороженном сырье – 44 мкг/100 г.

В горохе также накапливается витамин В₅ (пантотеновая кислота), который участвует в белковом, жировом, углеводном обмене, синтезе ряда гормонов, гемоглобина, способствует всасыванию аминокислот и сахаров в кишечнике. Содержание этого витамина в горохе овощном менее 0,1 мг/100 г.

Биохимический состав семян гороха овощного. Содержание белка и его способность усваиваться организмом это важный показатель пищевой ценности гороха овощного [23]. На содержание белка в горохе влияют как условия окружающей среды, так и генетические факторы [24-27]. Содержание белка по литературным данным в семенах гороха колеблется от 21% до 30%, в среднем 23%, в зависимости от генотипа, условий выращивания и сопутствующих факторов [28]. В местных сортах Эфиопии водорастворимого белка обнаружено 21,6-28,1% [18]. Причем отмечается, что более высокое содержание белка наблюдалось в урожае гороха, выращенном в засушливом месте, с меньшим количеством осадков [29]. Кроме того, известно, что урожайность семян отрицательно коррелирует с содержанием белка, и такие выводы были сделаны различными независимыми исследованиями, проведенными в разные годы и в различных местах [30-32]. Белки гороха классифицируются на основе фракционирования Осборна [33] на две разные категории, то есть глобулины, растворимые в соли, и альбумины, растворимые в воде,

Таблица 3. Содержание водорастворимого белка в семенах гороха овощного, 2018-2020 годы
Table 3. The content of water-soluble protein in vegetable pea seeds, 2018-2020

Сорта	Группа спелости ¹	Содержание белка ² , %	TDS ³ , %	Масса 1000 семян, г
Джоф	6	17,0±0,9b	1,83±0,08a	180±5a
Викинг	7	32,0±2,0a	1,67±0,15ab	180±4a
Барин	5	30,4±2,5a	1,68±0,06ab	170±2b
Неистоцимый 195	4	30,2±2,4a	2,03±0,10a	190±5b
Совинтер	5	30,1±2,3a	1,94±0,03a	170±6ab
Дарунок	6	29,8±2,8a	1,66±0,09ab	160±4b
Каира	5	28,8±2,6a	1,76±0,06a	200±5b
Фрагмент	5	28,2±1,2a	1,79±0,19a	120±5c
Корсар	3	28,0±2,1a	1,80±0,06a	160±3b
Егорка	5	28,0±1,5a	1,46±0,02b	140±4c
Триумф	6	27,8±1,7ab	1,67±0,12ab	210±5c
Виола	5	27,8±1,5ab	1,94±0,05a	170±4b
Великан	5	27,8±1,1ab	2,17±0,01a	180±5a
Геркулес	4	25,9±1,9b	1,84±0,05a	170±4b
Смайлик	3	25,7±2,0b	1,96±0,08a	85±2c
Среднее	–	27,83	1,81	165,67
SD	–	2,00	0,14	21,78
Cv, %	–	7,19	7,48	13,15
НСР ₀₅	–	1,85	0,11	16,72

Значения в столбцах для каждого сорта с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно теста Дункана при $p < 0,05$.

¹ Группы спелости обозначены согласно Государственному реестру селекционных достижений, 2021 год [34]

² Содержание белка определяли по Бредфорду [35], белок экстрагировали буферным раствором (рН 8,0), с небольшой модификацией. Калибровку осуществляли по бычьему сывороточному альбумину (99%) фирмы «Диаэм» (Россия)

³ TDS (total dissolved solids) – водорастворимые соединения

которые в совокупности составляют 80% белка семян гороха. Так, например, у адаптированных сортов селекции ФНЦО концентрация водорастворимого белка в семенах варьирует от 26% до 32%, тогда как у интродуцированного сорта Джоф иностранной селекции содержание белка 17%, что ниже отечественных сортов на 9-15% (табл. 3).

Анализ проведен на семенах, полученных в разные годы (2018-2020 годы); при этом, содержание белка изменялось не значительно по сортам, так как возделывание было в условиях одного региона. Также длина вегетационного периода и масса 1000 семян не оказывали влияния на накопление белка.

Существует множество исследований, в которых сообщается, что добавление горохового белка в зерновые продукты может повысить пищевую ценность продукта, поскольку гороховый белок обеспечивает незаменимые аминокислоты и улучшает текстуру зернового продукта [36-40]. Растительный белок может использоваться в

гидролиза, обладают антигипертензивным действием и антиоксидантной активностью [54]. Высокий уровень антиоксидантов в натуральных продуктах может быть даже более полезным, чем синтетические аналоги [53; 55].

Ценность белка гороха определяет его аминокислотный состав и его высокая сбалансированность [54; 56]. Белок гороха содержит меньшее количество аминокислот серы, то есть метионина и цистина, и более низкие уровни триптофана, тогда как высокие уровни лизина [57]. Особенно ценны аминокислоты, которые не синтезируются в организме животных и человека. К ним относят: лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, триптофан, фенилаланин. Содержание незаменимых аминокислот составило – 73,7 г/кг, из них критических (лизин, треонин, метионин) – 27,3 г/кг семян. В пересчете на содержание белка, их количество составило 336,7 мг/г и 124,7 мг/г, соответственно (табл. 4).

Таблица 4. Аминокислотный состав белка гороха овощного [26]
Table 4. Amino acid composition of vegetable pea protein [26]

Единицы измерения	Лизин	Треонин	Метионин	Валин	Изолейцин	Лейцин	Триптофан	Фенилаланин	Сумма незаменимых* аминокислот
г/кг семян	12,7	10,5	4,1	7,9	9,5	15,9	2,6	10,5	73,7
мг/г белка	58,0	48,0	18,7	36,1	43,4	72,6	11,9	48,0	336,7

* Незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, триптофан, фенилаланин)

качестве заменителя животного белка для удовлетворения пищевых потребностей лакто-вегетарианцев и, таким образом, может сделать пищу более здоровой. Исследователи работают над частичной или полной заменой молочных белков гороховым белком и влиянием на вкус и структуру этих продуктов [41-46]. В работе Amagliani [47] обсуждаются исследования ученых белка гороха в качестве инкапсулирующего материала, который является безопасным для здоровья человека, благодаря отсутствию генетических модификаций и не вызывающих аллергических реакций у человека. Так, в пищевой промышленности для обогащения белком широко используется метод экструдированных продуктов (экструзии). Экструзию с низким содержанием влаги (LME, 40%) обычно используют для приготовления закусок, а экструзию с высоким содержанием влаги (HME, > 40%), в основном используют для приготовления аналогов мяса. Применение экструдированных продуктов на основе горохового белка в настоящее время очень распространены, например, гороховый белок добавляют в рисовый крахмал [48-50], пшеничный крахмал [51] и кукурузную крупу [52] для приготовления продуктов, обогащенных белком. Экструдированные продукты, обогащенные гороховым белком, не только характеризуются высоким содержанием белка, но и обладают сбалансированным аминокислотным профилем по сравнению с чистыми экструдатами крахмала. Биоактивные пептиды бобовых также популярны благодаря доступной цене по сравнению с животным белком [53].

Благодаря высокому содержанию белка употребление гороха оказывает положительное влияние на сердечно-сосудистую систему и способствует снижению веса [10]. Биологически активные пептиды, образующиеся во время

Биологическая ценность белка, рассчитанная методом «химического числа», для незаменимых аминокислот составила 79,3%, методом «аминокислотного скор» – 105,5%. По содержанию незаменимых аминокислот белок гороха овощного полностью соответствовал «эталонному белку» ФАО/ВОЗ [26]. Благодаря этому, горох овощной имеет перспективы более широкого использования для оптимизации химического состава мясных полуфабрикатов [58]. Сравнение аминокислотного профиля муки, изолятов и концентратов белка гороха, сои и люпина было проведено Tomoskozi с коллегами. Они пришли к выводу, что состав аминокислот был одинаковым во всех соединениях с наибольшим количеством глутамина и сравнительно меньшими количествами аспарагиновой кислоты, лизина и аргинина и наименьшими показателями метионина, цистеина и триптофана [59]. В исследовании Amarakoon [60] аминокислотный профиль гороха показал, что горох, выращенный в Центральной Европе, богат лейцином, лизином и аргинином, которых достаточно для нормального питания.

Горох овощной помимо содержания белка ценится за содержание углеводов, клетчатки и пищевых волокон [61-68]. Углеводы и пищевые волокна в семенах в среднем составляют 10-20% и 50-64% от сухой массы, соответственно [25; 69-71]. В местных сортах гороха в Эфиопии содержится 16-26% волокна и 38-47% углеводов [18].

Учеными отмечено сильное влияние содержания крахмала на накопление белка [15]. Исследования в Канаде показали, что у лущильного сорта гороха была обнаружена значительная вариация содержания белка в зависимости от местоположения – 14,5%, 18,3%, 24,3% и 28,5%. Также сообщалось, что синтез крахмала является критическим фактором в определении содержания белка в горо-

хе, поскольку горох с гладкими семенами имеет более высокое содержание амилопектина, а крахмал демонстрирует более низкие уровни белка (23-31%), чем семена гороха морщинистые (26-33%) [72]. Рецессивный ген объясняет более высокий уровень белка в морщинистых семенах гороха.

Подробный анализ химических свойств и функциональных характеристик углеводов, в первую очередь крахмала и клетчатки, был изучен исследователями Hoover [7] и Tosh, Yada [62]. Крахмал состоит из амилозы, линейного глюкана с несколькими ветвями, и амилопектина, более разветвленной и крупной молекулы. Соотношение амилозы и амилопектина влияет на усвояемость крахмала. Крахмал гороха содержит промежуточный уровень амилозы, что отражает его уникальную функциональность и более высокий уровень ферментативной устойчивости и медленного его усваивания, что влияет на уровень глюкозы в крови [73]. Ученые имеют схожие мнения о концентрации амилозы и резистентного крахмала у разных видов гороха, в том числе овощного [7; 74], но одни отмечают влияние среды на его накопление [68], другие – его отсутствие [24].

Пищевые волокна в горохе находятся как в семенной оболочке, так и в семядолях. Оболочка содержит в основном клетчатку, тогда как семядольное волокно состоит в основном из полисахаридов с различной степенью растворимости, включая пектины [15; 62; 74]. Свойства крахмала и клетчатки делают горох пищей с низким гликемическим индексом и полезным для профилактики и лечения диабета второго типа [75]. Кроме того, клетчатка может снизить уровень холестерина в крови за счет уменьшения реабсорбции желчных кислот [5].

Калий является ценным элементом для организма, так как соли калия нормализуют деятельность сердечной мышцы, уменьшают способность тканевых белков удерживать воду. При определении его концентрации в семе-

нах гороха овощного было обнаружено, что калий преобладает среди других макроэлементов и его содержание зависит от сорта и зоны выращивания. В различных местных сортах гороха в Эфиопии калия обнаружено существенно меньше, от 414 до 742 мг/100 г [18], чем в семенах гороха из Турции (562,8-937,8 мг/100 г) [28]. По другим исследованиям содержание калия в высушенных семенах гороха может достигать 1040 мг/100 г сухой массы [15-16].

Вторым макроэлементом по накоплению следуют фосфор, содержание которого в семенах по данным разных авторов может составлять 163-390 мг/100 г в [15; 16; 28]. Соединения этого элемента включены во все процессы жизнедеятельности организма. Особое значение они имеют для обмена веществ и функций печени и почек. Благоприятно влияют на нервную систему, ткани мозга и мышц.

Достаточно высокие показатели накопления кальция в горохе овощном – 41,1-157,4 мг/100 г [15; 16; 18]. Он также является важным для организма человека элементом. В составе костной ткани его сосредоточено 99% от общего количества, а еще он участвует в процессе свертывания крови, нормализует возбудимость нервной ткани и сокращение мышц.

В семенах накопление магния по разным данным может быть в пределах 47,3-135,0 мг/100 г [15; 16; 18; 60]. Причем минимальное содержание магния обнаружено в семенах местных сортов Эфиопии, а максимальное – у сортов, выращенных в Северной Дакоте, США. Магний нормализует деятельность мышц сердца и его кровоснабжение, участвует в энергетическом обмене углеводов, входит в состав костей, укрепляет слизистые оболочки и кожу.

В ФГБНУ ФНЦО была изучена биологическая аккумуляция некоторых значимых микроэлементов в семенах 12 генотипов гороха овощного (табл. 5).

Таблица 5. Валовое содержание микроэлементов в семенах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО, 2018-2019 годы
Table 5. Gross content of trace elements in seeds of vegetable peas of FSBSI FSVC selection, 2018-2019

Сорт	Fe, мг/100 г	Zn, мг/100 г	Mn, мг/100 г	Cu, мг/100 г	TDS*, %
Викинг	7,08±0,10b	1,96±0,07a	0,74±0,01a	0,64±0,01a	1,67±0,15a
Дарунок	7,42±0,21b	2,03±0,10b	0,74±0,02a	0,68±0,01a	1,66±0,09a
Смайлик	7,66±0,15a	1,81±0,11a	0,82±0,03b	0,57±0,02b	1,96±0,08bc
Корсар	6,93±0,16c	2,01±0,04b	0,67±0,01b	0,52±0,01b	1,80±0,06b
Барин	9,99±0,22c	2,19±0,14b	0,80±0,02b	0,75±0,03b	1,68±0,06a
Каира	7,64±0,15a	1,81±0,15a	0,73±0,03a	0,63±0,02a	1,76±0,06ab
Чика	7,95±0,10a	1,99±0,10ab	0,96±0,05c	0,53±0,02b	2,03±0,10c
Триумф	8,51±0,10b	1,69±0,09b	0,62±0,02b	0,65±0,03a	1,67±0,12a
Егорка	8,01±0,20a	2,08±0,12b	0,92±0,01c	0,49±0,02c	1,46±0,02c
Совинтер	9,33±0,13c	2,22±0,14c	0,82±0,01b	0,62±0,01a	1,94±0,03bc
Жегаловец	7,39±0,11b	1,91±0,11a	0,83±0,01b	0,61±0,02a	1,79±0,19ab
Геркулес	8,82±0,10b	2,22±0,18bc	0,89±0,03bc	0,53±0,01b	1,84±0,05b
Среднее	8,06	1,99	0,80	0,60	2,21
SD	0,73	0,13	0,08	0,06	0,76
Cv, %	9,11	6,61	9,96	10,20	34,39
НСР ₀₅	0,55	0,11	0,05	0,05	0,66

Значения в столбцах для каждого сорта с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно теста Дункана при $p < 0,05$

*TDS (total dissolved solids) – водорастворимые соединения

Железо – незаменимая составная часть гемоглобина крови и мышц, а также дыхательного пигмента. Около 60% его сосредоточено в красных кровяных тельцах, а недостаток его может привести к развитию малокровия. Особенно это касается детей, у которых запас железа в организме ограничен. Оно способно накапливаться в организме человека и 30% или 300 мг сосредоточено в костном мозге, помимо этого, железо входит в состав окислительно-восстановительных ферментов. В семенах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО отмечен высокий уровень накопления железа 6,93-9,99 мг/100 г, а в отдельные годы он достигал 10,2 мг/100 г [17], это объясняется высоким содержанием железа в почве и воде на участках выращивания гороха овощного в условиях опытного поля ФГБНУ ФНЦО. Полученное содержание железа в семенах согласуется с некоторыми литературными данными – 9,7 мг/100 г [15] и 7,8 мг/100 г [16], но в США в Северной Дакоте этого элемента в семенах гороха содержится в два раза меньше – 4,6-5,4 мг/100 г [60]. В сортах Эфиопии уровень железа в семенах был минимальным и составил 0,6-2,3 мг/100 г [18].

Цинк входит в структуру фермента, обеспечивающего процессы дыхания. Он необходим для нормальной функции желез внутренней секреции, предупреждает ожирение печени, нормализует жировой обмен. В зарубежных исследованиях приводятся данные по содержанию цинка в семенах гороха на уровне 4,1 мг/100 г [15]; 3,4 мг/100 г [16]; 3,9-6,3 мг/100 г [60] и 2,1-5,7 мг/100 г [28]. Самое малое накопление в местных сортах гороха в Эфиопии – 0,7-3,1 мг/100 г [18]. Содержание этого элемента в исследуемых образцах ФГБНУ ФНЦО находилось в пределах 1,69-2,22 мг/100 г (табл. 5).

Марганец является одним из незаменимых микроэлементов, принимает участие в ко-стеобразовании, кроветворении, влияет на рост, половое развитие, размножение, иммунитет и обмен веществ, предупреждает ожирение печени. По количеству марганца сорт Чика на 11% превышал средний уровень значений и на 35% минимальный показатель. Содержание этого элемента по сортам было 0,62-0,96 мг/100 г. По литературным данным содержание марганца в семенах гороха составляет 1,1 мг/100 г [15], что немного выше показателей у сортов селекции ФГБНУ ФНЦО выращенных в условиях Московской области. По данным эфиопских исследователей этого элемента в горохе обнаружено 0,2 мг/100 г [18].

Медь имеет важное значение в процессах костеобразования и пигментации волос. Содержание меди изменялось в диапазоне от 0,49 мг/100 г (сорт Егорка) до 0,75 мг/100 г (Барин). Другие авторы приводят показатели содержания меди на уровне 0,9 мг/100 г [15] и 0,7 мг/100 г [16]. По данным эфиопских исследователей этого элемента в горохе обнаружено 0,2 мг/100 г [18].

В исследованиях Ушаковой [17] в других сортах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО содержание цинка может достигать до 2,4 мг/100 г, марганца – до 3,2 мг/кг.

Помимо перечисленных элементов, в горохе овощном содержится еще свыше 20 микроэлементов, таких как: молибден (1,2 мг/100 г), бор (0,4 мг/100 г), ванадий, кремний, кобальт, никель и другие [15]. Содержание некоторых в 100 граммах продукта значительно превосходит суточную потребность человека в этих элементах [76].

По данным Amarakoon [60], содержание микроэлементов в разных генотипах гороха, возделываемого в

Северной Дакоте, США, было непостоянным и колебалось от 4,6 до 5,4 мг/100 г для железа (Fe), от 3,9 до 6,3 мг/100 г для цинка (Zn), и 13,5 мг/100 г для магния (Mg). Согласно их исследованиям, горох является хорошим источником железа, цинка и магния, но плохим источником кальция. Семена гороха помимо минеральных элементов содержат фитаты (инозитолгексафосфат). Эти соединения обладают антипитательными свойствами, поскольку они снижают доступность основных минералов, особенно железа, цинка и кальция [77]. Они образуют комплексы с железом и цинком, что в некоторых случаях может вызвать дефицит этих элементов в рационе человека [78]. Фитаты являются основной причиной накопления фосфора в тканях растений [79]. Они синтезируются во время созревания семян и составляют от 60 до 90% общего фосфора [80]. С другой стороны, фитаты проявляют некоторые полезные эффекты, поскольку они снижают риск развития ишемической болезни сердца, атеросклероза и диабета, а также проявляют антиоксидантные свойства [79]. Исследования, проведенные в Люблине, показали накопление фитата фосфора в сорте гороха Богун на уровне 17,7 мг/100 г [16].

Содержание водорастворимых элементов (TDS) варьировало значительно, от 1,46% до 2,03%, в зависимости от генотипа. В зарубежных исследованиях в семенах содержалось больше золы – 2,94% [16] и 2,76-3,95% [18].

По данным эпидемиологических исследований в странах с высоким потреблением овощей и фруктов частота сердечно-сосудистых и раковых заболеваний на порядок ниже [81]. Защитные свойства связаны, прежде всего, с антиоксидантными свойствами их компонентов и одним из таких компонентов является селен [82], необходимый уровень которого для суточного потребления человеком составляет 70 мкг [83]. Россия относится к странам с низким селеновым статусом, а лидером по производству сельскохозяйственных продуктов с высоким содержанием селена считается Канада [84]. Исследования, проведенные на сортах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО, показали наличие селена в среднем 12,3 мкг/100г сухих семян [17], тогда как накопление селена в горохе, выращенном в Канаде содержит 4,2 мг/100г. Ученые из Канады предположили, что горох, произведенный там, может быть полезен для некоторых стран, где дефицит селена является значительным [15].

Характеристика семян. Важными сортовыми признаками семян гороха овощного являются такие как – крупность семян (определяется по признаку масса 1000 семян: от очень мелких, менее 50 г до очень крупных, более 350 г) и окраска зрелых семян: от светло-желтой до изумрудной [85] (рис. 2).

В консервной промышленности наиболее востребованы сорта имеющие зеленую окраску семян и семядолей у биологически спелых семян. Для сублимации должны использоваться сорта с массой 1000 семян менее 180 грамм и стойкой зеленой окраской семядолей. Для заморозки используют сорта с более крупными семенами массой 1000 штук – 180-220 грамм с ярко-зеленой или темно-зеленой окраской.

Семена гороха овощного в зависимости от поверхности семян подразделяются на следующие типы: 1. округлые или гладкие; 2. округлые с мелкой ячеистостью или с мелким вдавлением; 3. морщинистые (мозговые) (рис. 2).

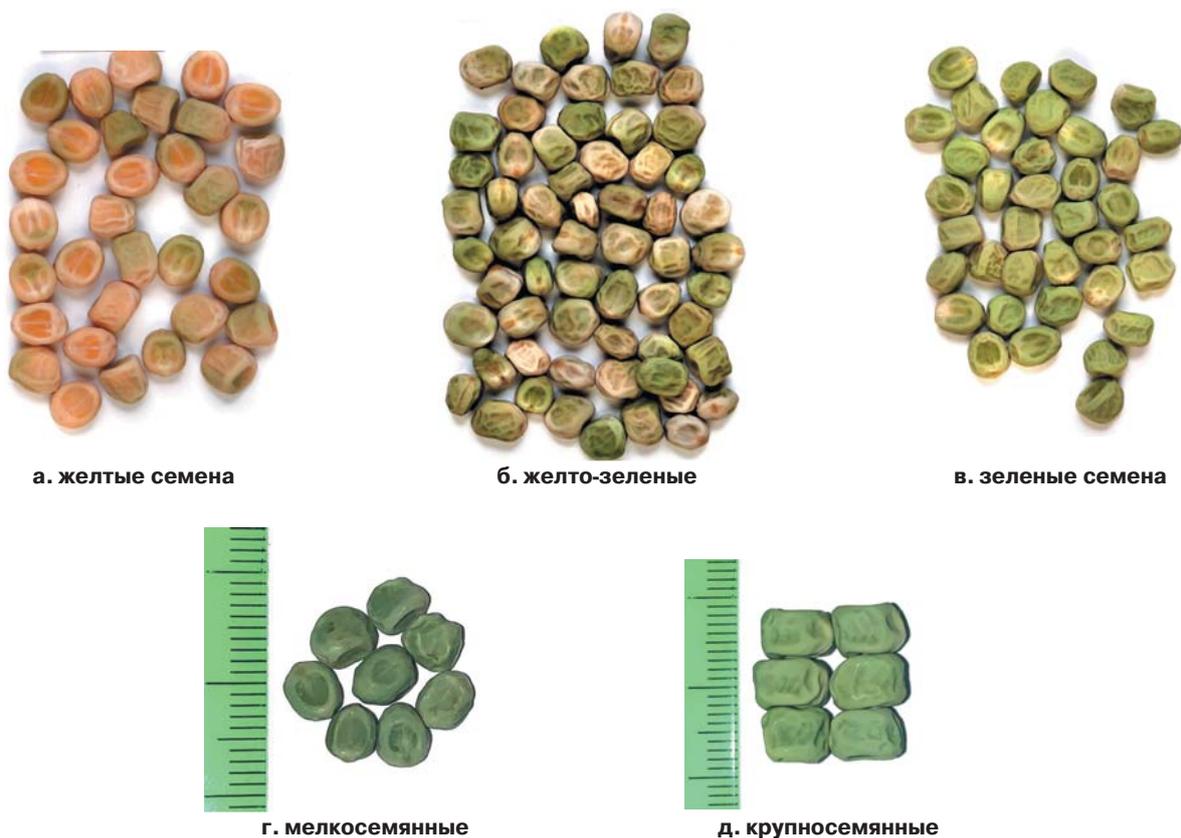


Рис. 2. Окраска и размер семян гороха овощного
Fig. 2. Color and size of vegetable pea seeds



Рис. 3. Типы семян гороха овощного
Fig. 3. Types of vegetable pea seeds

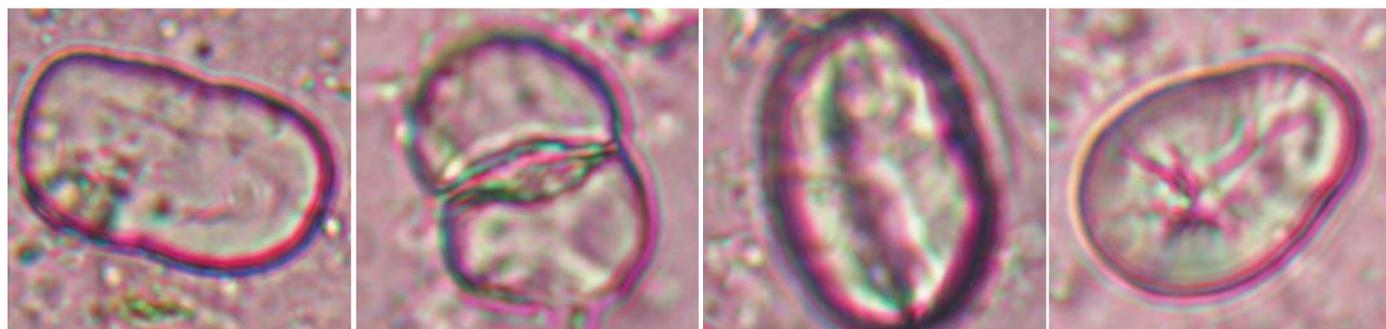
У большинства овощных лущильных сортов семена по форме квадратно- или плоско-сдавленные, у сахарных сортов – округлые или угловатые. Мозговые сорта отличаются по степени морщинистости семян, которая напрямую связана с накоплением крахмала в период технической спелости и содержанием амилозной фракции [86]. У сортов, пригодных для консервирования, с морщинистыми семенами крахмал содержит 70-90% амилозы и 10-30% амилопектина [87]. К высокоамилозным относят сорта с содержанием амилозы в крахмале 80% и выше. Таким образом, показатель «содержание амилозы» в крахмале семян может быть использован в качестве объективного критерия при оценке сортов на качество.

Также, по структуре крахмальных зерен в семенах гороха овощного можно оценить сорта на пригодность для консервирования зеленого горошка. Крахмальные зерна отличаются по размеру и имеют простую или сложную структуру – в зависимости от количества сегментов, на которые они распадаются. Крахмальные зёрна можно классифицировать на три типа: 1. простые с радиальными

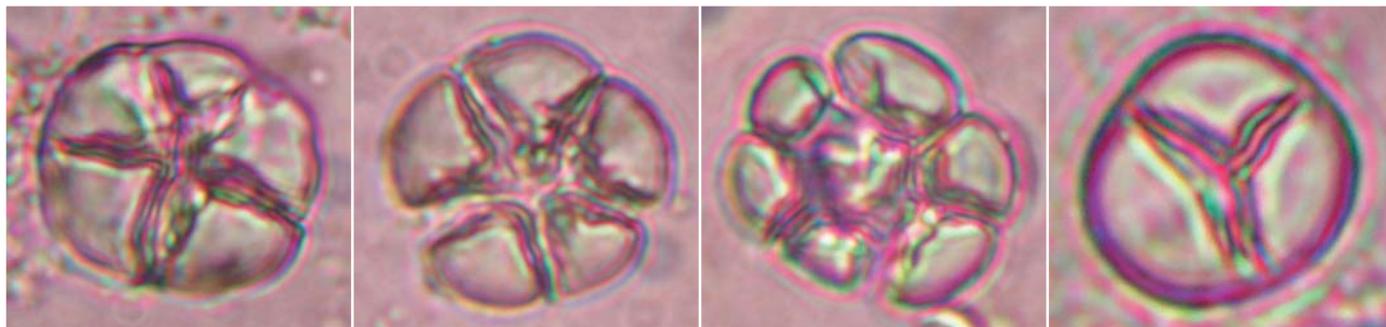
щелями или с двумя сегментами (рис. 4а); 2. сложные, распадающиеся на три и более сегмента (рис. 4б) и 3. простые угловатые – полуразрушенные сегменты сложных крахмальных зерен с мелкими осколками в виде пыли (рис. 4в).

Семена округлые или гладкие в настоящее время не используются в консервной промышленности, так как содержание сахара у них не превышает 6%, период технической спелости 1-2 суток, а главное – содержания амилозы 20-38%. Крахмальное зерно у таких сортов простое и крупное в виде шариков неправильной формы.

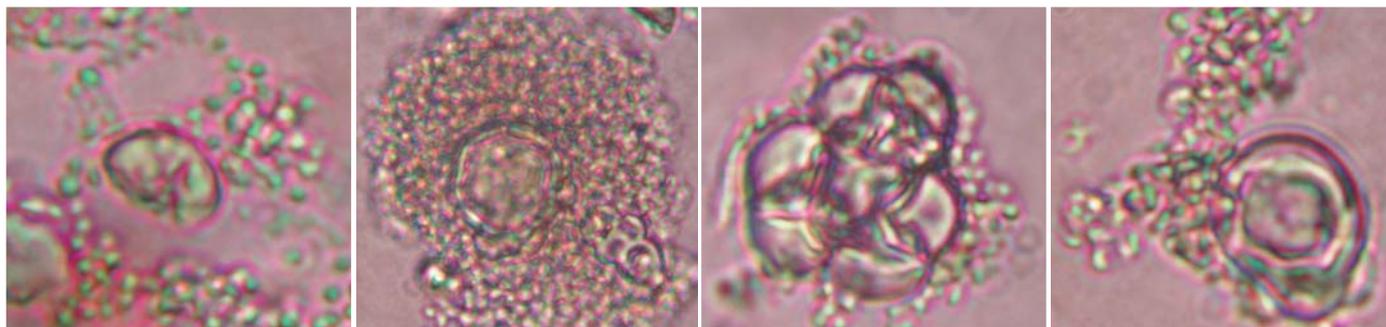
Зеленый горошек из семян округлой с мелкой ячеистостью, или с мелким вдавлением формой, можно квалифицировать как переходные, характеризуются они коротким периодом технической спелости (до двух суток), содержанием сахара до 7%, амилозы от 30% до 60%. Размер крахмального зерна у них большой, форма имеет сложную структуру с разделением на две-три крупные части. Такой горошек можно использовать для сублимации и заморозки.



а. крахмальные зерна гладких и переходных семян (1 тип)



б. крахмальные зерна мозговых сортов (2 тип)



в. крахмальные зерна мозговых мелкосемянных сортов (3 тип)

Рис. 4. Типы крахмальных зерен
Fig. 4. Types of starch grains

Мозговые сорта отличаются удлиненным периодом технической спелости и значительно превосходят гладкосемянные образцы по содержанию сахара (7-10%). Лучшие по качеству зеленого горошка сорта характеризуются меньшим диаметром сложных крахмальных зерен и большим количеством осколков – крахмальных зерен третьего типа [88-879].

Например, семена сорта Изумруд (селекции ФГБНУ ФНЦО) имеют размер крахмальных зёрен – 16,8 мкм, среднее число сегментов – 5,4 шт. и темнозелёную «изумрудную» окраску зерна в технической и в биологической стадии спелости [90]. Зеленый горошек данного сорта пригоден для консервирования.

Семена с крахмальными зернами преимущественно третьего типа имеют наиболее длительный переход полимеризации сахаров в крахмал. Эти сорта относятся к мелкосемянным, также из них готовят консервы премиум класса. Такие сорта наиболее ценятся на рынке зеленого горошка [91].

У мозговых округлых, практически гладких семян размер крахмальных зерен составил – 55,4 мкм², у морщинистых – 16,8 мкм², у мелкоморщинистых – 11,8 мкм²; у барабанчиковидных – от 4,8 мкм² (мелкосемянные) до 15,2 мкм² (крупносемянные). Для предварительной оценки гибридных потомств на пригодность для консервной про-

мышленности можно использовать различия мозговых сортов по степени морщинистости и по размеру и строению крахмальных зерен в биологически спелых семенах.

Требования к качеству сырья гороха овощного для консервирования. Горох убирают в период технической спелости при содержании сухого вещества от 19%. В этой фазе свежий горох содержит максимальное количество полезных веществ. Горох овощной свежий – продукт скоропортящийся, в обычных условиях после обмолота он хранится не более двух часов (в бобах – 10-12 часов). В дальнейшем начинается быстрое размножение микроорганизмов, сопутствующее порче сырья. Промывание и последующее хранение при пониженной температуре позволяют удлинить это время до 7-8 часов. Быстрое перезревание гороха и снижение при этом его пищевых качеств, ставит задачу регулирования сроков созревания и равномерного поступления сырья на перерабатывающие предприятия. Поэтому производственные посевы гороха овощного размещаются, как правило, вокруг предприятий по переработке сырья для оперативной доставки свежего сырья на переработку.

Вкусовые качества свежего гороха определяются соотношением содержания сахара и крахмала, причем повышение крахмала (свыше 3%) влечет за собой резкое их снижение [92-100]. Для сохранения качества зерна,



Рис. 5. Проростки и микрозелень гороха овощного
Fig. 5. Sprouts and microgreens of vegetable peas

период физиологической активности во время созревания гороха, т.е. период технической спелости, должен быть продолжительным и составлять 5-7 суток, независимо от погодных условий [101-102]. На длительность периода технической спелости и качество гороха оказывают влияние: форма семян [101], их размер [91], содержание сахара [104] и количество амилозной фракции в крахмале [105-106].

В настоящее время для производства консервов «зеленый горошек» используют горох овощной мозговых сортов со средним размером массы 1000 семян – 170-200 грамм. Однако установлено, что мелкосемянные сорта обладают высоким содержанием амилозы в крахмале и более продолжительным периодом технической спелости [86; 91]. Пугина в своем исследовании доказала обратную взаимосвязь массы 1000 семян и числа семян в бобе, бобов на растении и прямую – концентрации крахмала с более высоким содержанием амилозы [86]. В связи с этим, для производства консервов премиум класса, актуально возделывание сортов с массой 1000 семян менее 150 г.

Уборка свежего гороха овощного производится в фазе технической спелости при 75-90% выполненных бобов, в этот период сырье пригодное для консервирования и имеет соответствующую плотность (финометров, матюрометров). Технологическую оценку и биохимический анализ свежего гороха проводят согласно требованиям ГОСТа (ГОСТ 5312-2014) по консервам «зеленый горошек» [107]. При определении качества большое внимание уделяется «товарному» виду и органолептической оценке [108-110]. Используют такие показатели как: внешний вид, цвет, прозрачность заливочной жидкости, консистенция зерна, вкус и химический состав (содержание сухого вещества, сахара, крахмала, белка, клетчатки, витамина С). В консервах зерно должно быть выровненное, среднего размера, диаметром до 9 мм; при калибровке фракция 7-8 мм должна составлять более 75% общей массы. Цвет – однородный, интенсивно-зеленый, устойчивый к температурным воздействиям в процессе переработки и хранения. Окраска зерна определяется яркостью и насыщенностью цвета семядолей [112]. Консистенция должна быть нежная, горох с тонкой не грубой кожицей, неотделяющейся при консервировании. Вкус – приятный, сладковатый, с выраженным ароматом. Качество консервов тесно связано с химическим составом зеленого горошка. Зерно горошка высшего сорта должно содержать: спирто-

нерастворимых веществ не более 18%, сахаров – не менее 7,5%, крахмала – не более 2,5% (амилозы – не менее 84% от общего количества), витамина С – не менее 50 мг/100 г, белка – не менее 7%, отношение сахара/крахмал – не менее трёх [87].

Проростки и микрозелень гороха овощного. В последнее время эксперты, занимающиеся исследованием здорового питания, все больше и больше акцентируют внимание на биологической ценности новых свежих продуктов питания – овощных проростков и микрозелени [113]. Они обладают колоссальной пищевой ценностью, так как содержат высокую концентрацию витаминов, минералов, белков, ферментов и антиоксидантов [114-115].

Проростки и микрозелень это современный функциональный органический продукт, полученный из семян (рис. 5).

Сегодня эти продукты – одни из самых интересных новинок на рынке свежих овощей, их также называют «функциональными продуктами» или «суперпродуктами» [116], поскольку, помимо питательных веществ, они могут содержать биоактивные соединения, способные улучшить некоторые функции организма и снизить риск заболеваний.

Овощные проростки – это семена на стадии прорастания с длиной корешка 0,25–0,5 см. Достоинствами проростков являются: простота выращивания, дешевое производство, свежесть продукции, разнообразие, подщелачивающий эффект, легкая усвояемость, высокое содержание растительного белка [117].

Микрозелень гороха – это молодые побеги и имеющие не менее 2-3 настоящих листьев, высотой 12-15 см. На этой стадии развития в них сконцентрировано максимальное количество витаминов, минералов и других питательных веществ (табл. 6).

В 100 грамм свежих проростках микрозелени гороха содержится витамина С 25,1 мг, витамина Е – 4,9 мг, витамина К – 0,7 мкг. Для удовлетворения суточной потребности в витаминах С и Е взрослому человеку необходимо употребить около 250 г свежей микрозелени, а витамина К – 100 г. Свежий бобовый продукт богат минералами, особенно калием (436 мг/100 г). Также, в 100 граммах микрозелени содержится кальций, фосфор и магний (106,0; 54,4 и 26,4 мг, соответственно). Молодые растения также богаты другими питательными веществами: золой (0,36 г/100 г), углеводами (3,39 г/100 г) и белками (3,73 г/100 г); содержит воду и небольшое количество жиров, имеет

Таблица 6. Пищевая ценность свежей микрозелени гороха овощного [118-119]
Table 6. Nutritional value of fresh microgreens of vegetable peas [118-119]

Пищевая ценность					
г/100 г					ккал/100 г
зола	углеводы	белок	вода	жиры	
0,36	3,39	3,73	92,37	0,15	29,83
Содержание витаминов					
Содержание в 100 г продукта			Количество продукта для удовлетворения суточной потребности взрослого человека, г		
Витамин С, мг	Витамин Е, мг	Витамин К, мкг	Витамин С	Витамин Е	Витамин К
25,1	4,9	0,7	239	265	100
Содержание химических элементов (мг/100 г свежего продукта)					
Магний (Mg ²⁺)	Натрий (Na ⁺)	Калий (K ⁺)	Кальций (Ca ²⁺)	Фосфор (P)	Нитраты (NO ₃ ⁻)
26,4	7,9	436	106	54,4	127

энергетическую ценность около 30 ккал на 100 г⁻¹. Однако, как и другие листовые овощи, микрозелень может содержать высокое количество нитратов, которые считаются антипитательными факторами [120-121]. В микрозелени гороха их содержится 127 мг/100 г свежего продукта.

По вкусовым качествам, микрозелень – нежная, сочная, имеет слегка сладковатый вкус с неярко выраженным оттенком ореха. Микрозелень гороха часто используют в разных блюдах, среди самых популярных: фитнес салаты, диетические супы и овощные смузи; также ею украшают готовые блюда.

Достоинство проростков и микрозелени:

- биологическая ценность белка и углеводов – изменяется количественный состав аминокислот, часть из них расщепляется на более простые, которые легко усваиваются [122-123], отмечено увеличение содержания сахаразы, глюкозы и фруктозы [124].

- подщелачивающий эффект – хлорофилл в проростках помогает поддерживать рН крови при изменении кислотности и оксигенизировать клетки человека;

- биодоступное питание – при прорастании семян снижаются ингибиторы, а ферменты активизируются, что позволяет пище легко усваиваться организмом при большом содержании питательных веществ;

- свежесть и доступность – проростки можно выращивать круглый год, что не требует высоких капиталовложений.

В проростках содержание фитохимических соединений выше, чем в растениях в состоянии технической спелости [125-126]. Они являются источником белка, полисахаридов, витаминов, минералов, пищевых волокон и антиоксидантов, обладают антигенотоксичным эффектом [127], богаты фитоэстрогенами (изофлавонокуместан) [128-129]. При содержании жира около 1%, среди жирных кислот преобладает линолевая кислота – 40,6% [130]. Вещества с фитохимическими свойствами (природные антиоксиданты и глюкозинилатвы), образующиеся при прорастании, защищают ДНК от повреждения, индуцированного H₂O₂, и играют значительную роль в профилактике рака [131-133].

Проростки гороха синтезируют фитохимические фенольные соединения, которые действуют как ингибиторы на патогенные микроорганизмы. В сочетании с ацетил-

салициловой кислотой проростки эффективны против бактерий вида *Helicobacter Pylori* [127].

Обогащение проростков гороха селеном является перспективным направлением получения функциональных продуктов питания с повышенным содержанием антиоксидантов. По исследованию ученых нашего центра обогащение селенатом натрия приводит к увеличению содержания селена с 0,2 до 53,0 мг/г [134]. Продукт становится еще более антиканцерогенным, что является одной из немаловажных особенностей – противостояние процессу старения кожи и человеческого организма в целом [6; 135-136].

В основном микрозелень производят в промышленных условиях. Но получить ее можно легко и в домашних условиях. Срезанную микрозелень горошка можно хранить 2-3 суток, поместив ее в плотно закрытом пластиковом контейнере на нижнюю полку холодильника.

При всей пользе, которую несет горох овощной человеческому организму, им не следует злоупотреблять, так как может возникнуть повышенное газообразование, особенно у пожилых людей, у кормящих женщин и маленьких детей.

Сорта гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО различного направления использования. Федеральный научный центр овощеводства более 100 лет занимается селекцией гороха овощного. На сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений 2021 года зарегистрировано 45 сортов гороха овощного селекции нашего учреждения [34].

Сорта гороха овощного имеют различные морфотипы, которые различаются по типу листа (усатые и обычные), по размеру семян и по группам спелости. Согласно группам спелости из лущильных сортов, для удобства переработки на консервных заводах выстраивают конвейер посева и поступления свежего гороха на переработку от ранних сортов до более поздних [137-138]. Таким же образом, можно выращивать в приусадебных хозяйствах несколько сортов разных групп спелости для получения более продолжительного времени свежего и полезного продукта.

Широкое распространение в Российской Федерации имеют такие сорта селекции ФГБНУ ФНЦО как: Корсар, Викинг, Барин, Совинтер которые используют в консервной промышленности (рис. 6).

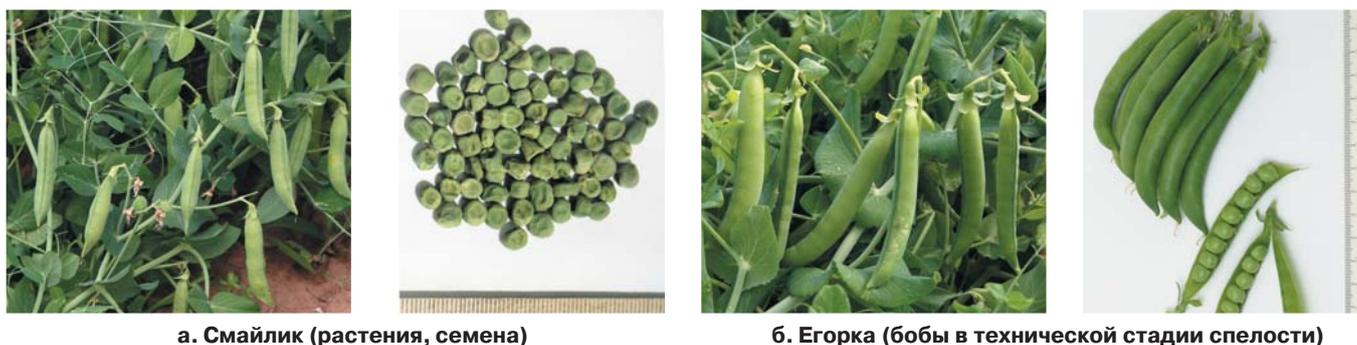


а. Корсар (растение, семена, бобы)

б. Викинг

Рис. 6. Сорты консервной промышленности
Fig. 6. Varieties of the canning industry

Мелкосемянные сорта Смайлик и Егорка созданы селекционерами для выращивания и приготовления консервов премиум класса (рис. 7).

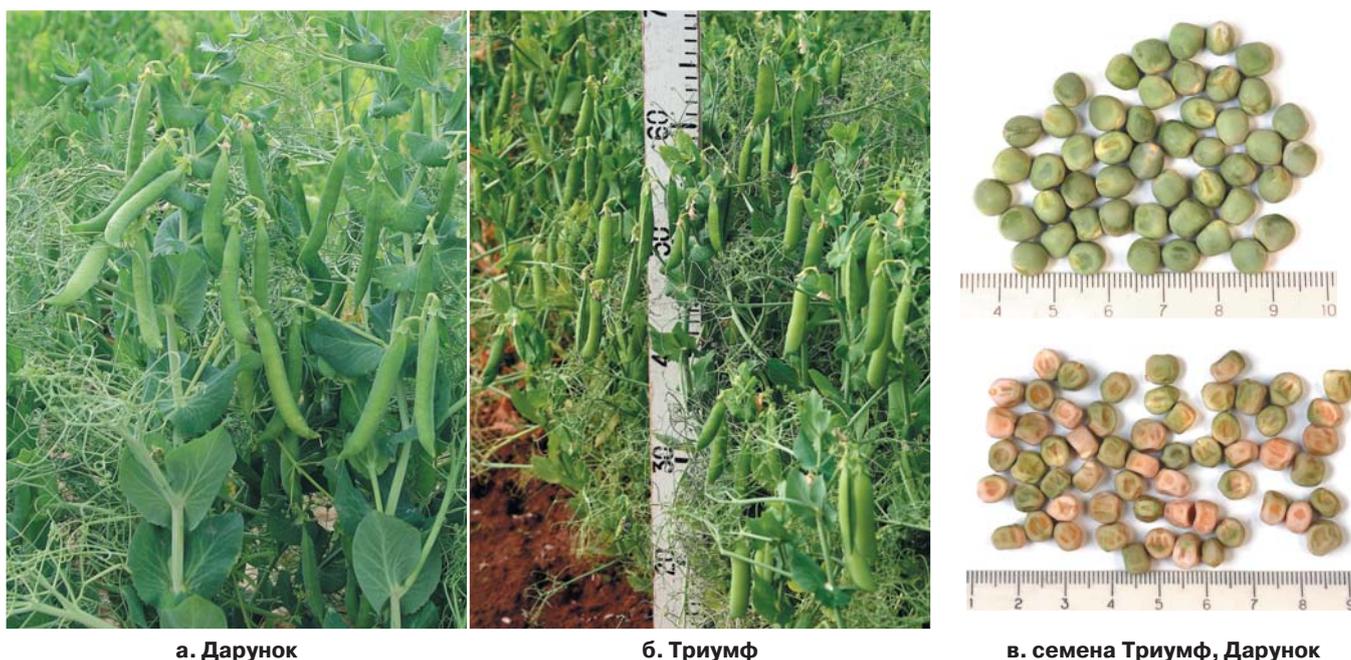


а. Смайлик (растения, семена)

б. Егорка (бобы в технической стадии спелости)

Рис. 7. Мелкосемянные сорта для консервной промышленности
Fig. 7. Small-seeded varieties for the canning industry

Сорта с усатым типом листа Дарунок и Триумф используют для выращивания микрозелени (рис. 8).



а. Дарунок

б. Триумф

в. семена Триумф, Дарунок

Рис. 8. Востребованные сорта гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО для выращивания микрозелени
Fig. 8. Popular varieties of vegetable peas of FSBSI FSVC selection for growing microgreens

Сорта селекции ФГБНУ ФНЦО Сахарный 2 и Великан – десертные сорта для свежего потребления бобов в технической стадии спелости (рис. 9).



а. Сахарный 2

б. Великан (растение, семена)

Рис. 9. Сахарные сорта для свежего потребления бобов
Fig. 9. Sugar varieties for fresh consumption of beans

Заключение

Высокие пищевые качества гороха овощного определяются содержанием белка, углеводов, пищевых волокон, а также макро- и микроэлементов. На содержание белка в горохе влияют условия окружающей среды и генетические факторы. У адаптированных сортов селекции ФГБНУ ФНЦО концентрация водорастворимого белка в семенах варьирует от 26% до 32%, а у интродуцированного сорта Джиф иностранной селекции содержание белка составило всего 17%, что ниже отечественных сортов на 9-15%. Углеводы и пищевые волокна в семенах в среднем составляют 10-20% и 50-64% от сухой массы, соответственно. Энергетическая ценность гороха овощного в зависимости от направления использования и способов переработки составляет (40-250 ккал/100 г или 167-1046 кДж/100 г).

Наиболее высокой концентрацией минеральных веществ отличаются сухие семена, так как уборку их как сырья проводят в более поздние сроки, в период максимального накопления этих веществ. Оценка биоаккумуляции некоторых значимых микроэлементов в семенах гороха овощного селекции ФГБНУ ФНЦО показала широкие диапазоны их варьирования: железа – от 6,93 до 9,99 мг/100 г, цинка – от 1,69 до 2,22 мг/100 г, марганца – от 0,62 до 0,96 мг/100 г, меди – от 0,49 до 0,75 мг/100 г, что в целом согласуется с литературными данными. В технической стадии спелости зеленые семена гороха (свежий зеленый горошек) также богаты различными макро- и микроэлементами, которые могут сохраняться и после переработки.

Горох овощной имеет огромное значение в питании человека благодаря широкому витаминному составу, которых в горохе насчитывается более 15 видов. Из жирорастворимых витаминов в свежем зеленом горохе присутствуют А, Е и К. Из водорастворимых – витамины С, В₁, В₂, В₃ (РР), В₄, В₆ и В₉. Важен не только качественный, но и их количественный состав. Горох овощной имеет различное соотношение витаминов, которые также изменяются в

зависимости от направления использования и способов переработки.

Семена гороха овощного в зависимости от типа поверхности подразделяют на следующие типы: округлые или гладкие; округлые с мелкой ячеистостью или с мелким вдавлением и морщинистые (мозговые). Характеристика семян гороха овощного позволяет оценить их пригодность для различных направлений использования. Оценить сорта на пригодность для консервирования также можно по структуре крахмальных зерен в сухих семенах гороха овощного, которые отличаются по размеру, имеют простую или сложную структуру в зависимости от количества сегментов. Крахмальные зёрна можно классифицировать на три основных типа: простые с радиальными щелями или с двумя сегментами; сложные, распадающиеся на три и более сегмента и простые угловатые – полуразрушенные сегменты сложных крахмальных зерен с мелкими осколками в виде пыли. Для консервной промышленности необходимо создавать мозговые сорта со сложными крахмальными зёрнами второго и третьего типа в биологически спелых семенах. Для сублимации больше подходят сорта с гладким типом семян и крахмальными зёрнами первого типа.

Прорастивая семена гороха овощного, получают современный функциональный органический продукт – проростки и микрозелень. Это новое направление использования этой культуры для получения свежих продуктов питания, обладающих высокой биологической ценностью, так как содержат высокую концентрацию витаминов, минералов, белков, ферментов и антиоксидантов, имеют энергетическую ценность около 30 ккал на 100⁻¹ [114-115].

Федеральный научный центр овощеводства более 100 лет занимается селекцией гороха овощного. На сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений 2021 года зарегистрировано 45 сортов гороха овощного селекции нашего учреждения. Широкое распространение в Российской Федерации имеют такие

сорта селекции ФГБНУ ФНЦО как: Корсар, Викинг, Барин, Совинтер, которые используют в консервной промышленности; мелкосемянные сорта Смайлик и Егорка созданы селекционерами для выращивания и приготовления консервов премиум класса; сорта с усатым типом листа Дарунок и Триумф используют для выращивания микрозелени; сорта селекции ФГБНУ ФНЦО Сахарный 2 и Великан – десертные сорта для свежего потребления

бобов в технической стадии спелости. В последние годы особое внимание уделяется качеству продукции и ведется работа по созданию сортов гороха овощного различного направления использования с высоким содержанием биологически активных соединений и высокой аккумуляющей способностью микронутриентов, например селена, магния, цинка и других важных для здоровья человека элементов.

Об авторах:

Ирина Михайловна Кайгородова – старший научный сотрудник, кандидат с.-х. наук; автор для переписки, kaigorodova-i@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5048-8417>

Владимир Анатольевич Ушаков – заведующий лабораторией селекции и семеноводства овощных бобовых культур, кандидат с.-х. наук; goroh@vniissok.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8901-1424>

Надежда Александровна Голубкина – главный научный сотрудник, доктор с.-х. наук, segolubkina45@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Ирина Петровна Котляр – ведущий научный сотрудник, кандидат с.-х. наук, irinacotlyar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0458-9698>

Екатерина Павловна Пронина – ведущий научный сотрудник, кандидат с.-х. наук, epronina14@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9682-5389>

Марина Сергеевна Антошкина – старший научный сотрудник, кандидат с.-х. наук, limont_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>

About the authors:

Irina M. Kaigorodova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Correspondence Author, kaigorodova-i@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5048-8417>

Vladimir A. Ushakov – Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Vegetable Legumes, goroh@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8901-1424>

Nadezhda A. Golubkina – Doc. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of Laboratory-Analytical Department, segolubkina45@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Irina P. Kotlyar – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, irinacotlyar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0458-9698>

Ekanerina P. Pronina – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, epronina14@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9682-5389>

Marina S. Antoshkina – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher Laboratory Analytical Department, <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>, limont_m@mail.ru

• Литература

- Bianchini F., Corbetta F. The complete book of fruits and vegetables. *New York: Crown*. 1976;(40).
- Albany J.B., Lyon Co. Sturtevant's Notes on Edible Plants. Edited by U. P. Hedrick. Report of the New York Agricultural Experiment Station for the year 1919, II. State Printers. 1919;(4):686 p.
- <https://www.fao.org/faostat/ru>.
- Сащенко М.Н. Возрастные изменения растений гороха в онтогенезе. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014;2(10):17–26.
- Chen W.J.L., Anderson J.W., Jenkins D.J.A. Propionate may mediate the hypocholesterolemic effects of certain soluble plant fibers in cholesterol-fed rats. *Proc Soc Exp Biol Med*. 1984;(175):215–218.
- Duenas M., Estrella I., Hernandez T. Occurrence of phenolic compounds in the seed coat and the cotyledon of peas (*Pisum sativum* L.). *Eur Food Res Tech*. 2004;(219):116–123.
- Hoover R., Hughes T., Chung H.J. et al. Composition, molecular structure, properties, and modification of pulse starches: a review. *Food Res Int*. 2010;(43):399–413.
- Fernando W.M.U., Hill J.E., Zello G.A. et al. Diets supplemented with chickpea or its main oligosaccharide component raffinose modify fecal microbial composition in healthy adults. *Benef Micro*. 2010;(1):197–207.
- Campos-Vega R., Loarca-Pina G., Oomah B.D. Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Res Int*. 2010;(43):461–482.
- Abete I., Parra D., Martinez J.A. Legume-, fish-, or high-protein-based hypocaloric diets: effects on weight loss and mitochondrial oxidation in obese men. *J Med Food*. 2009;(12):100–108.
- Hernsdorff H.M., Zulet M.A., Abete I. et al. A legumebased hypocaloric diet reduces proinflammatory status and improves metabolic features in overweight/obese subjects. *Eur J Nutr*. 2011;(50):61–69.
- Hunninghake D.B., Miller V.T., LaRosa J.C. et al. Longterm treatment of hypercholesterolemia with dietary fiber. *Am J Med*. 1994;(97):504–508.
- Atherton P.J., Smith K., Etheridge T., Rankin D., Rennie M.J. Distinct anabolic signalling responses to amino acids in C2C12 skeletal muscle cells. *Amino Acids*. 2010;(38)5:1533–1539. <https://doi.org/10.1007/s00726-009-0377-x>.
- <https://fitaudit.ru/food>.
- Reichert R.D., MacKenzie S.L. Composition of peas (*Pisum sativum*) varying widely in protein content. *J Agric Food Chem*. 1982;(30):312–317.
- Wozniak A., Soroka M., Stepniowska A., Makarski B. Chemical composition of pea (*Pisum sativum* L.) seeds depending on tillage systems. *J. Elem*. 2014;(19)4:1143–1152. doi: 10.5601/jelem.2014.19.3.484.
- Ушакова О.В., Голубкина Н.А., Ушаков В.А. и др. Сортовая специфика минерального состава семян гороха овощного. *Материалы конференции "Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования"*. 2017;17:81–84.
- Gebreegziabher B.G., Berhanu A.T. Proximate and mineral composition of Ethiopian pea (*Pisum sativum* var. *abyssinicum* A. Braun) landraces vary across altitudinal ecosystems. *Cogent food & agriculture*. 2020;(6)1:1789421. doi:10.1080/23311932.2020.1789421.
- Blair M.W., Astudillo C., Grusak M.A., Graham R., Beebe S.E. Inheritance of seed iron and zinc concentrations in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Molecular Breeding*. 2009;(23):197–207.
- Carvalho L.M., Corrêa M.M., Pereira E.J., Nutti M.R., Carvalho J.L.V., Ribeiro E.M., Freitas S.C. Iron and zinc retention in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) after home cooking. *Food & Nutrition Research*. 2012;(56):1-6. <https://doi.org/10.3402/fnr.v56i0.15618>.
- <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/gorokh>.
- <https://edaplus.info/produce/pea.html>.
- Iqbal A., Khalil I.A., Ateeq N., Sayyar K.M. Nutritional quality of important food legumes. *Food chemistry*. 2006;(97):331–335.
- Hood-Nieffer S.D., Warkentin T.D., Chibbar R.N. et al. Effect of genotype and environment on the concentrations of starch and protein in, and the physicochemical properties of starch from, field pea and fababean. *J Sci Food Agric*. 2012;(92):141–150.
- Tzitzikas E.N., Vincken J.P., DeGroot J. et al. Genetic variation in pea seed globulin composition. *J Agric Food Chem*. 2006;(54):425–433.
- Босак В.Н., Сачивко Т.В. Особенности аминокислотного состава и биологическая ценность белка бобовых овощных культур. 2018;37–40.
- Bourgeois M., Jacquin F., Casseculle F., et al. A PQL (protein quantity loci) analysis of mature pea seed proteins identifies loci determining seed protein composition. *Proteomics*. 2011;(11):1581–1594.
- Harmankaya M., Ozcan M.M., Karadas S., Ceyhan E. Protein and mineral contents of pea (*Pisum sativum* L.) Genotypes grown in Central Anatolian region of Turkey. *South western journal of horticulture, biology and environment*. 2010;(1)2:159–165.
- Nikolopoulou D., Grigorakis K., Stasini M., Alexis M.N., Iliadis K. Differences in chemical composition of field pea (*Pisum sativum*) cultivars: Effects of cultivation area and year. *Food Chemistry*. 2007;(103):847–852.
- Wang N., Hatcher D.W., Warkentin T.D., Toews R. Effect of cultivar and environment on physicochemical and cooking characteristics of field pea (*Pisum sativum*). *Food chemistry*. 2010;(118):109–115.
- Al-Karaki G.N., Ereifej K.I. Relationships between seed yield and chemical composition of field peas grown under semi-arid Mediterranean conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 1999;(182):279–284.
- McLean L.A., Sosulski F.W., Youngs C.G. Effects of nitrogen and moisture on yield and protein in field peas. *Canadian journal of plant science*. 1974;(54):301–305.
- Osborne T.B., Campbell G.F. Proteins of the pea. *Journal of the american chemical society*. 1898;(20):348–362.

34. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорты растений (официальное издание). ФГБНУ Росинформагротех. 2021;(1):719с.
35. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*. 1976;(72)1-2:248-254.
36. Bustillos M.A., Jonchere C., Garnier C., Reguerre A.L., Valle G.D. Rheological and microstructural characterization of batters and sponge cakes fortified with pea proteins. *Food Hydrocolloids*. 2020;(101):105553. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105553>.
37. Morales-Polanco E., Campos-Vega R., Gaytan-Martinez M., Enriquez L.G., Loarca-Pina G. Functional and textural properties of a dehulled oat (*Avena sativa* L.) and pea (*Pisum sativum*) protein isolate cracker. *LWT – Food Science and Technology*. 2017;(86):418-423. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.015>.
38. Narciso J.O., Brennan C. Whey and pea protein fortification of rice starches: Effects on protein and starch digestibility and starch pasting properties. *Starch-Stärke*, 2018;(70):9-10. 1700315. <https://doi.org/10.1002/star.201700315>.
39. Song W., Yoo S.H. Quality improvement of a rice-substituted fried noodle by utilizing the protein-polyphenol interaction between a pea protein isolate and green tea (*Camellia sinensis*) extract. *Food Chemistry*. 2017;(235):181-187. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.052>.
40. Wee M.S.M., Loud D.E., Tan V.W.K., Forde C.G. Physical and sensory characterisation of noodles with added native and denatured pea protein isolate. *Food Chemistry*. 2019;(294):152-159. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.042>.
41. Ben-Harb S., Irlinger F., Saint-Eve A., Panouille M., Souchon I., Bonnarne P. Versatility of microbial consortia and sensory properties induced by the composition of different milk and pea protein-based gels. *LWT – Food Science and Technology*. 2020;(118):108720. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108720>.
42. Ben-Harb S., Panouille M., Huc-Mathis D., Moulin G., Saint-Eve A., Irlinger F., Bonnarne P. The rheological and microstructural properties of pea, milk, mixed pea/milk gels and gelled emulsions designed by thermal, acid, and enzyme treatments. *Food Hydrocolloids*. 2018;(77):75-84. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.09.022>.
43. Ben-Harb S., Saint-Eve A., Panouille M., Souchon I., Bonnarne P., Dugat-Bony E., Irlinger F. Design of microbial consortia for the fermentation of pea-protein-enriched emulsions. *International journal of food microbiology*. 2019;(293):124-136. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.01.012>.
44. Klost M., Drusch S. Structure formation and rheological properties of pea protein-based gels. *Food hydrocolloids*. 2019;(94):622-630. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.03.030>.
45. Youssef M., Lafarge C., Valentin D., Lubbers S., Husson F. Fermentation of cow milk and/or pea milk mixtures by different starter cultures: Physico-chemical and sensorial properties. *LWT – Food science and technology*. 2016;(69):430-437. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.060>.
46. Dhaliwal S.K., Salaria P., Kaushik P. Pea Seed Proteins: A nutritional and nutraceutical update. Grain and seed proteins functionality. Edited by J.C. Jimenez-Lopez. *Intech Open*. 2021. doi:10.5772/intechopen.95323.
47. Amagliani L., Schmitt C. Globular plant protein aggregates for stabilization of food foams and emulsions. *Trends in Food Science & Technology*. 2017;(67):248-259. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.013>.
48. Beck S.M., Knoerzer K., Foerster M., Mayo S., Philipp C., Arcot J. Low moisture extrusion of pea protein and pea fibre fortified rice starch blends. *Journal of Food Engineering*. 2018;(231):61-71. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.03.004>.
49. Philipp C., Buckow R., Silcock P., Oey I. Instrumental and sensory properties of pea protein-fortified extruded rice snacks. *Food Research International*. 2017;(102):658-665. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.048>.
50. Philipp C., Emin M.A., Buckow R., Silcock P., Oey I. Pea protein-fortified extruded snacks: Linking melt viscosity and glass transition temperature with expansion behaviour. *Journal of Food Engineering*. 2018;(217):93-100. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.08.022>.
51. Lopez-Baron N., Sagnelli D., Blennow A., Holse M., Gao J., Saaby L., Vasanthan T. Hydrolysed pea proteins mitigate in vitro wheat starch digestibility. *Food Hydrocolloids*. 2018;(79):117-126. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.12.009>.
52. Garcia-Segovia P., Igual M., Noguero A.T., Martinez-Monzo J. Use of insects and pea powder as alternative protein and mineral sources in extruded snacks. *European food research and technology*. 2020;(4):703-712. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03441-y>.
53. Theodore A.E., Raghavan S., Kristinsson H.G. Antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from alkaline-aided channel catfish protein isolates. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008;(56):7459-7466.
54. Roy F., Boye J.I., Simpson B.K. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: pea, chickpea and lentil. *Food Res Int*. 2010;(43):432-442.
55. Li Y., Jiang B., Zhang T., Mu W., Liu J. Antioxidant and free radical-scavenging activities of chickpea protein hydrolysate (CPH). *Food Chemistry*. 2008;(106):444-450.
56. Boye J., Zare F., Pletch A. Pulse proteins: processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Res Int*. 2011;(43):414-431.
57. Wang T.L., Domoney C., Hedley C.L., Casey R., Grusak M.A. Can we improve the nutritional quality of legume seeds? *Plant physiology*. 2003;(131):886-891.
58. Самченко О.Н. Бобовые культуры: перспективы использования для оптимизации химического состава мясных полуфабрикатов. *Наука и современность. Серия: Технические науки*. 2014:172-176.
59. Tomoskozi S., La'szity R., Haraszi R. et al. Isolation and study of the functional properties of pea proteins. *Nahrung/Food*. 2001;(45):399-401.
60. Amarakoon R. Study on amino acid content in selected varieties of *Pisum sativum* (peas) by ion exchange chromatography international conference on nutrition and food sciences IPCBEE. *IACSIT Press, Singapore*. 2012;39p.
61. Dahl W.J., Foster L.M., Tyler R.T. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). *The british journal of nutrition*. 2012;(108):3-10. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114512000852>.
62. Tosh S.M., Yada S. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: characterization, functional attributes, and applications. *Food Res Int*. 2010;(43):450-460.
63. Grosjean F. Combining peas for animal nutrition. *In the pea crop: A Basis for Improvement, P.D. Hebblethwaite, M.C. Heath and T.C.K. Dawkins, editors. London: Butterworths*. 1985:453-462.
64. Norton G., Bliss F.A., Bressani R. Biochemical and nutritional attributes of grain legumes. *Grain Legume Crops. R.J. Summerfield and E.H. Roberts, editors. London: Collins*. 1985:73-114.
65. Salunke D.K., Kadam S.S., Chavan J.K. Chemical composition. *In postharvest biotechnology of food legumes. Boca Raton, FL: CRC Press*. 1985:29-52.
66. Savage G.P., Deo S. The nutritional value of peas (*Pisum sativum*). A literature review. *Nutr Abstr Rev Series A. Human Exp Nutr*. 1989;(59):65-87.
67. Wang N., Daun J.K. The Chemical Composition and Nutritive Value of Canadian Pulses. Winnipeg: *Canadian Grain Commission*. 2004.
68. Dostalova R., Horacek J., Hasalova I. et al. Study of resistant starch (RS) content in pea during maturation. *Czech J Food Sci*. 2009;(27):120-124.
69. Borowska J., Zadernowski R., Konopka I. Composition and some physical properties of different pea cultivars. *Nahrung*. 1996;(40):74-78.
70. Wang T.L., Bogracheva T.Y., Hedley C.L. Starch: as simple as A, B, C? *Journal of experimental botany*. 1998;(49):481-502.
71. Black R.G., Brouwer J.B., Meares C., Iyer L. Variation in physico-chemical properties of field peas (*Pisum sativum*). *Food Research International*. 1998;(31):81-86.
72. Cousin R. Peas (*Pisum sativum* L.). *Field crops research*. 1997;(53):111-130.
73. Tahir R., Ellis P.R., Bogracheva T.Y., et al. Study of the structure and properties of native and hydrothermally processed wild-type, lam and r variant pea starches that affect amylolysis of these starches. *Biomacromolecules*. 2011;(12):123-133.
74. Guillon F., Champ M.M. Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. *Br J Nutr*. 2002;(88):293-306.
75. Trinidad T.P., Mallillin A.C., Loyola A.S. et al. The potential health benefits of legumes as a good source of dietary fibre. *Br J Nutr*. 2010;(103):569-574.
76. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Оникс 21 век. 2004:210с.
77. Tavajjoh M., Yasrebi J., Karimian N., Olama V. Phytic acid concentration and phytic acid: zinc molar ratio in wheat cultivars and bread flours. *Fars Province, Iran. J. Agr. Sci. Tech*. 2011;(13):743-755.
78. Sandberg A.S. Bioavailability of minerals in legumes. *Brit. J. Nutr*.

- 2002;(88)3:281–285. doi:10.1079/BJN/2002718.
79. Kumar V., Sinha A.K., Makkar H.P.S., Becker K. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food Chem.* 2010;(120):945–959.
80. Loewus F. Biosynthesis of phytate in food grains and seeds. In: *Food phytates*. Ed. by N.R. Reddy and S.K. Sathe. 2002;53–61.
81. Collins A.R. Antioxidant intervention as a route to cancer prevention. *Eur. J. Cancer.* 2005;(41)13:1923–1930.
82. Голубкина Н.А. Качество овощной продукции. *Овощи России.* 2008;(1-2):61–63. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2008-1-2-61-63>.
83. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании: растения, животные, человек. М.: *Печатный город.* 2006;254с.
84. Gawalko E., Garrett R.G., Warkentin T. et al. Trace elements in Canadian field peas: a grain safety assurance perspective. *Food Add Contam Part A.* 2009;(26):100–112.
85. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур. ФГБНУ ФНЦО. 2018;224с.
86. Путина О.В. Селекционная ценность овощного гороха разных морфотипов в условиях Краснодарского края. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Санкт Петербург.* 2018;18с.
87. Ломачинский В.А., Мегердичев Е.Я. Требования к качеству зелёного горошка для консервирования, замораживания и сушки. *Сб. науч. трудов. ВНИИССОК. М.* 2009;(43)99–104.
88. Епихов В.А. Методические указания по созданию дружно созревающих сортов овощного гороха консервного использования. Москва. 1989;16с.
89. Епихов В.А., Самарин Н.А., Дрозд А.М. и др. Селекция и семеноводство овощных бобовых культур. *Методические указания и рекомендации по селекции и семеноводству овощных бобовых и капустных культур. М.* 2001;4–59.
90. Кайгородова И.М., Пронина Е.П., Пышная О.Н. Изучение перспективных образцов гороха овощного как генетических источников в селекции на качество и продуктивность. *Овощи России.* 2013;(1):30–34. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-30-34>.
91. Ушаков В.А., Котляр И.П., Кайгородова И.М. Селекция гороха овощного для консервной промышленности с мелким размером зерна. *Овощи России.* 2021;(2):5–10. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-5-10>.
92. Самарина Л.Н. Физико-химические характеристики крахмала семян гороха овощного и их роль в селекции на качество. Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. *ВИР.* 1985;(97):32–35.
93. Лукашевич Н.П., Якупенко А.Г., Крайко Л.Ф., Заливако Л.А. Создание новых сортов овощного гороха в Республике Беларусь. *Сельскохозяйственные проблемы и перспективы. Гродно.* 2004;(3):45–48.
94. Фадеева А.Н. Селекция гороха на качество. *Здоровье – питание – биологические ресурсы. Киров.* 2002;(1):277–281.
95. Пивоваров В.Ф. Горох. *Селекция и семеноводство овощных культур. М.* 1999;(1):348–363.
96. Мегердичев Е.Я. Технологические требования к сортам овощей и плодов, предназначенных для различных видов консервирования. *ВНИИКОП. М.* 2003;94с.
97. Досина-Дубешко Е.С., Анохина В.С., Саук И.Б., Дуксина В.В. Селекция гороха овощного (*Pisum sativum* L.) в республике Беларусь. *Сб. науч. трудов. ВНИИССОК. М.* 2009;(43):70–75.
98. Shelepina N., Shumilin P., Zelenov A. Biochemical features of untraditional morphotypes of sowing peas. 4 European Conference on Grain legumes. *Cracow.* 2001;217с.
99. Okumura K. Research strategies for forage legume breeding in Japan. *Вестник ВОГИС.* 2005;(9):423–429.
100. Kof E.M., Kondykov I.V. Pea (*Pisum sativum* L.) growth mutants. *International Journal of Plant developmental Biology.* 2007;(1)1:141–146.
101. Пронина Е.П., Котляр И.П., Кайгородова И.М., Ушаков В.А. Направления селекции гороха овощного консервного использования во ВНИИССОК. *Овощи России.* 2014;(4):28–29. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2014-4-28-29>.
102. Котляр И.П., Пронина Е.П., Ушаков В.А., Бландинский Е.В. Сорта гороха овощного консервного использования селекции ВНИИССОК. *Овощи России.* 2012;(2):38–40. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-2-38-40>.
103. Дрозд А.М., Самарина Л.Н., Самарин Н.А., Полуниин Я.Я. Селекция на повышение химико-технологических качеств консервированного зеленого горошка. *Методические указания по селекции сортов овощных бобовых культур. Москва.* 1972;11–12.
104. Bastianelli D., Grosjean F., Peyronnet C., Duparque M., Régnier J. Feeding value of pea (*Pisum sativum* L.). 1. Chemical composition of different categories of pea. *Animal science.* 1998;67(3):609–619. doi:10.1017/S1357729800033051.
105. Княгиничев М.И., Самарина Л.Н. Содержание и свойства крахмала овощных сортов гороха в процессе созревания. *Прикладная биохимия и технология. Т.IX.* 1973;(3):436–442.
106. Самарин Н.А., Самарин С.Н. Конвейер сортов гороха овощного для консервной промышленности. *Овощи России.* 2013;(1):68–72. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-68-72>.
107. ГОСТ 5312-2014. Межгосударственный стандарт. Консервы овощные. Горох овощной свежий для консервирования. Технические условия
108. Стригун В.М. Оценивание сортов гороха овощного (*Pisum sativum* L.) по показателям качества зеленого горошка и семян. *Сортовивчення.* 2014;(1):28–30.
109. Князев Б.М., Канароков Ж.М., Хамонов Х.А. Пути повышения технологических свойств зеленого горошка. *Зерновое хозяйство.* 2002;(1):11–12.
110. Кузина Л.Ю., Сазоненков В.К., Романов А.И. Способ производства консервов «Зелёный горошек». *Бюллетень Евразийского патентного ведомства. М.* 2003;(6):4.
111. Иванова М.А., Телятников Г.Н. Объективный метод оценки консервов овощного гороха. *Консервная и овощесушильная промышленность.* 1975;(1):40–41.
112. Nleya K.M., Minnaar A., De Kock H.L. Relating physio chemical properties of frozen green peas (*Pisum sativum* L.) to sensory quality. *Journal of the science of food and agriculture.* 2014;(5)94:857–865.
113. Penas E., Gomez R., Frias J., Vidal-Valverde C. Application of high-pressure on alfalfa (*Medicago sativa*) and mung bean (*Vigna radiata*) seeds to enhance the microbiological safety of their sprouts. *Food Control.* 2008;(19):698–705.
114. Finley J.W. Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. *Annals of botany.* 2005;(95):1075–1096.
115. Schenker S. Facts behind the headlines, Broccoli. *British nutrition foundation – nutrition bulletin.* 2002;(27):159–160.
116. Treadwell D.D., Hochmuth R., Landrum L., Laughlin W. 2010. Microgreens: A new specialty crop. *University of Florida, IFAS, EDIS publ. HS1164.* <https://edis.ifas.ufl.edu/hs1164>.
117. Ivanova M.I., Kashleva A.I., Razin A.F. Sprouts – functional organic products (overview). *Vestnik of mari state university agricultural economics.* 2016;(3):19р.
118. Di Gioia F., Santamaria P. The nutritional properties of microgreens. *In book: Microgreens: Novel, fresh and functional food to explore all the value of biodiversity.* 2015;41–50.
119. Kowitcharoen L., Phornvillay S., Lekham P., Pongprasert N., Srilaong V. *Bioactive Composition and Nutritional Profile of Microgreens Cultivated in Thailand. Appl. Sci.* 2021;(11):79–81. <https://doi.org/10.3390/app11177981>.
120. Di Gioia F., Gonnella M., Santamaria P. Contribution of leafy vegetables to dietary nitrate intake and regulations. In: Umar S., Anjum N.A., Khan N.A. (Eds.), Nitrate in leafy vegetables: Toxicity and safety measures. I.K. *International Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi.* 2013;1–16.
121. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. FoodAgric.* 2006;(86):10–17.
122. Morton M.S., Griffiths K., Wilcox G., Wahlqvist M.L. Determination of lignans and isoflavonoids in human female plasma following dietary supplementation. *Journal of endocrinology.* 1994;(142):251–259.
123. Urbano G., Aranda P., Vilchez A., Aranda C., Cabrera L., Porres J., Lopez-Jurado M. Effects of germination on the composition and nutritive value of proteins in *Pisum sativum* L. *Food chemistry.* 2005a;(93):671–679.
124. Urbano G., Lopez-Jurado M., Frejnagel S., Gomez-Villalva E., Porres J.M., Frias H., Vidal-Valverde C., Aranda P. Nutritional assessment of raw and germinated pea (*Pisum sativum* L.) protein and carbohydrate by *in vitro* and *in vivo* techniques. *Nutrition.* 2005b;(21):230–239.
125. Fernandez-Orozco R., Frias J., Zielinski H., Piskula M.K., Kozłowska H., Vidal-Valverde C. Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant

- capacity during germination of Vignaradiata cv. emerald, Glycine max cv. Jutro and Glycine max cv. Merit. *Food chemistry*. 2008;(111):622–630.
126. Harrison H.C. Growing Edible Sprouts at Home. University of Wisconsin-Extension (UWEX), *Cooperative Extension Publications* RP-04-94-1. 5M-20-MS. Madison, Wisconsin, USA. 1994.
127. Ho C.Y., Lin Y.T., Labbe R. G., Shetty K. Inhibition of Helicobacter pylori by phenolic extracts of sprouted peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of food biochemistry*. 2006;(30):21–34.
128. Morton M.S., Griffiths K., Wilcox G., Wahlqvist M.L. Determination of lignans and isoflavonoids in human female plasma following dietary supplementation. *Journal of endocrinology*. 1994;(142):251–259.
129. Reinli K., Block G. Phytoestrogen content of foods – a compendium of literature values. *Nutrition and Cancer*. 1996;(26):123–148.
130. Tokiko M., Koji Y. Proximate composition, fatty acid composition and free amino acid composition of sprouts. *Journal for the integrated study of dietary habits*. 2006;(16):369–375.
131. Sangronis E., Machado C.J. Influence of germination on the nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* and *Cajanuscajan*. *LWT*. 2007;(40):116–120.
132. Gill C.I.R., Haldar S., Porter S., Matthews S., Sullivan S., Coulter J., McGlynn H., Rowland I. The effect of cruciferous and leguminous sprouts on genotoxicity in vitro and in vivo. *Cancer epidemiology biomarkers and prevention*. 2004;(13):1199–1205.
133. Haddad P.S., Azar G.A., Groom S., Boivin M. Natural health products, modulation of immune function and prevention of chronic diseases. *Evidence-based research in complementary and alternative medicine*. 2005;(2):512–520.
134. Ушакова О.В., Молчанова А.В., Котляр И.П. и др. Исследование биохимической ценности проростков гороха овощного (*Pisum sativum* L.). Сборник трудов конференции "Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России". ФГБОУ ВО Омский ГАУ. 2018;202–206.
135. Troszynska A., Ciska E. Phenolic compounds of seed coats of white and coloured varieties of pea (*Pisum sativum* L.) and their total antioxidant activity. *Czech J Food Sci*. 2002;(20):15–22.
136. Xu B.J., Yuan S.H., Chang S.K.C. Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. *J Food Sci*. 2007;(72):167–175.
137. Пивоваров В.Ф. Овощи России. М.: ВНИИССОК. 2006;384с.
138. Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К. Состояние и перспективы развития селекции и семеноводства овощебахчевых культур в России. *Овощи России*. 2011;(1):16–27. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-1-16-27>.
- References (In Russ.)
4. Sashchenko M.N. Age-related changes of pea plants in ontogenesis. *Leguminous and cereal crops*. 2014;2(10):17–26. (In Russ.)
17. Ushakova O.V., Golubkina N.A., Ushakov V.A. et al. Varietal specificity of the mineral composition of vegetable pea seeds. *Materials of the conference "New and non-traditional plants and prospects for their use"*. 2017;(17):81–84. (In Russ.)
26. Bosak V.N., Sachivko T.V. Features of amino acid composition and biological value of protein of leguminous vegetable crops. 2018;37-40. (In Russ.)
34. The State Register of breeding achievements approved for use. *Plant varieties (official publication)*. *FSBSI Rosinformagrotech*. 2021;(1):719. (In Russ.)
58. Samchenko O.N. Legumes: prospects of use for optimization of the chemical composition of meat semi-finished products. *Science and modernity. Series: Technical sciences*. 2014;172–176. (In Russ.)
76. Skalny A.V. Chemical elements in human physiology and ecology. *Moscow: Onyx 21st century*. 2004;210p.
82. Golubkina N.A. The quality of agricultural output. *Vegetable crops of Russia*. 2008;(1-2):61-63. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2008-1-2-61-63>
83. Golubkina N.A., Papazyan T.T. Selenium in nutrition: plants, animals, man. M.: *Printed city*. 2006;254. (In Russ.)
85. Methodological guidelines for the approbation of vegetable and melon crops. *FSBI FNKC*. 2018;224p. (In Russ.)
86. Putina O.V. Breeding value of vegetable peas of different morphotypes in the conditions of the Krasnodar region. *Abstract of the dissertation for the degree of candidate of biological sciences*. *Saint Petersburg*. 2018; 18p. (In Russ.)
87. Lomachinsky V.A., Megerdichev E.Y. Requirements for the quality of green peas for canning, freezing and drying. *Collection of scientific works. VNISSOK. M.* 2009;(43)99-104. (In Russ.)
88. Epikhov V.A. Methodological guidelines for the creation of friendly ripening varieties of canned vegetable peas. *Moscow*. 1989;16p. (In Russ.)
89. Epikhov V.A., Samarin N.A., Drozd A.M. et al. Breeding and seed production of vegetable legumes. *Methodological guidelines and recommendations on breeding and seed production of vegetable legumes and cabbage crops. M.* 2001; 4-59 p. (In Russ.)
90. Kaigorodova I.M., Pronina E.P., Pishnaya O.N. Study of perspective models of pea as genetic sources in breeding for quality and productivity. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(1):30-34. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-30-34>
91. Ushakov V.A., Kotlyar I.P., Kaigorodova I.M. Selection of green peas for the canning industry with a small grain size. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(2):5-10. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-2-5-10>
92. Samarina L.N. Physico-chemical characteristics of vegetable pea seed starch and their role in quality selection. *Collection of scientific papers on applied botany, genetics and breeding. VIR*. 1985;(97):32-35. (In Russ.)
93. Lukashovich N.P., Yakubenko A.G., Kraiko L.F., Zalivako L.A. Creation of new varieties of vegetable peas in the Republic of Belarus. *Agricultural problems and prospects. Grodno*. 2004;(3):45–48.
94. Fadeeva A.N. Selection of peas for quality. *Health – nutrition – biological resources. Kirov*. 2002;(1):277–281. (In Russ.)
95. Pivovarov V.F. Peas. Selection and seed production of vegetable crops. *M.* 1999;(1):348-363. (In Russ.)
96. Megerdichev E.Y. Technological requirements for varieties of vegetables and fruits intended for various types of canning. *VNIKOP. M.* 2003; 94. (In Russ.)
97. Dosina-Dubeshko E.S., Anokhina V.S., Sauk I.B., Duskina V.V. Selection of vegetable peas (*Pisum sativum* L.) in the Republic of Belarus. *Collection of scientific works. VNISSOK. M.* 2009;(43):70-75. (In Russ.)
101. Pronina E.P., Kotlyar I.P., Kaygorodova I.M., Ushakov V.A. Aspects of breeding in vniissok of green pea for canning. *Vegetable crops of Russia*. 2014;(4):28-29. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2014-4-28-29>.
102. Kotlyar I.P., Pronina E.P., Ushakov V.A., Blandinsky E.B. Canning green pea varieties of vniissok breeding. *Vegetable crops of Russia*. 2012;(2):38-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-2-38-40>.
103. Drozd A.M., Samarina L.N., Samarin N.A., Polunin Y.Y. Selection to improve the chemical and technological qualities of canned green peas. *Methodological guidelines for the selection of varieties of vegetable legumes. Moscow*. 1972;11–12. (In Russ.)
105. Knyaginichev M.I., Samarina L.N. The content and properties of starch of vegetable varieties of peas in the ripening process. *Applied biochemistry and technology. Vol.IX*. 1973;(3):436-442. (In Russ.)
106. Samarin N.A., Samarin S.N. Characteristics of chain of pea varieties for vegetable canning. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(1):68-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-68-72>.
107. GOST 34112-2017. Natural canned vegetables. Green peas. Specifications. (In Russ.)
108. Strigun V.M. Evaluation of varieties of vegetable peas (*Pisum sativum* L.) according to the quality of green peas and seeds. *Sortovivchennya*. 2014;(1):28–30. (In Russ.)
109. Knyazev B.M., Kondrakov Z.M., Khasanov H.A. Ways to improve the technological properties of green peas. *Grain farming*. 2002;(1):11–12. (In Russ.)
110. Kuzina L.Y., Sazonenkov V.K., Romanov A.I. Method of canned food production "Green peas". *Bulletin of the Eurasian patent office. M.* 2003;(6):4. (In Russ.)
111. Ivanova M.A., Telyatnikova G.N. Objective method of evaluation of canned vegetable peas. *Canning and vegetable drying industry*. 1975;(1):40-41. (In Russ.)
134. Ushakova O.V., Molchanova A.V., Kotlyar I.P., et al. Investigation of the biochemical value of vegetable pea seedlings (*Pisum sativum* L.). *Proceedings of the conference "Leguminous crops, a developing trend in Russia"*. *FSBEUI of HE Omsk SAU*. 2018;202-206. (In Russ.)
137. Pivovarov V.F. *Vegetables crops of Russia. M.: VNISSOK*. 2006;384. (In Russ.)
138. Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K. Current situation and prospects of development of vegetables, melons and pumpkin breeding and seed production. *Vegetable crops of Russia*. 2011;(1):16-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2011-1-16-27>.