

## ОЦЕНКА СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ГОРОХА ПО КАЧЕСТВУ

Л. И. Лихачева, А. В. Москалев, Н. В. Лихачева, Л. Б. Сергеева

Самой важной задачей селекции является получение наиболее ценных сортов как по количеству, так и по качеству. Данная статья представляет четырехлетние исследования (2019–2022 гг.) по изучению биохимических показателей (белок, сахар, крахмал) зерна гороха. Химический анализ проводился по семи сортам гороха, включенным в Госреестр селекционных достижений, двум сортам, проходящим Государственное сортоиспытание (Метеор и Малахит), и трем селекционным линиям конкурсного сортоиспытания. Исследования проводили в УрФАНИЦ УрО РАН г. Красноуфимск по теме: «Селекция и семеноводство зерновых и зернобобовых культур на повышение качества зерна в условиях Среднего Урала и Зауралья. FNUW-2022-0005». Среди них были выявлены лучшие сорта и селекционные линии по биохимическим показателям. Из них высокобелковые сорта Красноуфимский 11 (24,0%), Факел (23,7%), Эдем (23,5%). Максимальный сбор белка получен у сортов Метеор – 6,89 ц/га; Красноуфимский 20 – 6,86 ц/га. Наибольшее накопление сахаров у линий 19-44 – 5,01%; 17-246 – 4,75% и 16-144 – 4,46% в 2022 году. Высокое содержание крахмала получено у линии 17-246 – 45,4%; у сортов Марафон – 43,3%; Факел – 43,1%; Малахит – 42,7%. Данные сортообразцы будут вовлечены в дальнейшую селекционную работу по повышению качественных показателей зерна новых сортов гороха. Была установлена высокая корреляционная зависимость показателя «выход белка с гектара» с продуктивностью  $r = 0,905$  и массой 1000 семян  $r = 0,806$ . Между остальными показателями выявлена средняя и слабая положительная взаимосвязь.

*Ключевые слова:* горох, селекционная линия, белок, сахар, крахмал, урожайность, масса 1000 семян, корреляция.

Горох отличается высоким содержанием белка и сбалансированным аминокислотным составом. Зерно гороха – один из источников растительного белка в питании населения и рационах животных. По данным ВИГРРа, в зерне гороха содержится порядка 20–35% сырого белка, около 1,3% жира, 3,3% золы, 43,2% крахмала, до 7% сахаров и 4,5% клетчатки на абсолютно сухой вес [1, 2]. Семена гороха содержат большое количество ферментов и витаминов. Горох является источником ценных аминокислот, легко усвояемых организмом.

Горох обладает целым рядом достоинств. Ценной биологической особенностью является сравнительно короткий вегетационный период и устойчивость к весенним заморозкам. Влияет на восстановление азотного баланса наземных экосистем и агроценозов [3]. Высокой ценностью зерна гороха является белок, содержащий все аминокислоты (за исключением метионина), которые хорошо усваиваются организмом человека и животного. Выведенные продуктивные сорта, имея высокие показатели урожайности,

не всегда показывают столь же высокое качество зерна, в связи с этим необходимо включать в задачи селекции гороха работу над сортами, имеющими ценность не только по количеству (продуктивности), но и по качеству полученной продукции [2, 4].

Горох можно использовать в качестве заменителя других источников растительного белка. При выращивании гороха можно получить сразу два вида корма: белок из зерна и вегетативная биомасса [5]. Зерно гороха как концентрированный корм содержит 191 г переваримых протеинов в килограмме продукции и приравнивается к 1,17 кормовым единицам. Муку из семян гороха с высокой эффективностью используют во время откармливания молодняка различных сельскохозяйственных животных. Гороховое зерно может быть использовано для производства ингредиентов диетических и безглютеновых диет, кондитерских изделий [6, 7].

По результатам исследований величина продуктивности гороха оказывает влияние на качество химического состава зерна. Но помимо



продуктивности с качеством зерна также связан такой признак, как «масса 1000 семян» [8]. Данный признак хоть и является генетически наследуемым, но может изменяться от воздействия условий среды [9, 10]. Поэтому для изучения качества зерна гороха был проведен химический анализ зерна на содержание белка, крахмала и сахара и оценена взаимосвязь качества зерна с продуктивностью и массой 1000 семян.

**Цель исследования** – оценка качества зерна перспективных сортов и селекционных линий гороха местной селекции и его взаимосвязь с показателями продуктивности и массы 1000 семян.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2019–2022 годах на полях УрФАНИЦ УрО РАН г. Красноуфимск по теме: «Селекция и семеноводство зерновых и зернобобовых культур на повышение качества зерна в условиях Среднего Урала и Зауралья. 0532 – 2022-0005».

Опытные посевы гороха размещались на темно-серых лесных почвах в десятипольном севообороте по предшественнику пшенице. Питомник конкурсного сортоиспытания посеян сеялкой ССФК-7, учетная площадь делянки 19 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности, норма вы-

сева из расчета 1,3 млн всхожих зерен на 1 га. Уборка проводилась комбайном «Nege-125». Учет урожая проводили путем взвешивания зерна со всей делянки. Для проведения химического анализа брали от каждой делянки пробу 100 г (ГОСТ 12041-82, 12042-80, 26107-84, 10840-64).

Химический анализ проводился по методикам: ГОСТ 13586.5-2015 Зерно. Метод определения влажности; ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка; ГОСТ 10845-98 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала; ГОСТ 26176-2019 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов (сахаров).

Химический анализ проводился по семи сортам гороха, включенным в Госреестр селекционных достижений, два сорта (Малахит и Метеор) проходят Государственное испытание и трем селекционным линиям в аналитической лаборатории. В образцах определялось содержание белка по методу Кьельдаля, при пересчете процента азота на сырой протеин использовался коэффициент 6,25. Массу 1000 семян определяли в соответствии с ГОСТ ISO 520-2014. Статистический анализ данных проводился по методикам Доспехова

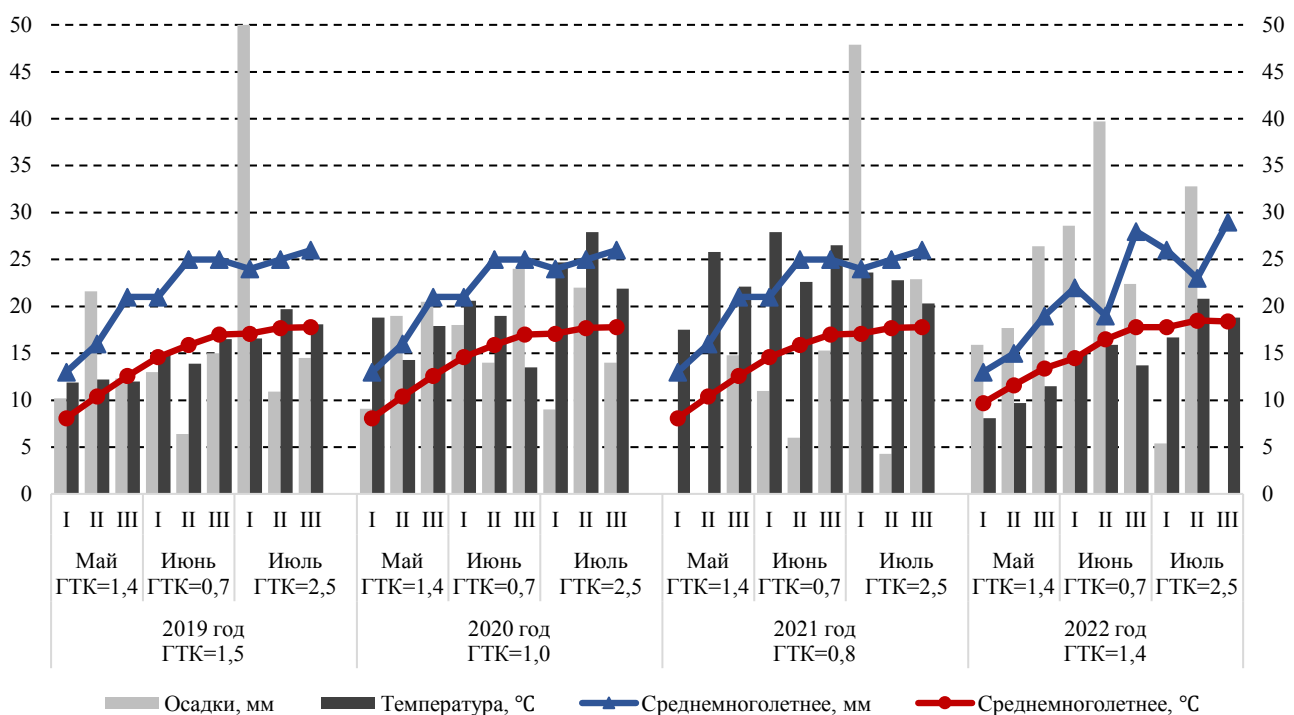


Рис. 1. Диаграмма метеоусловий за 2019–2022 гг.

(Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов; Б. А. Доспехов. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011.) при использовании программы Excel с надстройкой AGSTAT.

Главным показателем качества зерна гороха является процент содержания в нем белка, зависящий в первую очередь от сорта, а также от применяемых агротехнических методов и погодных-климатических условий года. В течение вегетации растений гороха наблюдались различные погодные условия во все года исследований. В 2019 году сложились довольно благоприятные условия для роста и развития гороха при гидротермическом коэффициенте 2,1, при этом было отмечено увеличение периода вегетации на 10–12 дней. В 2020 году в течение всего периода вегетации гороха было достаточно влаги для роста и развития при температуре воздуха выше среднееголетней (ГТК = 1,0). В 2021 году была небольшая засуха и осадков выпало меньше среднееголетних показателей при температуре воздуха выше среднееголетних (ГТК = 0,7 – недостаточное увлажнение), что привело к уменьшению периода вегетации гороха на 5–8 дней, сниже-

нию крупности семян и уменьшению накопления белка в семенах. В мае и июне 2022 года наблюдалась дождливая и холодная погода (ГТК = 2,5 в мае и ГТК = 2,1 в июне). В июле во время налива семян осадков выпало на 49% меньше среднееголетних показателей при повышенной температура воздуха на 1–2 °С (ГТК = 0,7). Это повлияло на накопление белка в зерне гороха.

### Результаты и обсуждения

По сравнительному анализу качества изучаемого материала можно определить наилучшие сортообразцы гороха. За четыре года исследований получили максимальное значение накопления белка у сортов Красноуфимский 11 (24,0%), Факел (23,7%) (усатый морфотип) и Эдем (23,5%) (листочковый морфотип) (табл. 1). Эти сорта показывают превышение показателей среднего значения на 6,8–9,1%.

Самым благоприятным годом для накопления белка в зерне гороха был 2019-й. Содержание белка в зерне в этот год было 24,6–27,9%, индекс среды  $I_j = 3,44$  (табл. 2). Самым неблагоприятным был 2022 год, содержание белка в зерне было 15,9–19,8%.

Наибольшая урожайность за четыре года исследований сформировалась у сортов Красноуфимский 20 – 3,16 т/га, Метеор – 3,12 т/га, линии 17-246 – 2,92 т/га (усатый морфотип).

Таблица 1 – Продуктивность и качество сортов гороха за 2019–2022 гг.

Сорт, линия	Белок, %	Сбор белка, ц/га	Сахара, %	Крахмал, %	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
Красноуфимский 93	21,6	3,63	3,67	41,9	144	1,68
Малахит	19,5	5,27	3,92	42,7	182	2,70
Марафон	22,8	6,50	3,97	43,3	188	2,85
Эдем	23,5	6,11	3,74	41,1	182	2,60
Факел	23,7	6,85	3,74	43,1	198	2,89
Красноуфимский 20	21,7	6,86	3,96	42,2	200	3,16
Метеор	22,1	6,89	3,74	41,6	198	3,12
Красноуфимский 11	24,0	6,31	4,03	40,7	187	2,63
Красноус	21,3	5,07	3,51	42,2	166	2,38
16-144	22,6	6,42	4,46*	41,8*	230	2,84
17-246	22,0	6,42	4,75*	45,4*	202	2,92
19-44	19,2	5,39	5,01*	40,3*	153	2,81
Среднее	22,0	5,98	4,04	42,2	186	2,72
Ошибка средней	0,98	0,46	0,18	0,86	4,47	0,18

\*Данные за 2022 год.



Урожайность превышает средние значения на 7,4–16,2%.

Максимальный сбор белка был у сортов Метеор – 6,89 ц/га, Красноуфимский 20 – 6,86 ц/га, Факел – 6,85 ц/га, содержание белка в зерне у этих сортов 22,1%; 21,7%; 23,7% при урожайности 3,12 т/га; 3,16 т/га; 2,89 т/га соответственно.

Наиболее высокое содержание сахаров было у линий 19-44 – 5,01%, 17-246 – 4,75%, 16-144 – 4,46% в 2022 году.

Самое высокое содержание крахмала было у линии 17-246 – 45,4%, у сортов Марафон – 43,3%, Факел – 43,1%, Малахит – 42,7%.

Масса 1000 семян по годам варьировала от 150 г (2021 г.) до 243 г (2020 г.). Наиболее крупное зерно было у линии 16-144 – 230 г, а наиболее мелкое у сорта Красноуфимский 93 – 144 г и линии 19-44 – 153 г.

Отдельный интерес представляет корреляционная взаимосвязь количественных и качественных показателей семян гороха (табл. 3).

Можно выявить высокую положительную степень влияния между показателями урожайности и количеством белка с гектара (0,904) и показателем «масса 1000 семян» и количеством белка с гектара (0,806). Средняя корреляционная взаимосвязь выявлена у показателей «урожайность» и «масса 1000 семян» (0,696) и у показателей «масса 1000 семян» и «количе-

ство белка в зерне» (0,452). Незначительная положительная взаимосвязь наблюдалась между показателем «урожайность» и «содержанием сахара, крахмала, белка в зерне» (0,337; 0,179; 0,072 соответственно) и «массой 1000 семян» и «содержанием крахмала, сахара в зерне» (0,333; 0,146 соответственно).

### Выводы

В период 2019–2022 гг. в конкурсном сортоиспытании по комплексу биохимических показателей выделены лучшие сорта и перспективные линии.

Из них высокобелковые сорта Красноуфимский 11 – 24,0%, Факел – 23,7%, Эдем – 23,5%. Данные сорта превысили средние показатели по содержанию белка на 6,8-9,1%. Образцы с максимальным накоплением сахаров: линии 19-44 – 5,01%; 17-246 – 4,75%; 16-144 – 4,46%, превысили средние значения на 10,4-24,0%. Высокое содержание крахмала было у линии 17-246 – 45,4%, у сортов Марафон – 43,3%, Факел – 43,1%, превысили средние показатели на 2,1-7,6%. Наибольший урожай белка за годы исследований был у сортов Метеор – 6,89 ц/га, Красноуфимский 20 – 6,86 ц/га, Факел – 6,85 ц/га.

### Список литературы

1. Вьюник, А. В. Химический состав семян сортов гороха посевного / А. В. Вьюник,

Таблица 2 – Влияние погодных условий на показатели качества зерна (индексы среды)

Показатели качества зерна	Годы			
	2019	2020	2021	2022
Урожайность	0,60	0,62	-1,75	0,54
Масса 1000 семян	4,13	3,98	-10,74	2,63
Белок	3,44	2,92	-2,23	-4,13
Сахар	0,05	-0,55	0,06	0,45
Крахмал	-0,66	0,30	-0,27	0,63

Таблица 3 – Корреляционная взаимосвязь данных химического анализа семян гороха с урожайностью и массой 1000 семян (2019–2022 гг.)

Показатели	Белок, %	Сбор белка, ц/га	Сахара, %	Крахмал, %	Масса 1000 семян, г
Урожайность	0,072	0,905	0,337	0,179	0,696
Масса 1000 семян	0,452	0,806	0,146	0,333	–

И. Н. Порсев // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : сб. ст. по матер. XIII Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. молодых ученых. – Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2021. – С. 54–58.

2. Шелепина, Н. В. Использование высокоамилозного горохового крахмала в производстве функциональных пищевых продуктов / Н. В. Шелепина // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85. – № S2. – С. 221.

3. Симбиотическая фиксация атмосферного азота у бобовых растений как генетико-селекционный признак / К. К. Сидорова, М. Н. Гляненко, Т. М. Мищенко [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19. – № 1. – С. 50–57.

4. Харитоновна, Л. Оценка питательности и энергетической ценности гороха посевного для введения в рецепты рыбных гранулированных кормов / Л. Харитоновна, Т. Н. Троян, Д. Ганьба // Вестник молодежной науки. – 2019. – № 4(21). – С. 24.

5. Анализ химического состава водных экстрактов, полученных из створок гороха посевного / В. В. Орлов, П. Д. Михайлова, Е. М. Короткова, Е. В. Ожимкова // Вестник Тверского государственного университета. Сер. : Химия. – 2022. – № 3(49). – С. 162–167. – DOI: 10.26456/vtchem2022.3.19.

6. Оценка качества сортообразцов гороха на заключительном этапе селекционного процесса / И. А. Пшеничная, И. А. Филатова, Е. П. Беляева, О. Н. Истомина // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 3(23). – С. 39–43.

7. Рукшан, Л. В. Технологические свойства семян зернобобовых культур как сырья для мучных кондитерских изделий / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2017. – № 2(23). – С. 38–43.

8. Оценка перспективных сортообразцов гороха по качеству и взаимосвязь биохимических показателей с урожайностью и массой 1000 зерен / И. С. Браилова, И. А. Филатова, Н. И. Юрьева, Ю. В. Белоусова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3(35). – С. 20–25. – DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11180.

9. Шапошникова, Ю. В. Корреляционная зависимость между продуктивностью и основными ее элементами у сортов зернового гороха / Ю. В. Шапошникова, Н. А. Коробова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 6-1. – С. 62–66. – DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11249.

10. Ашиев, А. Р. Изменчивость признака «масса 1000 семян» перспективных линий гороха посевного / А. Р. Ашиев, К. Н. Хабибуллин, М. В. Скулова // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т. 14. – № 3. – С. 77–81. – DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-77-81.

---

**Лихачева Любовь Ивановна**, старший научный сотрудник, Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

**Москалев Алексей Викторович**, научный сотрудник, Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

**Лихачева Наталья Викторовна**, младший научный сотрудник, Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

**Сергеева Людмила Борисовна**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник аналитической лаборатории, Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.

E-mail: selektsiya@bk.ru.

\* \* \*