

Ирина Владимировна Пахотина

Омский аграрный научный центр, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией качества зерна, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Омск, e-mail: ira.pakhotina.72@mail.ru

Людмила Валентиновна Омельянюк

Омский аграрный научный центр, главный научный сотрудник лаборатории селекции зернобобовых культур, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Россия, Омск, e-mail: Milya1302@yandex.ru

Елена Юрьевна Игнатъева

Омский аграрный научный центр, ведущий научный сотрудник лаборатории качества зерна, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Омск, e-mail: 79131468426@yandex.ru

Акимбек Мырзаевич Асанов

Омский аграрный научный центр, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции зернобобовых культур, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Омск, e-mail: akimbek-asanov@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Опыты проведены в Омском аграрном научном центре (Омский АНЦ) в 2010–2019 гг. с целью изучения особенностей формирования белка в среднеспелых сортах гороха посевного полубезлисточково гоморфотипа в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Исследовали сорта селекции Омского АНЦ: Омский 9, Демос, Благовест, Триумф Сибири. Посев проводили в питомнике конкурсного сортоиспытания по отвальной зяби, предшественник – яровая мягкая пшеница. Определяли содержание белка в зерне, массу 1000 зерен. Метеорологические условия контрастные с ГТК за май–август от 0,58 в 2010 г. до 1,44 в 2018 г. В среднем за 10 лет по содержанию белка в зерне сорта различались незначительно – 22,41–23,36 %, как и по урожайности – 2,97–3,17 т/га. Но накопление белка в зерне имело сортовую специфику. В среднем содержание белка не зависело от урожайности и определялось внешними факторами среды, особенно погодными условиями в период посева – начала цветения (2-я, 3-я декада мая–июнь). Максимальная доля белка (23,54–26,38 %) наблюдалась в 2015–2017 гг. при оптимальном или умеренно засушливом гидротермическом обеспечении вегетационного периода. Отмечена положительная корреляция массы 1000 зерен с урожайностью ($r = 0,39–0,78$) и сбором белка с гектара ($r = 0,22–0,71$). Сбор белка в большей степени определялся уровнем урожайности ($r = 0,71–0,99$), чем количеством белка в семенах ($r = 0,01–0,66$). Установлено, что только сорт Благовест показал высокую зависимость содержания белка в зерне с его сбором с гектара. Соответственно – достаточно высокий сбор белка с единицы площади можно получить при выращивании как у высокобелковых, так и высокоурожайных сортов гороха.

Ключевые слова: горох посевной, качество зерна, содержание белка, масса 1000 зерен, сбор белка, урожайность, метеорологические условия, корреляция.

Irina V. Pakhotina

Omsk Agrarian Scientific Center, leading staff scientist, head of the laboratory of grain quality, candidate of agricultural sciences, Russia, Omsk, e-mail: ira.pakhotina.72@mail.ru

Lyudmila V. Omelyanyuk

Omsk Agrarian Scientific Center, main staff scientist of the laboratory of selection of leguminous crops, doctor of agricultural sciences, associate professor, Russia, Omsk, e-mail: Milya1302@yandex.ru

Elena Yu. Ignatyeva

Omsk Agrarian Scientific Center, leading staff scientist of the laboratory of grain quality, candidate of agricultural sciences, Russia, Omsk, e-mail: 79131468426@yandex.ru

Akimbek M. Asanov

Omsk Agrarian Scientific center, leading staff, head of the laboratory of selection of leguminous crops, candidate of agricultural sciences, Russia, Omsk, e-mail: akimbek-asanov@rambler.ru

THE FEATURES OF PROTEIN FORMATION IN PEA GRAIN UNDER THE CONDITIONS OF WEST SIBERIA

*The experiments were carried out at Omsk Agricultural Scientific Center (Omsk ASC) in 2010–2019 to study the features of protein formation in the mid-season field pea varieties (*Pisum sativum*) of the semi-leafless morphotype under the conditions of the southern forest-steppe of West Siberia. The following varieties developed at the Omsk ASC were investigated: Omsky 9, Demos, Blagovest, and Triumf Sibiri. The varieties were sown in the competitive variety trial nursery on autumn moldboard plowed field; the forecrop was spring soft wheat. The protein content in grain and thousand-kernel weight was determined. The weather conditions were contrast with the hydrothermal index for the period from May to August from 0.58 in 2010 to 1.44 in 2018. On 10-year average, the varieties differed slightly regarding the protein content in grain (22.41–23.36 %) and the yields (2.97–3.17 t hectare). However, the protein accumulation in grain had variety-related peculiarities. On average, the protein content did not depend on the yield and was determined by the external environmental factors, particularly on the weather conditions during the period from sowing to the beginning of flowering (from the 2nd and 3rd ten-days of May to June). The maximum percentage of protein (23.54–26.38 %) was observed in 2015–2017 under optimal or moderately dry hydrothermal conditions of the growing season. A positive correlation of the thousand-kernel weight and the yield ($r = 0.39–0.78$) and the protein yield per hectare ($r = 0.22–0.71$) was revealed. To a greater extent, the protein yield was determined by the yield level ($r = 0.71–0.99$) rather than by the protein content in the seeds ($r = 0.01–0.66$). It was found that only the Blagovest variety showed high dependence of the protein content in grain on its yield per hectare. Accordingly, a fairly high protein yield per unit area may be obtained when growing both high-protein and high-yielding pea varieties.*

Keywords: peas, grain quality, protein content, weight of 1000 grains, collecting the protein, yield, meteorological conditions, correlation.

Введение. Проблема доступности продуктов питания и ликвидации белкового дефицита в мире достаточно актуальна. Источником низкого по себестоимости полноценного белка могут стать зернобобовые культуры, в том числе горох [1]. Преимущество горохового белка – высокая усвояемость (90–95 %), низкая аллергенность, отсутствие негативных влияний на здоровье человека. Его протеин не содержит глютена, богат цистеином, метионином и незаменимой аминокислотой – лизином. Сочетая белки риса и гороха в питании, можно получить сбалансированный аминокислот-

ный состав пищи. Между содержанием крахмала и белка в семени гороха определена отрицательная корреляция. Высокобелковый горох имеет содержание крахмала ниже (27,2–34,2 %), чем другие виды гороха (45,5–47,4 %), при высоком содержании амилозы (74,6–89,2 %) [2].

На формирование белка в зерне оказывают влияние разные факторы. Так, погодные условия определяют накопление белка на 84 %, сортовые различия на 13 %. Существенно снижается содержание протеина во влажные годы [3]. Исследования, проведенные в Сибирском НИИ

сельского хозяйства (Омский АНЦ) за три года на сортовом и гибридном материале (более 2500 обр.), показали, что лимитирующими факторами в накоплении белка стали в разные годы пониженные температуры и избыточное увлажнение во время налива. В увлажненные годы лучшими по анализируемому признаку стали позднеспелые генотипы. Наследование признака также зависело от условий выращивания [4].

Экологическое испытание 17 сортов гороха посевного в условиях Республики Хакасия выявило доминирующее влияние на проявление признака взаимодействия факторов «год х пункт». Доля влияния на накопление белка в зерне составила: для факторов «год» – 27 %, «пункт» – 22 %, «сорт» – 9 % [5]. Архитектоника листового аппарата не оказывает значительного влияния на содержание белка в зерне гороха. Безлисточковые формы гороха могут накапливать такое же высокое количество белковых веществ, как и листочковые [3]. Одна из особенностей бобовых культур – симбиоз с азотфиксирующими бактериями, что способствует высокому содержанию белка в зерне. До 75 % азота, фиксируемого из воздуха бактериями, используется растениями, а 25 % остается в клубеньках [6]. Ценность данной культуры возрастает благодаря способности обогащения почвы азотистыми веществами. Так, насыщение севооборотов горохом и другими зернобобовыми культурами до 50 % в сочетании с органическими удобрениями при комбинированной обработке почвы позволяет увеличить сбор белка с пашни до 4,7 ц/га и выше [7]. Наличие отрицательной связи между урожайностью и содержанием белка в зерне гороха несколько снижает значимость культуры как основного продуцента протеина. Перераспределение энергии в направлении повышения семенной продуктивности, вероятно, является и причиной снижения адаптивных свойств высокопродуктивных сортов [8].

Цель исследований. Изучение особенностей формирования белка в среднеспелых (64–80 сут) сортах гороха полубезлисточкового морфотипа в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Материал и методы исследований. Материалом исследований послужили четыре сорта гороха посевного омской селекции, изучающихся в питомнике конкурсного сортоиспытания с размещением по отвальной зяби в 2010–2019 гг. Предшественник – яровая мягкая пшеница. По-

сев во второй – начале третьей декады мая рядовым способом сеялкой ССФК-7 с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на гектар. Уборка напрямую в фазе полной спелости комбайном «Хеге-125». Сорт Омский 9 занимал в отдельные годы до 18 % от площади сортового посева в регионе. Включен в Госреестр в 1999 г. Сорт Демос (2003 г.) занимал до 6,1 тыс. га в Омской области. Сорт Благовест (2008 г.) включен в список ценных сортов. Новый сорт Триумф Сибири проходит государственное сортоиспытание с 2019 г.

Содержание белка в зерне определяли методом Кьельдаля в модификации М.И. Базавлука. Статистическую обработку полученных данных проводили по методике Б.А. Доспехова, интерпретацию корреляционных данных по Г.Ф. Лакину.

Метеорологические условия были контрастными [9]. Вегетация гороха проходила при оптимальных температурах: более 5 °С в период посева – всходов, и в диапазоне 15–20 °С для периодов цветения, образования и созревания семян. Среднесуточная температура за 10 лет составила 16,7 °С. Максимально жаркая погода зафиксирована в 2012 г. (1,6 °С к среднемноголетней), умеренно прохладная в 2013 и 2018 гг. (-1,0 и -1,7 °С соответственно). В 2015, 2016 и 2017 гг. превышение от среднемноголетней составило 0,3, 0,8 и 0,7 °С соответственно. Значительные колебания температуры по годам исследований отмечены в мае и июле.

Большая контрастность за 10 лет была характерна для распределения осадков как по годам, так и за вегетационный период (май – август). Средняя многолетняя за вегетационный период составила 170,4 мм. Дефицит осадков зафиксирован в 2010 (очень засушливый), 2012, 2014 и 2017 гг. – количество осадков составило 61,4–77,9 % от среднемноголетней величины (табл. 1). Избыточное увлажнение отмечено в 2018 г. за счет предельного увлажнения в мае, оптимальное в 2011, 2013, 2015, 2016 и 2019 гг. Уровень влагообеспеченности представлен на рисунке 1. Из графика видно, что даже в годы с обеспеченным увлажнением распределение осадков за вегетационный период крайне контрастное – от избыточно увлажненного периода до очень засушливого, что повлияло на формирование растений, синтез и накопление белка в зерне. Максимальный уровень белка отмечен в 2015, 2016 и 2017 гг.

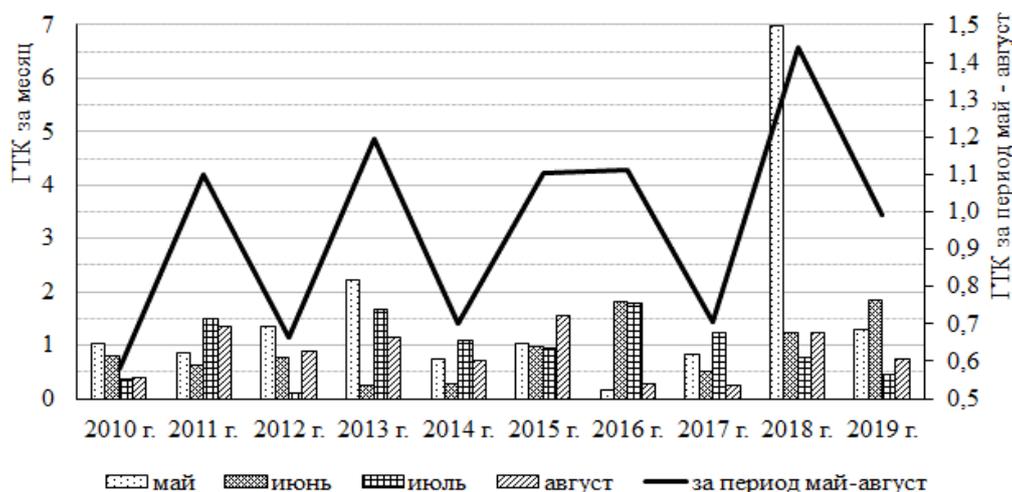


Рис. 1. Гидротермический коэффициент по месяцам и в целом за период май – август в 2010–2019 гг.

Результаты и их обсуждение. ГОСТ 28674-90 при поставках и заготовке гороха на кормовые, продовольственные цели и для переработки в комбикорма не предъявляет требований к содержанию белка в зерне. Тем не менее при государственном испытании сортов предпочтение отдается не только самым урожайным, но и высокобелковым формам. Содержание белка в зерне для внесения сорта в списки ценных должно быть не менее 24 %. Как было отмечено ранее, зачастую увеличение урожайности ведет к снижению количества белка. Изучение взаимосвязей между содержанием белка, крупностью семени, урожайностью и интегральным показателем – сбор белка с единицы с площади

– выявило некоторые особенности накопления белка в зерне гороха. Одним из признаков, связанных с урожайностью и характеризующих крупность зерна, является масса 1000 семян. Из таблицы 1 видно, что крупным зерном отличался сорт Благовест, с наибольшей разницей между минимальным и максимальным значениями массы 1000 семян в 94 г. Мелким зерном выделялся сорт Омский 9 с разницей между крайними значениями 47 г. Крупность зерна, как показал корреляционный анализ, незначительно зависела от количества в нем белковых веществ. Слабая отрицательная связь между данными показателями ($r = -0,29$) выявлена у крупнозерного сорта Благовест.

Таблица 1

Физико-химические свойства и урожайность зерна сортов гороха, среднее за 2010–2019 гг.

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Белок, %		Урожайность, т/га		Сбор белка, кг/га	
	средняя	max-min	средний	max-min	средняя	max-min	средний	max-min
Омский 9	172	193-146	22,83	25,64-21,32	3,09	5,56-1,88	708	1232-410
Демос	173	209-146	23,36	25,93-21,31	2,97	5,19-1,54	626	1155-344
Благовест	214	268-175	22,41	26,38-19,27	3,02	4,99-1,66	688	1316-359
Триумф Сибири	166	210-135	22,98	26,04-19,04	3,17	5,27-1,41	736	1321-329

Крупность зерна, вероятно, достигается большим накоплением крахмала, чем белковых веществ, что согласуется с наличием отрицательной связи между содержанием белка и крахмала. Сопряженность крупности семян с

урожайностью растений была особенно выражена для более мелкозерных сортов. Корреляция оказалась умеренной для сорта Благовест ($r=0,39$), значительная и сильная для трех других сортов ($r=0,60-0,78$) (табл. 2).

Корреляционная связь между содержанием белка в зерне, сбором белка с единицы площади и массой 1000 зерен, урожайностью гороха

Показатель	Сорт			
	Благовест	Триумф Сибири	Омский 9	Демос
Масса 1000 семян – содержание белка	-0,29	-0,06	0,19	0,03
Масса 1000 семян – урожайность	0,39	0,78	0,60	0,74
Содержание белка – урожайность	0,43	0,25	0,18	0,14
Масса 1000 семян – сбор белка*	0,22	0,71	0,60	0,46
Содержание белка – сбор белка*	0,66	0,44	0,36	0,01
Урожайность – сбор белка*	0,96	0,98	0,99	0,71

* – сбор белка с единицы площади.

Соответственно и интегральный показатель – сбор белка с единицы площади – показал разную степень зависимости от варьирования крупности зерна у изучаемых сортов. Сильная и значительная взаимосвязь отмечена у сортов Триумф Сибири и Омский 9.

С средним по содержанию белка в зерне сорта различались незначительно – около 1 %, равно как и по урожайности с 1 гектара (0,2 т/га). Значительные колебания анализируемого показателя по годам исследования отмечены у сорта Благовест – от max-min 7,11 %, отклонения от средней –

от +3,97 до -3,14 %. Близок к нему сорт Триумф Сибири. Наименьшие отклонения по годам исследований отмечены у сортов Омский 9 и Демос.

На рисунке 2 данные по годам расположены в порядке возрастания урожайности. Среднее по сортам содержание белка не зависело от урожайности и определялось внешними факторами среды. Максимальное накопление белка в зерне отмечено у изучаемых сортов (23,54–26,38 %) в 2015–2017 гг., при этом разница средней по опыту урожайности в 2016 и 2017 гг. составляет 2,07 т/га (прибавка 74 % к показателю 2016 г.).

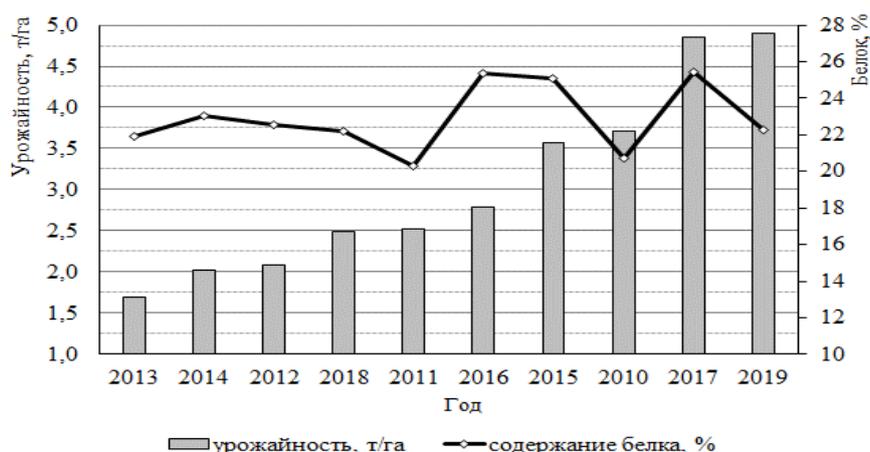


Рис. 2. Содержание белка в зерне (%) в среднем по сортам гороха в зависимости от урожайности (т/га)

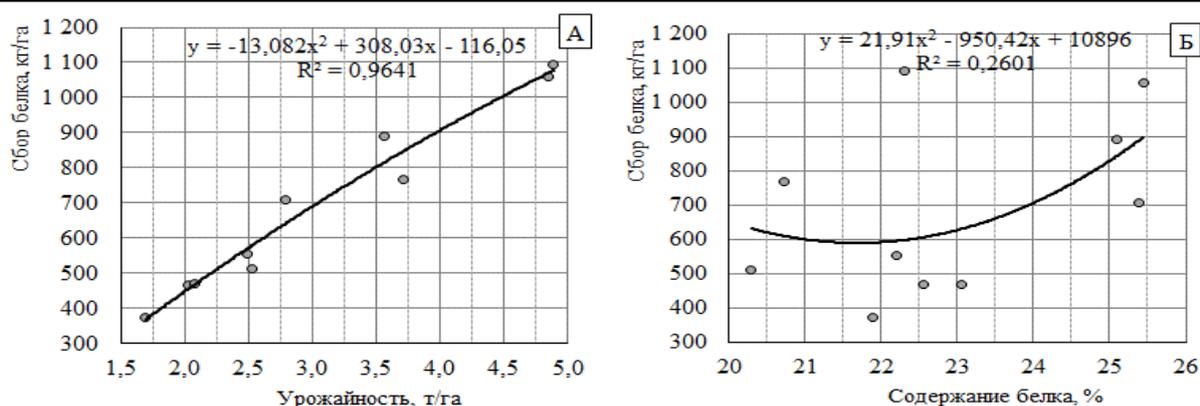


Рис. 3. Влияние на уровень сбора белка с гектара в среднем по сортам гороха: А – урожайности, т/га; Б – доли белка в зерне (%)

Корреляционный анализ выявил незначительные сортовые различия. Сопряженность между анализируемыми показателями оказалась положительной слабой и умеренной у сорта Благовест. Интегральный показатель – сбор белка с единицы площади, как в среднем по опыту (рис. 3, А), так и отдельно у каждого сорта (табл. 2), в первую очередь определялся уровнем урожайности – $r = 0,98$ и $r = 0,71-0,99$ соответственно. С концентрацией белка в зерне зависимость криволинейная лишь при показателе выше 22 %, связь положительная средней степени – $r = 0,51$ (рис. 3, Б). Это соотношение имеет сортовую специфику – например: сбор белка с гектара у сорта Демос практически не связан с его количеством в зерне, а у Благовеста корреляция достаточно высокая – $r = 0,66$.

В наших исследованиях влияние погодных условий на накопление белка в семени было значительным. Как показали предыдущие испытания, снижение азотного и фосфорного питания, нарушение азотфиксирующей активности клубеньков наблюдались при весенних заморозках (от -6°C), водном дефиците и других факторах, что ухудшало условия развития растений в зависимости от фазы вегетации [4, 10]. Таблица 3 показывает, что для максимального накопления белка велико значение погодных условий в период закладки и развития вегетативных органов растений гороха (май, июнь), когда происходит первоначальный синтез и кумуляция органических веществ (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционная связь содержания белка в зерне с температурой ($^{\circ}\text{C}$), количеством осадков (2010–2019 гг.), мм

Декада	Сорт							
	Благовест		Триумф Сибири		Омский 9		Демос	
	$^{\circ}\text{C}$	мм	$^{\circ}\text{C}$	мм	$^{\circ}\text{C}$	мм	$^{\circ}\text{C}$	мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Май								
II	0,49	0,08	0,42	0,16	0,52	-0,29	0,37	0,21
III	0,40	-0,32	0,29	-0,25	0,33	-0,38	0,45	-0,25
Июнь								
I	0,06	0,08	-0,04	0,07	-0,14	-0,09	0,35	-0,04
II	0,36	0,33	0,19	0,51	0,43	0,31	0,26	0,49
III	0,47	0,05	0,30	0,04	0,36	0,15	0,41	0,19
Июль								
I	0,17	0,28	0,10	0,45	0,12	0,31	0,19	0,14
II	-0,02	-0,18	0,11	-0,38	-0,29	-0,04	0,23	-0,32
III	0,09	0,53	0,05	0,48	-0,17	0,66	0,15	0,55

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Август								
I	0,16	-0,38	0,27	-0,43	0,25	-0,45	0,03	-0,44
II	-0,13	0,20	0,02	0,43	0,05	0,13	-0,12	0,32
III	0,31	-0,44	0,25	-0,46	0,55	-0,68	0,05	-0,16

Сопряженность содержания белка в зерне с температурой мая и июня выявлена от умеренной до значительной в зависимости от сорта; с суммой осадков третьей декады мая корреляция оказалась слабой отрицательной; со второй декадой июня – от умеренной до сильной положительной. Второй критический период вегетации гороха – третья декада июля (конец цветения и формирование бобов) – характеризовался потребностью в достаточном увлажнении (r (содержание белка – сумма осадков) = 0,48–0,66). Благоприятные условия для накопления белка в период созревания и уборки (третья декада августа) – умеренно теплая и сухая погода: сопряженность оказалась умеренная, причем с температурой воздуха – положительная, с количеством осадков – отрицательная.

Недостаток увлажнения, особенно во вторую декаду августа, наиболее ярко проявленный в 2011 г., отрицательно сказался на синтезе и накоплении белка. Стоит отметить, что наиболее благоприятным для формирования всех изучаемых показателей был умеренно засушливый 2017 г.

Выводы. Таким образом, накопление белка в семени гороха слабо связано с его крупностью. Высокая масса 1000 зерн не гарантирует повышенного содержания белка в зерне. В то же время селекция на высокую массу 1000 зерн целесообразна для обеспечения повышенных урожайности новых сортов гороха и сбора белка с единицы площади. Исследования показали, что содержание белка в зерне в большей степени определяется внешними факторами среды, связь с урожайностью либо отсутствует, либо слабая прямой направленности. Наибольшее значение на накопление белка оказало гидротермическое обеспечение в мае и июне – в период посева и развития вегетативных органов растений гороха. В то же время интегральный показатель – сбор белка с единицы площади – главным образом определялся уровнем урожайности. Накопление белка в зерне, его

связь с урожайностью и сбором белка имели сортовую специфику. Так, только сорт Благовест показал высокую зависимость содержания белка в зерне с его сбором с единицы площади. Соответственно достаточно высокий сбор белка с единицы площади можно получить как у высокобелковых, так и высокоурожайных сортов.

Литература

1. Шелепина Н.В. Потенциал использования современных сортов и форм гороха для промышленной переработки // Вестник ОрелГИЭТ. 2016. № 2 (36). С. 145–151.
2. Shen S. Protein content correlates with starch morphology, composition and physicochemical properties in field peas / Shen S., Ding L., Hou H., Lu Z.X., Bing D.J. // Canadian Journal of Plant Science. 2016. Т.96. № 3. Р. 404–412. DOI: 10.1139/cjps-2015-0231
3. Идимешев Н.В., Кадычegov А.Н., Кадычegov В.А. Изменчивость содержания белка в зерне гороха в степных условиях Хакасии // Вестник Бурятской с.-х. академии им. В.П. Филиппова. 2018. № 4 (53). С. 183–187.
4. Омелянюк Л.В., Асанов А.М., Колмаков Ю.В. Наследование и изменчивость содержания белка в семенах гороха в зависимости от генотипа и условий среды // Сельскохозяйственная биология. 2006. № 2. С. 109–113.
5. Идимешев Н.В., Кадычегова В.И., Кадычegov А.Н. Экологическая адаптивность гороха по содержанию белка в зерне в агроландшафтах Республики Хакасия // Вестник КрасГАУ. 2018. № 5. С. 41–45.
6. Кайгородова И.М. Создание исходного материала гороха овощного разных групп спелости для селекции на пригодность к механической уборке: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2014. 166 с.
7. Васютин А.С., Кирдин В.Ф., Дебелый Г.А. [и др.]. Горох в зарубежных странах и Рос-

- сии // Аграрная Россия. 2016. № 4. С. 11–13. DOI:<http://doi.org/10.30906/1999-5636-2016-4-11-3>.
8. Кондыков И.В. Основные достижения и приоритеты в селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 1. С. 37–46.
 9. Погода в Омске – климатический монитор. URL: www.pogodaiklimat.ru.
 10. Технология возделывания новых сортов гороха в Омской области: рекомендации / Л.В. Омелянюк, А.М. Асанов, Ю.В. Колмаков [и др.]. Омск: Вариант-Омск, 2014. 28 с.

Literatura

1. Shelepina N.V. Potencial ispol'zovanija sovremennyh sortov i form goroha dlja promyshlennoj pererabotki // Vestnik OrelGIJeT. 2016. № 2 (36). S. 145–151.
2. Shen S. Protein content correlates with starch morphology, composition and physicochemical properties in field peas / Shen S., Ding L., Hou H., Lu Z.X., Bing D.J. // Canadian Journal of Plant Science. 2016. T.96. № 3. P. 404–412. DOI: 10.1139/cjps-2015-0231
3. Idimeshev N.V., Kadychegov A.N., Kadychegov V.A. Izmenchivost' soderzhaniya belka v zerne goroha v stepnyh uslovijah Hakasii // Vestnik Burjatskoj s.-h. akademii im. V.P. Filippova. 2018. № 4 (53). S. 183–187.
4. Omel'janjuk L.V., Asanov A.M., Kolmakov Ju.V. Nasledovanie i izmenchivost' soderzhaniya belka v semenah goroha v zavisimosti ot genotipa i uslovij sredy // Sel'skohozyajstvennaja biologija. 2006. № 2. S. 109–113.
5. Idimeshev N.V., Kadychegova V.I., Kadychegov A.N. Jekologicheskaja adaptivnost' goroha po soderzhaniju belka v zerne v agrolandshaftah Respubliki Hakasija // Vestnik KrasGAU. 2018. № 5. S. 41–45.
6. Kajgorodova I.M. Sozdanie ishodnogo materiala goroha ovoshhnogo raznyh grupp spelosti dlja selekcii na prigodnost' k mehanicheskoj uborke: dis. ... kand. s.-h. nauk. M., 2014. 166 s.
7. Vasjutin A.S., Kirdin V.F., Debelyj G.A. [i dr.]. Goroh v zarubezhnyh stranah i Rossii // Agrarnaja Rossija. 2016. № 4. S. 11–13. DOI:<http://doi.org/10.30906/1999-5636-2016-4-11-3>.
8. Kondykov I.V. Osnovnye dostizhenija i priority v selekcii goroha // Zernobobovye i krupjanye kul'tury. 2012. № 1. S. 37–46.
9. Погода в Омске – климатический монитор. URL: www.pogodaiklimat.ru.
10. Tehnologija vozdeljvanija novyh sortov goroha v Omskoj oblasti: rekomendacii / L.V. Omel'janjuk, A.M. Asanov, Ju.V. Kolmakov [i dr.]. Омск: Variant-Omsk, 2014. 28 с.

