

31. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. – М: Колос, 1976. – 255 с.  
32. Прохорова М. И. Методы биохимических исследований. – Л.: Химия. – 1982. – 272 с.  
33. Scrimgeour C. Chemistry of fatty acids // Bailey's industrial oil and fat products / F.Shahidi Ed., 6<sup>th</sup> ed., V.1. Hoboken, New Jersey: Wiley. – Intersci. Publ, 2005. – P. 1–43.

## CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF OIL IN THE SEEDS OF PEA STARCH-MODIFYING MUTANTS

A.A. Vasylenko, S.M. Tymchuk\*, V.V. Pozdnyakov, O.G. Suprun, O.V. Antsiferova, I.M. Bezuglyi

PLANT PRODUCTION INSTITUTE ND.A.V.YA.YURYEV NAAS OF UKRAINE

E-mail: yuriev1908@gmail.com

\* ENGINEERING ACADEMY OF UKRAINE

E-mail: eau@online.kharkov.ua

**Abstract:** *The paper presents the study results on the fatty acid content and composition of oil in seeds in pea accessions – carriers of r and rb mutations. It was established that almost the entire sample of wrinkled varieties were r mutation carriers. Their starch granules had a complex morphotype, and the amylase content in starch was 61–67%. Only one accession with wrinkled seeds had simple starch granules, and the starch content did not exceed 28%, which makes it possible to identify it as a rb mutation carrier. It was shown that pea accessions - r and especially rb mutation carriers contained more oil and were characterized by a lower content of linolenate in it than that of smooth varieties. This effect in r mutants was generally associated with an elevated palmitate content, and in rb mutants – with elevated stearate and oleate contents. It was also found that both the content and the fatty acid composition of oil in pea seeds varied widely across different carriers of r mutation. It was assumed that in r mutation carriers the oil content and essential fatty acid glyceride content were of quantitative nature and determined by the cumulative effect of the R locus and polygenic complexes. The presented trends in practical use of natural starch-modifying mutations in pea can activate the creation of starting material for breeding for oil content and quality.*

**Keywords:** pea, starch-modifying mutations, oil content, fatty acid composition of oil.

УДК 658.562:633.358:631.52

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОРТООБРАЗЦОВ ГОРОХА НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

И.А. ПШЕНИЧНАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук,

И.А. ФИЛАТОВА, Е.П. БЕЛЯЕВА, О.Н. ИСТОМИНА

ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА»

E-mail: niishlc@mail.ru

*Изучение различных образцов гороха в условиях Каменной Степи Воронежской области позволило выявить наиболее перспективные из них, способные давать зерно с высоким содержанием белка, сахаров и крахмала.*

**Ключевые слова:** образец, горох, содержание, белок, сахара, крахмал.

Горох является основной и наиболее распространенной зернобобовой культурой, отличной парозанимающей культурой и хорошим предшественником для яровых зерновых и технических культур. Наряду с накоплением в почве большого количества азота, горох улучшает условия фосфорно-калийного питания последующих культур, так как корневая система его обладает способностью извлекать из почвы и накапливать недоступные для других растений питательные вещества [1]. Зерно гороха широко используется для животноводства и как пищевой продукт. Из гороха готовят много питательных и

разнообразных блюд, а гороховая мука, введенная в рационы животных, намного улучшает качество кормов и повышает продуктивность животных [2, 3, 4].

В семенах гороха, в среднем, содержится около 25 процентов белка, 45 процентов крахмала, 1,2 – жира, 8 процентов сахара и много других питательных веществ, в том числе витаминов. Белки зерновых бобовых культур легко переваримы для человека и животных, что выгодно отличает эти культуры от зерновых. Биологическая ценность белков семян зернобобовых культур очень высокая, она значительно выше, чем биологическая ценность других растительных белков. Если принять биологическую ценность белков молока за 100%, то для большинства зернобобовых она будет 75-85% [5]. Высокая ценность зерна гороха объясняется тем, что белок его содержит все аминокислоты (кроме лимитирующей-метионина), необходимые для питания человека и кормления животных, хорошо усваивается организмом [6, 7]. Однако возделываемые сорта не всегда отличаются высоким качеством зерна и зеленой массы. Поэтому перед селекционерами стоит задача создать высокоурожайные сорта, добиться улучшения качества зерна, и особенно повышения содержания белка.

Цель исследований – изучение биохимических показателей качества селекционных образцов гороха на заключительном этапе селекционного процесса для выделения и создания высококачественных сортов.

#### Материалы и методы

Материал для исследования семян гороха был получен на опытных делянках конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции зернобобовых культур института, на черноземе обыкновенном. Климат характеризуется как умеренно-континентальный. Каменная Степь расположена на юго-востоке Воронежской области, на границе двух природных зон: южной лесостепи и северной степи. Характерной особенностью климата переходной зоны является непостоянство режима осадков и изменчивость температурного режима. В годы проведения опытов отмечались большие различия по количеству выпавших осадков, их распределению по фазам развития, а также по температурному режиму (табл. 1). Вегетационный период 2012 года был сухим и жарким, ГТК составил 0,4. Достаточно благоприятными можно считать 2013, 2015 и 2016 годы, ГТК – 1,0; 1,3; 1,2 соответственно. Погодные условия 2014 года в первые недели вегетации культуры складывались крайне неблагоприятно. Частые ночные заморозки на фоне крайне высоких дневных температур, достигающих в отдельные дни более 30°C, стали причиной массовой гибели растений, выжившие были поражены корневой гнилью, что сильно отразилось на урожайности. Таким образом, метеорологические условия в годы проведения исследований складывались достаточно контрастно и отражали особенности климата ЦЧЗ.

Таблица 1

#### Погодные условия за годы исследований

Год	апрель	май	июнь	июль
Температура, °С				
2012	13,1	18,6	20,5	22,1
2013	10,1	19,9	20,5	20,3
2014	11,0	14,0	17,9	21,9
2015	8,3	16,0	20,9	20,2
2016	10,5	15,0	19,3	22,8
Многолетняя	6,7	14,4	18,2	20,1
Осадки, мм				
2012	20	27	4,6	31
2013	5,4	84,6	50,0	58,7
2014	29,9	43,0	133,1	4,1
2015	89,6	45,8	108,3	78,6
2016	97	52	78	20,0
Многолетние	30,6	44,7	57,6	62,0

Оценка биохимического качества семян гороха проводилась в лаборатории генетических основ качества сельскохозяйственной продукции. В образцах определялось содержание белка, крахмала и сахаров. В основу определения количества белка положен метод Кьельдаля, определение аммонийного азота (сырого белка) проводилось после дигестии [8] с серной кислотой и последующим фотометрированием (по методу ЦИНАО) с салициловой кислотой. Для пересчета процента азота на сырой протеин использовался коэффициент 6,25. Определение крахмала осуществляли по тесту на сахара поляриметрическим методом [9]. Сахара анализировали титрометрическим методом с медным реактивом [10]. Статистическая обработка данных – общепринятыми методами [11].

### Результаты исследований

В 2012-2016 годах проводилась оценка качества семян гороха 198 образцов конкурсного сортоиспытания. Исходные сорта различались по морфологическим признакам и качеству зерна. Образцы относились к усатым и к листочковым формам. Количество образцов передаваемых на анализ было различным, так в 2012 г. – 28 образцов, в 2013 г. – 40, 2014 г. – 52, 2015г. – 38 и в 2016 г. – 40 образцов (табл. 2).

Селекция на качество в последнее время приобретает особое значение. Ежегодно результаты биохимических анализов подвергали статистической обработке, что позволило выделить образцы с существенным превышением качественных показателей (табл. 2).

Таблица 2

### Образцы гороха, выделившиеся в конкурсном сортоиспытании по качеству зерна

Год	Всего проанализировано образцов, шт.	Белок, шт.	Крахмал, шт.	Сахара, шт.	Выделилось по числу показателей, шт.	
					2	3
2012	28	10	9	12	7	1
2013	40	15	15	14	15	1
2014	52	19	21	22	14	2
2015	38	18	11	13	7	-
2016	40	20	12	13	7	4
Итого	198	82	68	74	50	8

В общей сложности за 5 лет по содержанию белка выделилось 82 образца гороха. Наибольшее содержание белка в зерне (24,47%) отмечено у образца Л-10/13 в 2014 г. (табл.3), минимальные показатели (18,66%) были у образца Л-109/13 в 2016 г. Диапазон изменчивости этого признака в 2012 году составил 3,65%, в 2013 – 2,68%, 2014 – 4,85%, 2015 – 3,08% и в 2016 – 5,33%.

Таблица 3

### Качество семян гороха в конкурсном сортоиспытании

Год	Белок, %			Крахмал, %			Сахара, %		
	ср.	мин.-макс.	Ошибка ср.	ср.	мин.-макс.	Ошибка ср.	ср.	мин.-макс.	Ошибка ср.
2012	21,08	19,15-22,80	0,8	52,28	49,15-55,55	0,3	6,34	5,94-6,76	0,05
2013	20,31	18,95-21,63	0,1	51,77	48,31-55,49	0,3	6,13	5,90-6,56	0,03
2014	22,02	19,62-24,47	0,2	50,58	47,35-56,71	0,3	6,08	5,36-6,68	0,04
2015	21,89	20,26-23,34	0,1	50,34	47,80-53,60	0,2	6,08	5,36-6,75	0,05
2016	21,67	18,66-23,99	0,2	51,36	46,69-54,59	0,4	5,92	4,94-7,00	0,10

Между содержанием белка и продуктивностью не наблюдается определенной корреляции. Образцы с высоким содержанием белка встречаются как среди высокопродуктивных образцов, так и среди менее урожайных. Количество накапливаемого в зерне гороха белка за период вегетации в большей степени является генетически

наследуемым признаком, на который могут оказывать влияние погодные условия. Изменение урожайности образцов, как в сторону увеличения, так и в сторону снижения, не влияют на показатель «содержание белка» (табл. 4). При варьировании урожайности по годам от 4,2 ц/га в 2014 году до 33,2 ц/га в 2015 году, соответствует 87%, содержание белка изменялось от 21,08 % в 2012 до 22,02 % в 2014 году, или 4,3%. Это обстоятельство позволяет рассчитывать на возможность создания путем гибридизации высокоурожайных сортов с хорошим качеством зерна.

В зависимости от условий выращивания в семенах разных сортов гороха может быть от 40 до 55% крахмала, в котором содержится 20-30% амилозы и 70-80% амилопектина.

В образцах конкурсного сортоиспытания содержание крахмала находилось на уровне 46,69-56,71%, в общей сложности по этому показателю выделено 68 образцов. Минимальное различие номеров по крахмалу (5,8%) отмечено в 2015 году, а максимальное (9,36%) в 2014 году. Кроме крахмала, в семенах бобовых присутствует значительное количество сахаров. Основным сахаром у всех видов бобовых является сахароза. Сахара и крахмал являются основными источниками калорийности нашей пищи. Они прекрасно усваиваются человеческим и животным организмами. По содержанию сахара выделено 74 образца (табл. 2), наибольшие различия сахаров более 2% отмечены в 2016 году.

Таблица 4

**Сравнительная характеристика образцов по урожайности и содержанию белка**

Образец	2012		2013		2014		2015		2016	
	Урожайность, ц/га	Белок, %	Урожайность, ц/га	Белок, %	Урожайность, ц/га	Белок, %	Урожайность, ц/га	Белок, %	Урожайность, ц/га	Белок, %
Л-4/13 (ус)	24,1	21,83	17,4	19,53	5,5	22,33	37,4	23,34	29,4	22,55
Л-10/13 (ус)	25,0	22,16	17,7	19,60	3,8	21,21	36,4	20,15	35,1	20,26
Л-11/13 (ус)	26,9	22,28	17,1	20,43	4,0	21,95	37,3	22,55	31,3	22,49
Л-17/13 (ус)	25,1	21,98	18,1	20,39	4,5	21,78	36,0	22,27	30,0	-
Л-22/13 (ус)	-	-	19,4	20,11	3,8	20,68	34,6	22,85	33,6	-
Л-33/13(обл)	31,4	21,33	21,3	19,79	7,0	22,53	29,2	21,17	31,5	20,93
Л-34/13(обл)	26,7	22,80	20,8	20,83	4,5	23,94	32,2	22,87	33,7	22,51
Л-81/13(обл)	-	-	-	-	5,0	23,80	32,2	22,49	27,3	22,11
Л-98/13(обл)	-	-	23,3	21,11	5,7	22,87	32,3	22,63	30,1	19,86
Фокор (ус)	23,4	19,15	17,9	21,26	3,6	21,33	33,8	22,14	29,7	22,37
Дударь(обл)	18,9	21,57	18,3	20,62	2,9	21,75	20,0	21,98	29,2	22,19
НСР <sub>95</sub>	2,5		2,7		0,85		2,8		1,9	

Необходимо отметить, что между содержанием белка и крахмала, выявлена отрицательная корреляция ( $r = - 0,38$ ), связей между другими показателями не было установлено. За годы исследований 50 образцов имели преимущество перед другими образцами по двум показателям качества. Особый интерес представляют номера, выделившиеся по содержанию белка, крахмала и сахара, которые представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Образцы гороха, выделившиеся в конкурсном сортоиспытании по комплексу показателей качества семян**

Год	№ делянки КСИ	Белок, %	Крахмал, %	Сахара, %
1	2	3	4	5
2012	Л-127/13 (ус)	21,64*	53,26*	6,70*
2013	Дударь (обл)	20,62*	52,51*	6,28*
2014	Л-33/13 (обл)	22,53*	51,16*	6,20*
	Л-97/13 (обл)	24,27*	52,34*	6,68*
2015	-	-	-	-

Окончание табл. 5				
1	2	3	4	5
2016	Л-55/16 (ус)	22,23*	54,46*	6,86*
	Л-56/16 (ус)	22,23*	54,28*	6,92*
	Л-57/16 (ус)	23,10*	54,28*	7,00*
	Л-65/16 (ус)	22,63*	54,36*	6,72*

Таким образом, в результате биохимической оценки семян гороха выделены образцы с высоким содержанием белка, крахмала и сахара.

Образцы Л-127/13, Л33/13, Л-97/13, Л-55/16, Л-56/16, Л-57/16, Л65/16 рекомендуются использовать в качестве исходного материала для улучшения высокоурожайных образцов, или изучать как самостоятельные перспективные линии при создании сортов.

#### Литература

1. Горох – важнейшая зернобобовая культура (Рекомендации для районов Центрально- Черноземной зоны) – М.: Сельхозиздат, – 1962. – 64 с
2. Подгорный П.И. Зернобобовые культуры. – Воронеж: Областное книгоиздательство. – 1949. – 84с.
3. Опыт работы с зернобобовыми культурами. – Кишинев. – 1968. – 48 с.
4. Евтушенко М.Е. Бобовые культуры (горох, фасоль и бобы). – Московский рабочий, 1947. – 48 с.
5. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений. – М: 5-е изд., доп. и перераб. 1987. – 494 с.
6. Кретович В.Л. Биохимия зерна и хлеба. – М.: Академия наук СССР, 1958. – 176 с.
7. Биология и селекция зерновых и зернобобовых культур (методы и результаты исследований). – Кишинев: «Штиинца». 1976. – 172 с.
8. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос. 1985. – 255 с.
9. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Мурри И.К. Методы биохимического исследования растений. – М. Сельскохозяйственная литература. 1952. 520 с.
10. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – Киев: «Наукова думка». 1976. – 336 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

### QUALITY ASSESSMENT OF SAMPLES OF PEA VARIETIES AT THE FINAL STAGE OF THE SELECTION PROCESS

**I. A. Pshenichnaya, I.A. Philatova, E. P. Belyaeva, O. N. Istomina**

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CENTRAL-CHERNOSEM ZONE»

*Abstract:* The study of various pea samples in the conditions of the Kamennaya Steppe, Voronezh region, made it possible to identify the most promising of them, capable of producing a grain with a high content of protein, sugars and starch.

**Keywords:** sample, pea, content, protein, sugars, starch.

УДК 633.13:631.524.85

### ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ОВСА В СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЭДАФИЧЕСКОМУ СТРЕССУ

Г.А. БАТАЛОВА<sup>1,2</sup>, академик РАН

Е.М. ЛИСИЦЫН<sup>1,2</sup>, доктор биологических наук

М.В. ТУЛЯКОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «НИИСХ СЕВЕРО-ВОСТОКА»

E-mail: g.batalova@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «ВЯТСКАЯ ГСХА»

<sup>3</sup>ФГБНУ «ФАЛЁНСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СТАНЦИЯ»

*В условиях Кировской области изучено влияние неблагоприятных для сельскохозяйственных культур экологических факторов – алюмотоксичности кислых*