

УДК 633.358:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-13-17

ОЦЕНКА СОРТОВ ПОЛЕВОГО ГОРОХА (*PISUM ARVENSE* L.) НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ: ВЗАИМОСВЯЗИ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ С ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

С. В. Пономарева, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства,
ORCID ID: 0000-0002-5532-3574

Нижегородский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока,

607686, Нижегородская обл., Кстовский р-он, с. п. Селекционной станции, 38; e-mail: nnovniish@rambler.ru

В решении проблемы повышения белковости производимого в стране зернофуража немаловажная роль должна отводиться полевому гороху – ценному компоненту комбикормов с высоким содержанием белка. В данной работе проводили оценку сортов гороха полевого по содержанию белка в семенах. Изучались корреляционные связи между содержанием белка и продуктивностью семян, с массой 1000 зерен и продолжительностью вегетационного периода. Определяли влияние погодных условий и взаимосвязь с содержанием белка в семенах гороха полевого. Исследования проводились на опытном участке коллекционного питомника гороха Нижегородского НИИСХ в 2016–2018 гг. Объектом изучения служили 15 сортов полевого гороха отечественной и зарубежной селекции. В опыте определены высокобелковые (28,0–30,0%) мелкосемянные позднеспелые и низкобелковые (22,9–23,9%) скороспелые с крупными семенами сорта листочкового морфотипа. Установлена очень слабая отрицательная взаимосвязь ($r = -0,010$) между содержанием белка и зерновой продуктивностью. С массой 1000 зерен и содержанием белка выявлена высокая отрицательная ($r = -0,818$) корреляционная зависимость. Содержание белка в семенах гороха полевого положительно связано с продолжительностью вегетационного периода ($r = +0,860$). У листочковых сортов проявилась положительная зависимость между накоплением белка и суммой осадков ($r = +0,714...+0,989$), а также суммой положительных температур выше 10°C (от низкой до высокой). У усатых сортов в то же время с повышением влажности определена обратная зависимость.

Ключевые слова: полевой горох, содержание белка, сорт, погодные условия, корреляция, продуктивность, масса 1000 зерен, период вегетации.

Для цитирования: Пономарева С. В. Оценка сортов полевого гороха (*Pisum Arvense* L.) на содержание белка в зерне: взаимосвязи хозяйственно полезных признаков с погодно-климатическими условиями // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68) С. 13–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-13-17.



THE ESTIMATION OF THE PEAS VARIETIES (*PISUM ARVENSE* L.) ON PROTEIN PERCENTAGE IN GRAIN: CORRELATION BETWEEN ECONOMIC-VALUABLE TRAITS AND WEATHER CONDITIONS

S. V. Ponomareva, senior researcher of the department of breeding process and seed production,
ORCID ID: 0000-0002-5532-3574

Nizhegorodsky RIA, affiliate of the North-East FSBSI FARC,

607686, Nizhegorodsky region, Kstovsky district, village of Seleksionoy stantsii, 38; e-mail: nnovniish@rambler.ru

Peas as a valuable component of animal feed with a high protein percentage is of great importance in solving the problem of increasing protein percentage in grain fodder produced in the country. The current paper has presented the estimation the peas varieties on protein percentage t in seeds. There has been studied the correlation between protein percentage and seed productivity, between 1000-grain weight and length of growing season. There has been identified the influence of weather conditions and the correlation between them and protein percentage t in peas seeds. The trials were conducted at the experimental plots of the peas nursery belonging to the Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture in 2016–2018. The objects of study were 15 peas varieties of domestic and foreign breeding. In the trial there were identified the peas varieties with high protein percentage (28.0–30.0%), with small seeds; the late-ripening varieties, and the varieties with low protein percentage (22.9–23.9%); the early-ripening varieties of a leafy morphotype with large seeds. There has been established a very weak negative correlation ($r = -0.010$) between protein percentage and grain productivity. There has been identified a very strong negative correlation ($r = -0.818$) between 1000-grain weight and protein percentage. The protein percentage in pea seeds has got a positive correlation with the length of growing season ($r = +0.860$). The leafy varieties showed a positive correlation between protein accumulation due to amount of precipitation ($r = +0.714...+0.989$) and the sum of positive temperatures above 10°C (from low, in some cases to high). The leafless pea varieties, at the same time, have got an inverse correlation at the increased humidity.

Keywords: peas, protein percentage, weather conditions, correlation, productivity, 1000-grain weight, vegetation period.

Введение. Одной из основных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом России, является производство кормового зерна. Оно является основным компонентом концентрированных кормов, его доля в кормах составляет 60–65%. Однако в значительной степени зернофураж скармливается в чистом виде, что приводит к нерациональному расходу зерна и удорожанию рационов (Шпаков, 2018). Также состав производимого зернофуража и его качество (дефицит энергии, белка) не соответствуют потребностям животноводства (Косолапов и др., 2016). В решении этой проблемы большое значение отводится зернобобо-

вым культурам. Они являются одним из самых доступных, дешевых и полноценных источников растительного белка (Фадеева, 2013). В земледелии страны в структуре посевных площадей зернобобовые занимают всего 6,1%, что недостаточно для решения кормовой проблемы. Среди зернобобовых удельный вес по-прежнему принадлежит гороху (Зотиков и др., 2018). Особый интерес в решении кормовой проблемы могут представить сорта полевого гороха.

Полевой горох – пелюшка (*Pisum arvense* L.) – однолетняя бобовая культура. Отличается достаточно высокой продуктивностью и качеством зерна, ко-

торое содержит в среднем 27% полноценного белка и до 35% незаменимых аминокислот. Растения данной ботанической группы способны вызревать на семена в неблагоприятные по метеорологическим условиям годы. Они более устойчивы ко многим болезням и вредителям (Амелин и др., 2007). В то же время сельхозпредприятия по-прежнему ориентируются на сорта гороха посевного, а пелюшки занимают незначительные посевные площади. Вероятно, это связано с определенными технологическими трудностями выращивания (Кондыков, 2010).

В сложившейся ситуации селекционерами были разработаны программы, направленные на создание принципиально новых (листочковых, усатых) зерновых, зерноукосных, укосно-зерновых сортов гороха полевого (Зеленов и Зеленов, 2016). Многообразие новых морфотипов привело к увеличению и улучшению технологических свойств культуры, повысилась устойчивость к полеганию и осыпанию семян. Однако несколько снизилась устойчивость к погодным условиям и обострилась проблема получения качественного урожая (Амелин и др., 2011).

В связи с этим мы поставили своей целью оценить сорта коллекции полевого гороха по содержанию белка в семенах, охарактеризовать корреляции между этим показателем и взаимосвязи его с продуктивностью, с массой 1000 семян и продолжительностью вегетационного периода сортообразцов, а также установить влияние погодных условий на показатель белка в семенах.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2016–2018 гг. в селекционном севообороте на опытном поле Нижегородского НИИСХ в коллекционном питомнике гороха. Объектом изуче-

ния служили 15 сортообразцов полевого гороха отечественной и зарубежной селекции.

Почвы опытного участка – светло-серые лесные средней степени окультуренности. Изучение, наблюдения, учеты осуществляли по методическим указаниям ГНУ ВИР им. Н. И. Вавилова (2010). Посев культуры проводили сеялкой ССФК-7, учетная площадь делянок – 1 м², расположение – рендомизированное в двукратной повторности, норма высева – 130 зерен. Содержание белка в зерне определяли в аналитической лаборатории института по ГОСТ 13496.4-9. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова (2011) с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2010. Данные климатических условий предоставлены метеостанцией Ройка.

Результаты и их обсуждение. По погодным условиям годы изучения резко различались между собой. Это дало возможность достаточно полно выявить степень влияния условий года и биологических особенностей сорта на накопление белка в зерне полевого гороха. Слабо засушливый 2016 г. был характерен умеренными осадками и положительными температурами выше 10 °С.

2017 г. отличался избыточным увлажнением и умеренной температурой воздуха. При этом наблюдалось усиление вегетативного роста растений гороха полевого, удлинение периода вегетации.

Крайне неблагоприятные погодные условия для формирования урожая были в засушливом 2018 г., недостаточное количество осадков в период вегетации вызвало значительную потерю продуктивной массы (рис. 1).

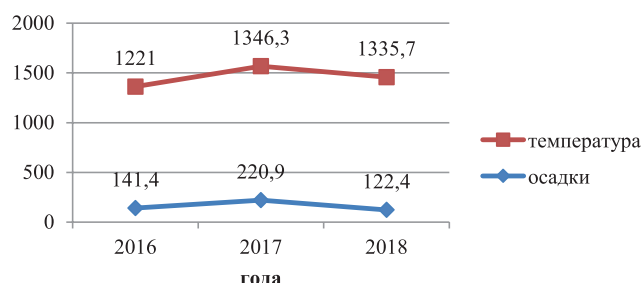


Рис. 1. Количество осадков и сумма положительных температур выше 10 °С воздуха вегетационного периода гороха полевого (2016–2018 гг.)

Fig. 1. The amount of precipitation and positive temperatures above 10 °C during peas vegetation period (in 2016–2018)

В результате трехлетних исследований было установлено, что все сортообразцы гороха полевого можно разделить на высокобелковые с содержанием белка в семенах 28,0–30,0% и низкобелковые 22,9–23,9%. Высоким содержанием белка (28,7–30,3% в среднем за годы изучения) отличались мелкосемянные позднеспелые листочковые сорта Спутник, Вологодский, Светоч, Верхолузский и Тарногский. Среди усатых выделился позднеспелый сорт Wasata с содержанием белка 28,9% и с массой 1000 семян 133 г.

Низкое содержание белка свойственно в большинстве случаев скороспелым листочковым сортам с крупными семенами Орпела, Tigra, Arconia. Содержание белка в семенах данных сортов составило в среднем за годы исследования 23,0–23,9%.

В процессе изучения была выявлена взаимосвязь между содержанием белка и продуктивностью, мас-

сой 1000 семян и периодом вегетации. В результате исследований установлена очень слабая отрицательная корреляционная связь между содержанием белка в семенах и зерновой продуктивностью ($r = -0,010$). Продуктивность семян слабо влияет на накопление белка в зерне. Вероятнее всего, это зависит от биологических особенностей сорта. Между содержанием белка и массой 1000 зерен проявилась высокая отрицательная взаимосвязь ($r = -0,818$), то есть с увеличением массы 1000 зерен процент азота в них снижается, и наоборот, с уменьшением – процент содержания белка в зерне повышается. Определена тесная положительная корреляционная связь между содержанием белка в семенах и вегетационным периодом ($r = +0,860$). Высокобелковость зерна полевого гороха в данном случае можно связать с позднеспелостью сортов (табл. 1).

1. Продуктивность и качество зерна, масса 1000 зерен и период вегетации различных сортов полевого гороха (2016–2018 гг.)

1. Grain productivity and quality, 1000-grain weight, vegetation period of various peas varieties (2016–2018)

Каталог ВИР	Сорт	Морфотип	Содержание белка в зерне, %				В среднем за три года		
			По годам			Среднее за 3 года	Урожайность зерна, г/м ²	масса 1000 зерен, г	период вегетации, сутки
			2016	2017	2018				
Высокобелковые сорта									
8736	Немчиновский 817	усатый	27,6	28,0	28,8	28,1	147,0	190	70
—	Wasata	усатый	28,7	28,5	29,5	28,9	187,0	133	75
8347	Витра	листочковый	28,1	28,2	27,5	28,0	210,0	177	74
7218	Fioletova	листочковый	27,8	29,6	27,4	28,3	182,0	160	73
9365	Фен	листочковый	27,4	27,5	29,9	28,3	100,0	130	70
6092	Спутник	листочковый	28,6	29,2	28,3	28,7	180,0	147	73
4895	Вологодский	листочковый	27,9	29,8	28,6	28,8	114,0	96	74
9800	Светоч	листочковый	28,8	32,3	25,6	28,9	228,0	126	74
4988	Верхолузский	листочковый	29,0	30,9	27,2	29,0	215,0	109	74
4894	Тарногский	листочковый	30,2	31,4	29,2	30,3	135,0	112	77
Низкобелковые сорта									
9366	Флора	усатый	25,7	16,3	26,7	23,0	130,0	192	69
8629	Орпела	листочковый	24,1	21,9	25,4	23,8	92,0	251	67
8363	Tigra	листочковый	22,4	21,9	24,6	23,0	159,0	269	69
—	Arconia	листочковый	25,0	23,9	22,7	23,9	220,0	281	69
—	Рябчик	листочковый	23,9	24,3	23,5	23,9	201,0	168	69

Различные погодные условия в годы исследований также оказали соответствующее влияние на количество белка в семенах. Анализ полученных данных показал, что оптимальные погодные условия в момент формирования семян у высокобелковых листочковых образцов (2017 г.) в большинстве случаев способствовали увеличению содержания белка. Однако листочковый сортобразец Фен в это же время не отличился накоплением (27,5%) белка в семенах. У низкобелковых сортобразцов, в сравнении с высокобелковыми, при одних и тех же погодных условиях наблюдалось снижение содержания белка. Так, в 2016 г. слабая засуха привела к снижению содержания белка в высокобелковых сортах. У низкобелковых образцов снижения содержания белка в семенах не наблюдалось. В 2018 г. недостаток влаги при повышенной температуре отрицательно сказал-

ся на биосинтезе белка высокобелковых листочковых сортов, кроме сорта Фен (29,9%). Сортобразцам уса- того морфотипа, наоборот, данные погодные условия позволили увеличить накопление белка в семенах (28,8–29,5%). Низкобелковые сорта Орпела и Tigra отличились повышенным содержанием белка в семенах (25,4 и 24,6%), а Arconia и Рябчик, наоборот, – снижением (22,7 и 23,5%) (табл. 1).

Таким образом, исследованиями выявлено, что содержание белка в семенах гороха полевого является изменчивой величиной, зависящей от метеорологических условий и биологических особенностей сорта.

С целью установления связи между содержанием белка в семенах с параметрами погодных условий были вычислены коэффициенты корреляции (табл. 2).

2. Коэффициенты корреляции между содержанием белка в зерне гороха и параметрами погодных условий (в среднем за 2016–2018 гг.)

2. Coefficients of correlation between protein percentage in peas and weather conditions (average in 2016–2018)

Каталог ВИР	Сорт	Морфотип	Корреляция: содержание белка в зерне гороха	
			сумма осадков	сумма положительных температур >10 °С
Высокобелковые сорта				
8736	Немчиновский 817	усатый	–0,364	+0,704
–	Wasata	усатый	–0,781	+0,254
8347	Витра	листочковый	+0,744	–0,310
7218	Fioletova	листочковый	+0,999	+0,415
9365	Фен	листочковый	–0,622	+0,464
6092	Спутник	листочковый	+0,989	+0,263
4895	Вологодский	листочковый	+0,850	+0,826
9800	Светоч	листочковый	+0,951	+0,102
4988	Верхолузский	листочковый	+0,948	+0,091
4894	Тарногский	листочковый	+0,959	+0,128
Низкобелковые сорта				
–	Рябчик	листочковый	+0,942	+0,076
9366	Флора	усатый	–0,995	–0,491
8629	Орпела	листочковый	–0,981	–0,222
8363	Tigra	листочковый	–0,772	+0,269
–	Arconia	листочковый	+0,206	–0,811

В опыте установлено, что в зависимости от сортовых особенностей гороха полевого культура по-разному реагирует на атмосферную влажность. У сортов усатого морфотипа определена отрицательная зависимость ($r = -0,364 \dots -0,995$) между суммой осадков и накоплением белка в семенах. Повышение влажности снижало содержание белка в семенах усатых сортов. Сорта листочкового типа с увеличением осадков в большинстве случаев наращивали показатель белка в семенах, что подтверждается тесной положительной корреляционной связью $r = +0,714 \dots +0,989$. Повышение температуры воздуха не мешает высокобелковым сортам накапливать белок в семенах. Установлено, что независимо от морфотипа высокобелковых сортов между суммой положительных температур и накоплением белка в семенах наблюдается положительная (от низкой до высокой) корреляционная зависимость. Низкобелковые сорта неодинаково реагировали на температурный режим в зависимости от биологических особенностей сорта. Так, сорта Орпела и Arconia снижали накопление белка ($r = -0,222$ и $-0,811$), а Tigra и Рябчик, наоборот, увеличивали при одних и тех же погодных условиях ($r = +0,269$ и $+0,076$).

Выводы. В результате исследований определено, что высоким содержанием белка отличались

мелкосемянные позднеспелые сорта листочкового морфотипа, а низкое содержание было свойственно в большинстве случаев скороспелым листочковым сортам с крупными семенами.

Корреляционные связи между комплексом хозяйственно полезных признаков и содержанием белка показали, что продуктивность семян слабо влияла на накопление белка в зерне. Увеличение массы 1000 зерен снижало содержание белка в семенах. В соответствии с длиной вегетационного периода выявлена тесная положительная связь – накопление белка в семенах позднеспелых листочковых сортов выше.

Установлено, что одни и те же погодные условия по-разному влияли на биосинтез белка в различающихся группах листочковых и усатых морфотипов гороха полевого. Сорта листочкового морфотипа имели тесную положительную взаимосвязь между содержанием белка в зерне и повышением количества осадков. У усатых образцов в то же время определена обратная зависимость. Между повышением температуры воздуха и накоплением белка в семенах независимо от морфотипа у высокобелковых сортов в большей степени наблюдалась положительная корреляционная взаимосвязь.

Библиографические ссылки

1. Амелин А. В., Костикова Н. О., Кондыков И. В., Панарина В. И., Уварова О. В., Бобков С. В. Качество зерна у различных по морфотипу сортов гороха // Вестник Орел ГАУ. 2011. № 1. С. 86–90.
2. Амелин А. В., Кондыков И. В., Монахова Н. А., Чекалин Е. И., Клевцова Ю. В. Перспективы селекции гороха полевого на высокую урожайность и качество зерна // Селекция и семеноводство полевых культур: юбилейн. сб. науч. трудов. Ч. 1. Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2007. 240 с.
3. Зеленев А. Н., Зеленев А. А. Повышение биоэнергетического потенциала растения – актуальная проблема селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 4(20). С. 9–15.
4. Зотиков В. И., Сидоренко В. С., Грядунуова Н. В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2(26). С. 4–9. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008.
5. Кондыков И. В. Роль гороха полевого в диверсификации сырьевой базы кормопроизводства // Земледелие. 2010. № 5. С. 21–22.
6. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Бычков Г. Н., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология // Кормопроизводство. 2016. № 8. С. 5–7.
7. Фадеева А. Н. Изменчивость содержания белка в семенах зернобобовых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 1 (5). С. 33–36.
8. Шпаков А. С. Системы кормопроизводства Центральной России: молочно-мясное животноводство. М., 2018. 272 с. ISBN 978-5-906906-75-5.

References

1. Amelin A. V., Kostikova N. O., Kondykov I. V., Panarina V. I., Uvarova O. V., Bobkov S. V. Kachestvo zerna u razlichnyh po morfotipu sortov goroha [Grain quality of pea varieties of various morphotypes] // Vestnik Orel GAU. 2011. № 1. S. 86–90.
2. Amelin A. V., Kondykov I. V., Monahova N. A., Chekalin E. I., Klevцова Yu. V. Perspektivy selekcii goroha polevogo na vysokuyu urozhajnost' i kachestvo zerna [Breeding prospects of peas for high productivity and grain quality] // Selekcija i semenovodstvo polevyh kul'tur: jubilejn. sb. nauch. trudov. Ch. 1. Voronezh, FGOU VPO VGAU, 2007. 240 s.
3. Zelenov A. N., Zelenov A. A. Povyshenie bioenergeticheskogo potenciala rasteniya – aktual'naya problema selekcii goroha [Improvement of bioenergetic potential of a plant is an urgent problem of pea breeding] // Zernobobovyie i krupyanye kul'tury. 2016. № 4(20). S. 9–15.
4. Zotikov V. I., Sidorenko V. S., Gryadunova N. V. Razvitie proizvodstva zernobobovyh kul'tur v Rossijskoj Federacii [Development of legume production in the Russian Federation] // Zernobobovyie i krupyanye kul'tury. 2018. № 2(26). S. 4–9. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008.
5. Kondykov I. V. Rol' goroha polevogo v diversifikacii syr'evoj bazy kormoproizvodstva [The role of peas in the diversification of the raw material base of feed production] // Zemledelie. 2010. № 5. S. 21–22.
6. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Bychkov G. N., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. Kormoproizvodstvo, racional'noe prirodoopol'zovanie i agroekologiya [Feed production, environmental management and agroecology] // Kormoproizvodstvo. 2016. № 8. S. 5–7.
7. Fadeeva A. N. Izmenchivost' soderzhaniya belka v semenah zernobobovyh kul'tur [Variability of protein percentage in leguminous seeds] // Zernobobovyie i krupyanye kul'tury. 2013. № 1(5). S. 33–36.
8. Shpakov A. S. Sistemy kormoproizvodstva Central'noj Rossii: molochno-myasnoe zhivotnovodstvo [Central Russia feed production systems: dairy and beef cattle breeding] // M., 2018. 272 s. ISBN 978-5-906906-75-5.

Поступила: 27.01.20; принята к публикации: 11.03.20.

Критерии авторства. Автор статьи подтверждает, что имеет на статью права и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Пономарева – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение опыта и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.