

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ПОЛЕГАНИЮ У ОБРАЗЦОВ ГОРОХА ОВОЩНОГО РАЗНОГО МОРФОТИПА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С.П. Кузьмина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Н.Г. Казыдуб, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

П.Э. Пендер, бакалавр

Омский государственный аграрный университет, Омск, Россия

E-mail: sp.kuzmina@omgau.org

Ключевые слова: горох овощной, устойчивость к полеганию, морфотип, безлисточковость, продуктивность.

Реферат. Урожайность гороха овощного существенно снижается при полегании растений. Для решения этой проблемы в селекции могут быть использованы мутантные безлисточковые генотипы с видоизмененной морфологией листа. Сравнительную оценку коллекционных образцов гороха овощного обычного и мутантного усатого морфотипа по устойчивости к полеганию и семенной продуктивности проводили в учебно-опытном хозяйстве Омского ГАУ в 2017–2018 гг. В качестве объекта для изучения были использованы 62 образца гороха овощного коллекции ВИР, ВНИИССОК и иностранной селекции. В результате исследований установлено, что доля устойчивых и высокоустойчивых форм у растений с обычным (листочковым) морфотипом составила суммарно 30 %, у усатых (безлисточковых) таких было существенно больше – 77 %. Усатые формы гороха овощного имеют большую устойчивость к полеганию в фазу биологической спелости. Коэффициент устойчивости образцов с усатым морфотипом составил в среднем 0,85, листочковых – 0,64. Установлена средняя зависимость между высотой травостоя и устойчивостью к полеганию у гороха овощного, причем у листочковых образцов она была выше, коэффициент корреляции составил $r = 0,56$, у усатых – $r = 0,43$. Выделены источники высокой устойчивости к полеганию для каждого морфотипа гороха овощного: усатого – Крейсер, Флагман 8, Venture, Немчинский, Afilla, Полтавец, Азур, Памяти Хангильдина, Терас 888; листочкового – SH-92-79-3-3-1-1, Альдея, Norli, Адрианна, Грибовский Юбилейный. Рекомендованы для селекции гороха овощного образцы, сочетающие высокую выраженность элементов продуктивности с устойчивостью к полеганию для каждого морфотипа: по числу бобов – Азур, Afilla (усатого), Альдея, Fruhe (обычного); по массе бобов – Азур, Afilla (мутантного), Флагман 8, Fruhe, Альдея, SH-92-79-3-3-1-1 (листочкового); по числу семян в бобе – Afilla, Venture (усатого), Альдея, Norli, SH-92-79-3-3-1-1 (листочкового); по массе семян с одного растения – Азур, Afilla (мутантного), Fruhe, Альдея, SH-92-79-3-3-1-1 (листочкового); по массе 1 000 семян – Флагман 8, Памяти Хангильдина, Азур (усатого), Fruhe, Альдея (листочкового).

STUDYING RESISTANCE TO DEPOSITION IN SAMPLES VEGETABLE PEAS OF DIFFERENT MORPHOTYPE IN WESTERN SIBERIA

S.P. Kuzmina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

N.G. Kazydub, Dr of Agricultural Sc, Professor

P.E. Pender, B.A.

Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia

E-mail: sp.kuzmina@omgau.org

Keywords: vegetable peas, resistance to lodging, morphotype, leaflessness, productivity.

Abstract. The yield of vegetable peas is significantly reduced when plants are lodging. To solve this problem, mutant leafless genotypes with modified leaf morphology can be used in breeding. A comparative assessment of collection samples of vegetable peas of the regular and mutant mustachioed morphotype for resistance to lodging and seed productivity was carried out at the educational and experimental farm of the Omsk State Agrarian University in 2017–2018. As an object for study, 62 samples of vegetable peas from the collection of VIR, VNISSOK and foreign selection were used. As a result of the research, it was established that the proportion of resistant and highly resistant forms in plants with a common (leafy) morphotype amounted to a total of 30 %, in baleen (leafless) plants there were significantly more of these – 77 %. The mustachioed forms of vegetable peas have greater resistance to lodging in the phase of biological ripeness. The resistance coefficient of samples with a mustachioed morphotype was on average 0.85, and that of leafy ones – 0.64. An average relationship was established between

the height of the grass stand and resistance to lodging in vegetable peas, and in leafy samples it was higher, the correlation coefficient was $r = 0.56$, in baleen samples – $r = 0.43$. Sources of high resistance to lodging were identified for each morphotype of vegetable pea: mustachioed – Cruiser, Flagman 8, Venture, Nemchinsky, Afilla, Poltavets, Azur, P. Khangilda, Teras 888; leaflet - SH-92-79-3-3-1-1, Aldea, Norli, Adrianna, Gribovsky Jubilee. Vegetable pea samples are recommended for breeding that combine high expression of productivity elements with resistance to lodging for each morphotype: by the number of beans – Azur, Afilla (mustachioed), Aldea, Fruhe (regular); by weight of beans – Azur, Afilla (mutant), Flagship 8, Fruhe, Aldea, SH-92-79-3-3-1-1 (leaf); by the number of seeds in a bean – Afilla, Venture (baleen), Aldea, Norli, SH-92-79-3-3-1-1 (leaf); by weight of seeds per plant – Azur, Afilla (mutant), Fruhe, Aldea, SH-92-79-3-3-1-1 (leaf); by weight of 1 000 seeds – Flagman 8, In Memory of Khangildin, Azur (mustached), Fruhe, Aldea (leafy).

Горох овощной распространен повсеместно и ценится за высокое содержание витаминов, белка и клетчатки, что делает его ценной диетической культурой [1–5]. В Омской области овощной горох – культура, дающая самую раннюю сельскохозяйственную продукцию. Сахарные бобы и зеленый горошек достигают технической спелости уже в конце июня и неизменно пользуются популярностью у садоводов-любителей [6–7].

Лимитирующим фактором, снижающим урожайность гороха овощного, наряду с воздействием других стрессовых абиотических и биотических факторов, является низкая устойчивость растений к полеганию, особенно сильно проявляющаяся в благоприятных для формирования высокой урожайности условиях [8–12]. При этом растения, имеющие значительную облиственность и образующие большую вегетативную массу, начинают полегать уже во время цветения [13–17]. В результате полегания растений наблюдается раннее снижение фотосинтетической деятельности, выпревание и гниение листьев и бобов нижнего яруса [18–21].

Полегание приводит к серьезным потерям урожая зеленого горошка в фазу технической спелости, а механизированная уборка во время полной спелости растений связана с большими трудностями и сопровождается недобором зерна. В годы с избыточным увлажнением вследствие полегания урожайность зерна может снижаться на 25–60 % по сравнению с биологическим потенциалом [22–25].

Для решения проблемы полегания растений гороха овощного в селекции были успешно использованы мутантные генотипы с видоизменной морфологией листа: усатые, рассеченолисточковые, усиковые акации, акациевидные, многократнотуполинейные, хамелеон, агритум и др. [26–30]. Однако наибольшее распространение и практическое использование в

селекции получила мутация листа, вызывающая безлисточковость, которая совершила в селекции «гороховую революцию» [31–34].

У усатого (или безлисточкового) морфотипа прилистники сохранены, как и у обычных листочковых форм, а листочки видоизменены в сильно развитые усы, которые прочно сцепляют стебли между собой, обеспечивая повышенную устойчивость растений к полеганию [26, 35–37]. Морфотипы гороха овощного представлены на рис. 1.

Впервые мутация была обнаружена на Грибовской овощной селекционно-опытной станции В.К. Соловьевой у сорта Свобода 10 [38], затем аналогичную мутацию выделил V. Kujala [39] и установил рецессивный характер ее наследования af (afilla).

В связи с этим весьма актуальным является изучение образцов гороха овощного разного морфотипа для определения устойчивости к полеганию и влияния данной мутации на формирование продуктивности растений и адаптивного потенциала. Это и определило цель данной работы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная часть работы выполнялась в 2017–2018 гг. на полях селекционного севооборота учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ, расположенного в южной лесостепи Омской области. Объектом для исследования послужили 62 образца коллекции ВИР, ВНИИССОК и иностранной селекции. В качестве стандарта использовали сорт Неистошимый 195 обычного морфотипа. Посев проводился вручную в четырехкратной повторности. Площадь делянки – 5,2 м².



Рис. 1. Морфотипы коллекции гороха овощного: *а* – усатые (мутантные); *б* – обычные (листочковые)
 Morphotypes of the vegetable pea collection: *a* – baleen (mutant); *b* – ordinary (leaf-shaped)

Наблюдения, учеты и анализы проводили согласно Методическим указаниям по изучению коллекции зерновых бобовых культур (1975 г.). Устойчивость растений к полеганию определяли по методике И.М. Кайгородовой (2014 г.) как соотношение высоты травостоя к длине стебля во время биологической спелости растений [40]. Образцы с коэффициентом устойчивости менее 0,5 имеют полегающий тип стебля (неустойчивые), 0,5–0,75 – относительно устойчивые, 0,75–0,9 – устойчивые (среднеполегающие), более 0,9 – высокоустойчивые (неполегающие).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Погодные условия периодов вегетации 2017–2018 гг. существенно различались: 2017 г. был засушливым (ГТК = 0,72), 2018 г. – слабо засушливым (ГТК = 1,1). Причем тепло- и вла-

гообеспеченность в разные фазы роста и развития растений существенно варьировала. Так, в условиях 2017 г. период от «посева до всходов» сопровождался сильной засухой (ГТК = 0,63), которая сохранялась почти до фазы «цветения» (ГТК = 0,73), что крайне неблагоприятно отразилось на закладке элементов урожайности и в целом продуктивности растений; период от «цветения до созревания» характеризовался как засушливый (ГТК = 0,91). В 2018 г. период от «посева до всходов» характеризовался оптимальной тепло- и влагообеспеченностью (ГТК = 1,49, однако от фазы «всходов до цветения» условия были засушливые (ГТК = 0,89), фаза созревания проходила в слабозасушливых условиях (ГТК = 1,18).

Динамика изменений ГТК в периоды прохождения растениями разных фаз развития представлена на рис. 2.

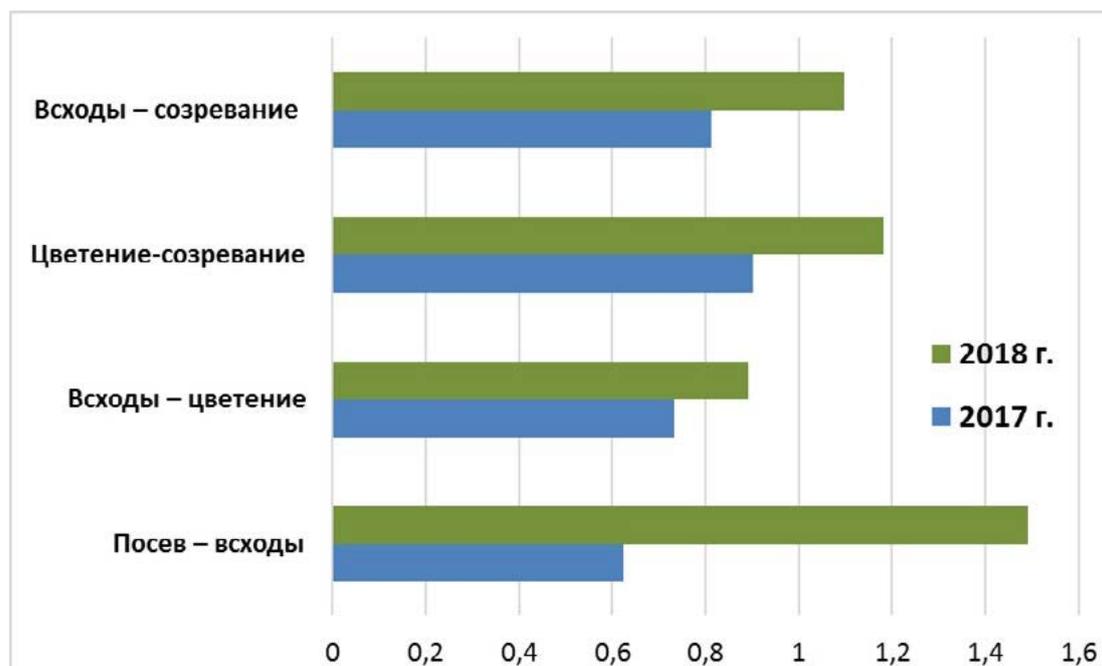


Рис. 2. Динамика изменения ГТК в различные межфазные периоды развития гороха овощного, 2017–2018 гг.
Dynamics of changes in the HTC during various interphase periods of vegetable pea development, 2017–2018.

Результаты изучения устойчивости к полеганию образцов разных морфотипов позволили установить, что в группе обычного (листочкового) морфотипа преобладала доля относительно устойчивых к полеганию образцов – 56 %, на долю высокоустойчивых приходилось только 2 %, устойчивых – 28 %, неустойчивыми оказались 14 % образцов (рис. 3). Образцы гороха

овощного, имеющие усатый морфотип (безлисточковый), преимущественно были устойчивыми к полеганию – 45 %, причем доля высокоустойчивых форм у них существенно возросла и составила 32 %, относительно устойчивых – 23 %, не устойчивых образцов среди них не оказалось.

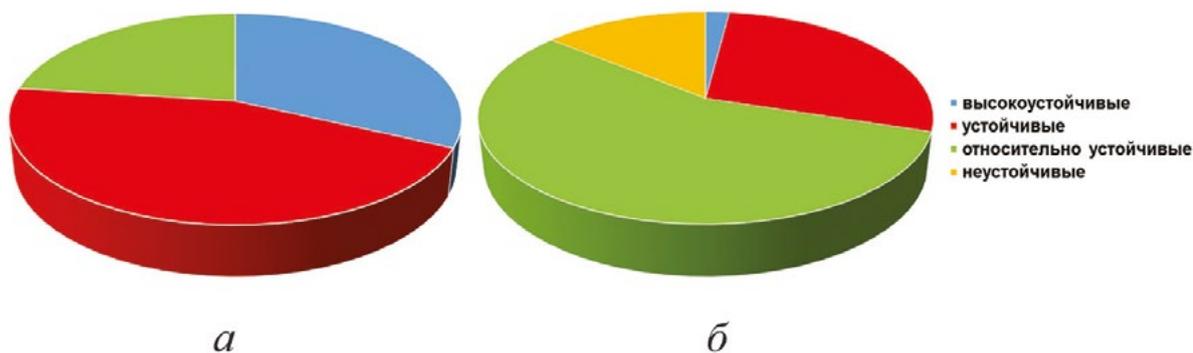


Рис. 3. Распределение образцов гороха овощного разного морфотипа по устойчивости к полеганию:
а – усатые (мутантные); *б* – обычные (листочковые)

Distribution of vegetable pea samples of different morphotypes according to resistance to lodging:
a – mustachioed (mutant); *b* – ordinary (leaf-shaped)

У образцов гороха овощного высота растений существенно варьировала в зависимости от генотипа, однако тип листа не оказывал достоверного влияния на высоту. Так, у растений с обычным листом высота в фазу биологической

спелости варьировала от 41 до 135 см и составила в среднем 72,1 см, у усатых форм высота изменялась в меньшем диапазоне (от 49 до 114 см) и составила в среднем 74,7 см (рис. 4).

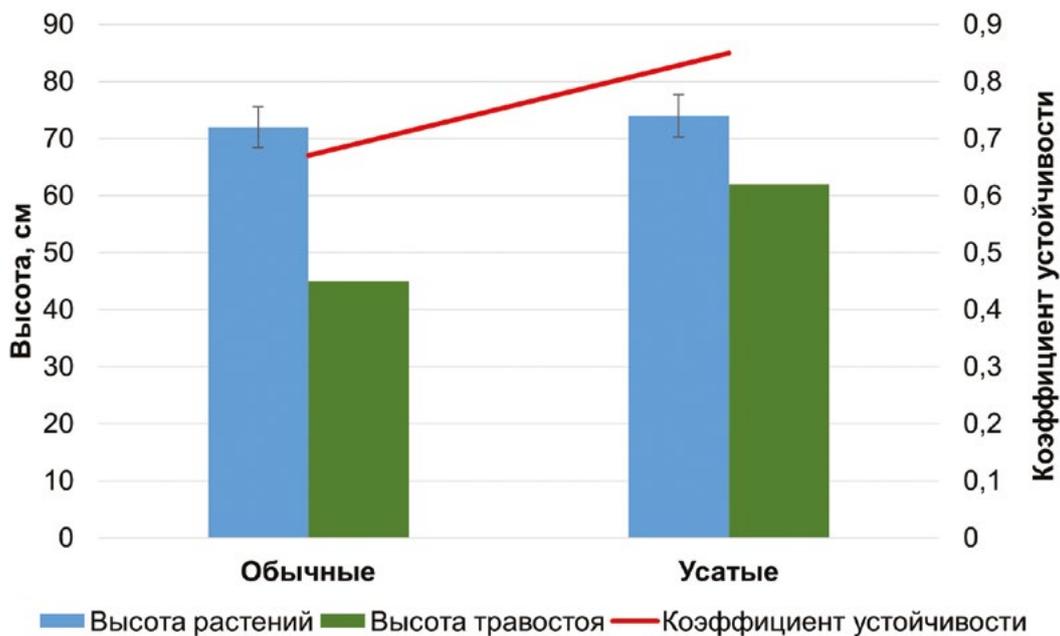


Рис. 4. Высота растений и травостоя у гороха овощного разного морфотипа
Height of plants and herbage in vegetable peas of different morphotypes

Высота травостоя в фазу биологической спелости существенно отличалась в зависимости от морфотипа: у усатых сортов она составила в среднем 62,4 см, тогда как у листочковых была значительно ниже – в среднем 45,9 см. При этом коэффициент устойчивости соответственно усатых образцов в среднем составил 0,85 (устойчивость), у листочковых – 0,64 (относительная устойчивость).

Определение коэффициентов корреляции показало, что имеется достоверная средняя зависимость у растений гороха между высотой травостоя и устойчивостью к полеганию, причем у листочковых образцов она была выше, коэффициент корреляции составил $r = 0,56$, у усатых – $r = 0,43$ (рис. 5).

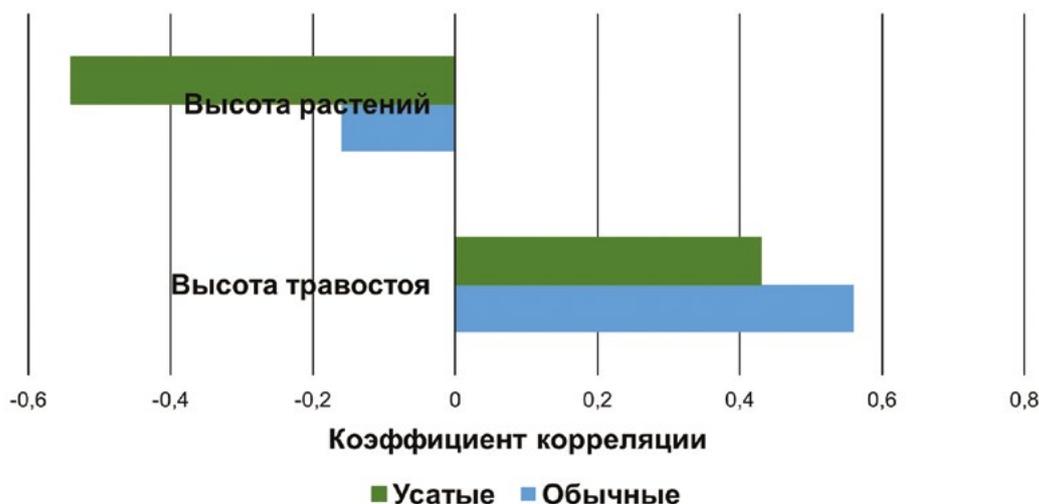


Рис. 5. Зависимость устойчивости к полеганию у гороха овощного от высоты растений и высоты травостоя
Dependence of resistance to lodging in vegetable peas on plant height and grass height

Высота растений имела отрицательную зависимость с устойчивостью к полеганию.

Установлена средняя отрицательная зависимость между высотой растений и устойчи-

востью к полеганию у усатых морфотипов ($r = -0,54$), слабая – у листочковых морфотипов ($r = -0,16$), однако она была не достоверна.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что среди образцов как листочкового, так и усатого морфотипов, могут быть выделены растения, имеющие устойчивость к полеганию.

В результате проведенной оценки выделены образцы гороха овощного, имеющие высокую устойчивость к полеганию, которые

могут быть рекомендованы для включения в гибридизацию в качестве источников: усатого морфотипа – Крейсер, Памяти Хангильдина, Afilla, Azur, Флагман 8, Venture, Немчинский; листочкового морфотипа – SH-92-79-3-3-1-1, Альдея, Norli, Fruhe, Адрианна, Грибовский Юбилейный (табл. 1). Выделенные образцы будут пригодны для механизированного возделывания и уборки.

Таблица 1

Устойчивость к полеганию у выделившихся образцов гороха овощного (среднее за 2017–2018 гг.)
Resistance to lodging in released vegetable pea samples (average for 2017–2018)

Сортообразец	Высота травостоя, см	Высота растений в фазе биологической спелости, см	Кэф. устойчивости	Группа устойчивости	Тип стебля в зависимости от устойчивости к полеганию
<i>Обычный морфотип</i>					
Неистоцимый 195 (стандарт)	45	84	0,54	Относительно устойчивый	Среднеполегающий
SH-92-79-3-3-1-1	50	51	0,98	Высокоустойчивый	Неполегающий
Альдея	65	72	0,90	Устойчивый	Среднеполегающий
Norli	50	56	0,89	Устойчивый	Среднеполегающий
Fruhe	60	73	0,82	Устойчивый	Среднеполегающий
Грибовский Юбилейный	55	66	0,83	Устойчивый	Среднеполегающий
Адриана	60	67	0,89	Устойчивый	Среднеполегающий
Lim	20–80	41–135	0,26–0,98		
Среднее	45,9	72,1	0,64		
НСР ₀₅	5,5	8,6	0,07		
<i>Усатый морфотип</i>					
Крейсер	60	65	0,92	Высокоустойчивый	Неполегающий
Памяти Хангильдина	87	88	0,98	Высокоустойчивый	Неполегающий
Azur	65	72	0,90	Устойчивый	Среднеполегающий
Afilla	48	50	0,96	Высокоустойчивый	Неполегающий
Немчиновский 46	70	76	0,92	Высокоустойчивый	Неполегающий
Venture	58	61	0,94	Высокоустойчивый	Неполегающий
Флагман 8	65	90	0,93	Высокоустойчивый	Неполегающий
Lim	40–88	49–114	0,57–0,98		
Среднее	60,9	76,3	0,81		
НСР ₀₅	7,4	8,9	0,10		

Образцы гороха овощного, имеющие коэффициент устойчивости к полеганию менее 0,4, к моменту уборки оказываются непригодны для механизированного возделывания. Самую

низкую устойчивость к полеганию за время изучения имели образцы листочкового морфотипа: Hendorson, Toledo, Самородок, Николас, Ранний Грибовский с коэффициентом устойчивости

(0,25–0,48), усатого морфотипа: Л112/200 с коэффициентом устойчивости 0,57. Т.о. среди всех изученных образцов непригоден для механизированного возделывания оказался один образец листочкового морфотипа Николас.

Выделившиеся по устойчивости к полеганию образцы гороха овощного усатого морфо-

типа были на уровне стандарта Неистоцимый 195 с листочковым типом листа и характеризовались средней продуктивностью. Максимальную продуктивность среди устойчивых форм гороха овощного усатого морфотипа имели среднеспелые сорта: Azur, Afilla, Флагман 8 и Venture (табл. 2).

Таблица 2

Элементы урожайности выделившихся образцов гороха овощного по устойчивости к полеганию (среднее за 2017–2018 гг.)

Yield elements of isolated vegetable pea samples in terms of resistance to lodging (average for 2017–2018)

Сортообразец	Число бобов, шт.	Масса бобов, г	Число семян в бобе, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1 000 семян, г	Группа спелости
<i>Обычный морфотип</i>						
Неистоцимый 195 (стандарт)	5,3	10,2	5,2	7,4	206,4	Среднеранний
Norli	8,6	12,7	5,9	10,1	173,6	Среднеранний
Fruhe	10,8	17,1	4,6	13,3	250,6	Среднеранний
SH-92-79-3-3-1-1	8,6	15,2	5,6	11,8	188,1	Среднеспелый
Альдея	11,6	16,3	7,0	12,6	242,9	Среднеспелый
Адриана	5,4	10,6	5,6	10,0	146,8	Среднеспелый
Lim	5,4–11,6	10,6–17,1	4,6–7,0	10,0–13,3	173,6–250,6	
Среднее	9	14	6	12	200	
<i>Усатый морфотип</i>						
Памяти Хангильдина	7,0	8,2	4,6	6,3	213,7	Среднеранний
Azur	8,4	16,6	5,2	12,1	193,0	Среднеспелый
Afilla	10,1	10,8	6,2	7,7	145,9	Среднеспелый
Немчиновский 46	7,0	8,7	4,2	6,3	159,5	Среднеспелый
Venture	7,2	9,6	6,2	7,4	179,5	Среднеспелый
Флагман 8	6,4	10,2	4,6	7,6	231,0	Среднеспелый
Lim	6,4–10,1	8,2–16,6	4,2–6,2	6,3–12,1	145,9–231,0	
Среднее	8	11	5	8	187	
<i>По всей коллекции</i>						
Lim	4,1–20,4	5,4–27,7	3,2–8,2	3,8–18,5	101–268,9	
Среднее	9	13	5	10	175	
НСР ₀₅	1,3	2,0	0,8	1,5	26,2	

Число бобов у выделившихся усатых образцов варьировало от 6,4–10,1 шт. и в среднем составило 7,7 шт., у листочковых – от 5,4–11,6 шт. и в среднем составило 9,0 шт. Максимальное количество бобов отмечено у среднеспелых образцов усатого морфотипа: Azur,

Afilla, обычного: Альдея (среднеспелый), Fruhe (среднеранний).

Масса бобов у мутантных образцов изменялась от 8,2–16,6 шт. (в среднем 10,7 шт.), у листочковых – от 10,6–17,1 шт. и в среднем составила 14,4 шт. Наибольшую массу бобов имели мутантные среднеспелые образцы: Azur,

Afilla, Флагман 8, листочковые: Fruhe (среднеранний), Альдея, SH-92-79-3-3-1-1 (средне-спелые).

Число семян в бобе у образцов усатого морфотипа варьировало от 4,2–6,2 шт. (в среднем 5,2 шт.), у обычных – от 4,6–7,0 (в среднем 5,7 шт.). Максимальное количество семян в одном бобе имели усатые среднеспелые образцы: Afilla, Venture, листочковые: Norli (среднеранний), Альдея, SH-92-79-3-3-1-1 (средне-спелые).

Масса семян с одного растения у мутантных образцов изменялась от 6,3–12,1 г (в среднем 7,9 г), у листочковых – от 10,0–13,3 г (в среднем 11,6 г). Наибольшей семенной продуктивностью характеризовались мутантные образцы: Azur, Afilla (средне-спелые), листочковые: Fruhe (среднеранний), Альдея, SH-92-79-3-3-1-1 (средне-спелые).

Масса 1 000 семян у образцов усатого морфотипа варьировала от 145,9–231,0 г (в среднем 187,14 г), у обычных – от 173,6–250,6 г (в среднем 200,4). Максимальную массу 1000 семян имели усатые образцы: Памяти Хангильдина (среднеранний), Флагман 8, Azur (средне-спелые), листочковые: Fruhe (среднеранний), Альдея (средне-спелый).

ВЫВОДЫ

1. Скрининг образцов коллекции гороха овощного по устойчивости к полеганию показал, что доля устойчивых и высокоустойчивых форм у растений с обычным (листочковым) морфотипом составила суммарно 30 %, у усатых (безлисточковых) таких было существенно больше – 77 %.

2. Высота растений гороха овощного в фазу биологической спелости существенно не зависела от морфотипа и составила в среднем 72,1 см у листочковых форм и 74,7 см у усатых.

3. Усатые формы гороха овощного имеют большую устойчивость к полеганию в фазу биологической спелости. Коэффициент устойчивости образцов с усатым морфотипом составил в среднем 0,85; листочковых – 0,64.

4. Установлена средняя зависимость между высотой травостоя и устойчивостью к полеганию у гороха овощного, причем у листочковых образцов она была выше: коэффициент корреляции составил $r = 0,56$, у усатых – $r = 0,43$.

5. Зависимость высоты растений с устойчивостью к полеганию была отрицательной: у усатого морфотипа коэффициент корреляции составил $r = -0,54$, листочкового – $r = -0,16$.

6. Выделены источники высокой устойчивости к полеганию для каждого морфотипа гороха овощного: усатого – Крейсер, Флагман 8, Venture, Немчинский, Afilla, Полтавец, Azur, Памяти Хангильдина, Терас 888; листочкового – SH-92-79-3-3-1-1, Альдея, Norli, Адрианна, Грибовский Юбилейный.

7. Выделены формы гороха овощного, сочетающие высокую выраженность элементов продуктивности с устойчивостью к полеганию для каждого морфотипа:

– по числу бобов: усатого – Azur, Afilla, обычного – Альдея, Fruhe;

– по массе бобов: мутантного – Azur, Afilla, Флагман 8, листочкового – Fruhe, Альдея, SH-92-79-3-3-1-1;

– по числу семян в бобе: усатого – Afilla, Venture, листочкового – Альдея, Norli, SH-92-79-3-3-1-1;

– по массе семян с одного растения: мутантного – Azur, Afilla, листочкового – Fruhe, Альдея, SH-92-79-3-3-1-1;

– по массе 1 000 семян: усатого – Флагман 8, Памяти Хангильдина, Azur, листочкового – Fruhe, Альдея.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: метод. указ. / М.А. Вишнякова, Т.В. Буравцева, С.В. Булынцев С.В. [и др.]. – СПб.: ВИР, 2010. – 142 с.
2. Пивоваров В.Ф., Цыганок Н.С. Восстановить производство сушеного горошка // Овощи России. – 2011. – № 3 (12). – С. 43–48.
3. Feeding value of pea (*Pisum sativum*L.) Chemical composition of different categories of pea / D. Bastianelli, F. Grosjean, C. Peyronnet [et al.] // Animal science. – 1998. – № 67 (3). – P. 609–619. – DOI: 10.1017/S1357729800033051.

4. *Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production* / С.Н. Foyer, Н.М. Lam, Н.Т. Nguyen [et al.] // *Nature Plants*. – 2016. – № 2. – P. 1–10. – DOI: 10.1038/NPLANTS. 2016.
5. *Leguminous Crops as a Valuable Product in Functional Nutrition* / N. Kazydub, S. Kuzmina, S. Yfimeva [et al.] // *The Fifth Technological Order: Prospects for the Development and Modernization of the Russian Agro–Industrial Sector (TFTS 2019)*. – P. 199–203. – DOI: 10.2991/assehr.k.200113.168.
6. Казыдуб Н.Г., Кузьмина С.П., Коваленко А.Н. Селекция зернобобовых культур в Омском ГАУ // *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета*. – 2022. – № 41 (46). – С. 35–39.
7. *Зернобобовые культуры в Западной Сибири (фасоль и бобы овощные, нут): биология, генетика, селекция, использование: монография [Электронный ресурс]* / Н.Г. Казыдуб [и др.]. – Электрон. дан. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – 2020.
8. *Veck C.P., Wroth J.M., Cowling W.A. Additive genetic variance for stem strength in field pea (Pisum sativum)* // *Aust. J. Agric. Res.* – 2008. – № 59. – P. 80–85. – DOI: 10.1071/AR07069.
9. Пономарева С.В. Изучение исходного материала коллекции гороха в условиях Нижегородской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2018. – Т. 63, № 2. – С. 23–28.
10. *Creating new varieties of vegetable peas (Pisum sativum L.) using multicomponent crossings* / Е.Р. Pronina [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Сер. “International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production”. – 2021. – P. 012094.
11. Самарин Н.А. Селекция и семеноводство гороха овощного использования. – Краснодар 2021. – 296 с.
12. Жогалева О.С., Стрельцова Л.Г. Высота растений и устойчивость к полеганию сортов гороха под влиянием хелатных микроудобрений // *Аграрный вестник Урала*. – 2021. – № 5 (208). – С. 31–39. – DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-31-39.
13. Кузьмина С.П., Казыдуб Н.Г., Бондаренко Е.В. Применение кластерного анализа в селекции гороха овощного // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2018. – № 1 (46). – С. 35–42.
14. Семенова Е.В., Шолухова Т.А., Бойко А.П. Горох: агробιοлогическая характеристика сортов разных направлений использования в условиях Краснодарского края. – СПб.: ВИР им. Н.И. Вавилова, 2020. – Вып. 910. – 32 с.
15. Семенова Е.В., Проскуракова Г.И. Результаты изучения образцов гороха (*Pisum sativum* L.) из коллекции ВИР в Тамбовской области в 1995–2017 гг. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2021. – № 1 (37). – С. 5–13.
16. Браилова И.С., Филатова И.А. Коллекция гороха – источник хозяйственно ценных признаков // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – № 3 (31). – С. 27–33.
17. Катюк А.И., Майстренко О.А. Результаты селекции зернового гороха на повышение урожайности, качества зерна и технологичности к механизированному возделыванию // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2018. – Т. 20, № 2 (3). – С. 641–645.
18. *Streltsova L.G., Zhogaleva O.S. Yield and cost-effectiveness of ORMISS-responsive pea varieties* [e-resource] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – N 659. URL: <https://iop-science.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012103> (date of reference: 10.10.2023).
19. Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Магафурова Ф.Ф. Сравнительное изучение хозяйственно-биологических признаков у сортов гороха, созданных в Республике Башкортостан за последние 30 лет // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2020. – № 4 (84). – С. 72–77.
20. *Пищевая ценность, качество сырья и продовольственное значение культуры гороха овощного (Pisum sativum L.)* / И.М. Кайгородова, В.А. Ушаков, Н.А. Голубкина [и др.] // *Овощи России*. – 2022. – № 3. – С. 16–32. – DOI: 10.18619/2072-9146-2022-3-16-32. EDN WLXVHJ.
21. *Приоритетные направления современной селекции гороха овощного (Pisum sativum L.)* / И.М. Кайгородова, И.П. Котляр, В.А. Ушаков [и др.] // *Овощи России*. – 2023. – № 4. – С. 5–12. – DOI: 10.18619/2072-9146-2023-4-5-12.
22. Омельянюк Л.В., Асанов А.М., Кармазина А.Ю. Доноры признаков структуры стебля в селекции гороха усатого морфотипа для Сибирского региона // *Вестник Омского ГАУ*. – 2021. – № 4 (44). – С. 25–34.

23. Skubisz G., Kravtsova T.I., Velikanov L.P. Analysis of the strength properties of pea stems. // *Int. Agrophys.* – 2007. – № 21. – P. 189–197.
24. Изменчивость признака «масса 1000 семян» как основного элемента продуктивности у гороха овощного / И.П. Котляр [и др.] // *Овощи России.* – 2018. – № 2. – С. 21–23. – DOI: 10.18619/2072-9146-2018-2-21-23.
25. Самарин Н.А., Самарин С.Н. Возможные пути сохранения семеноводства отечественных сортов гороха овощного в современных условиях // *Овощи России.* – 2013. – № 1 (18). – С. 76–78. – DOI: 10.18619/2072-9146-2013-1-76-78.
26. Селекция усатых сортов гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур / А.А. Зеленов, А.М. Задорин, А.Н. Зеленов [и др.] // *Зернобобовые и крупяные культуры.* – 2020. – № 1 (33). – С. 4–10.
27. Создание и использование в селекции генетического разнообразия рассеченнолисточкового морфотипа гороха / А.А. Зеленов, А.Н. Зеленов, Т.С. Наумкина [и др.] // *Зернобобовые и крупяные культуры.* – 2017. – № 2 (22). – С. 8–16.
28. Genetic background and agronomic value of leaf types in pea (*Pisum sativum*) / A. Mikic, V. Mihailovic, B. Cupina [et al.] // *Ratar. i Povrt.* – 2011. – № 48. – P. 275–284.
29. Синюшин А.А., Анисимова Д.А. К проблеме динамики генетического полиморфизма у сортов гороха (*Pisum sativum* L.) отечественной селекции // *Биотехнология и селекция растений.* – 2020. – № 3 (1). – С. 13–23. – DOI: 10.30901/2658-6266-2020-1-03.
30. Genetic Diversity and Prediction of Genomic Traits in the Pea Diversity Panel / J. Burstin [et al.] // *BMC Genomics.* № 16. – 2015. – P. 105. – DOI: 10.1186/s12864-015-1266-1.
31. Чураков А.А., Валиулина Л.И. Результаты и перспективы селекции гороха усатого морфотипа в Краснодарском крае // *Достижения науки и техники АПК.* – 2014. – № 6. – С. 24–269.
32. Амелин А.В., Чекалин Е.И. Адаптивные способности растений гороха и их изменения в результате селекции // *Зернобобовые и крупяные культуры.* – 2019. – № 2 (30). – С. 4–14.
33. Образцов А.С., Амелин А.В. К вопросу об идеатипе растений гороха в связи с их устойчивостью к полеганию на юге Нечерноземной зоны РСФСР // *Сельскохозяйственная биология.* – 1990. – № 1. – С. 83–88.
34. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции (обзор) / М.А. Вишнякова [и др.] // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции.* – 2019. – № 180 (2). – С. 109–123.
35. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // *Зернобобовые и крупяные культуры.* – 2020. – № 3 (35). – С. 12–19
36. Путина О.В., Бобков С.В., Вишнякова М.А. Углеводный состав семян и его связь с другими селекционно значимыми признаками у овощного гороха (*Pisum sativum* L.) в условиях Краснодарского края // *Сельскохозяйственная биология.* – 2018. – № 53 (1). – С. 179–188. – DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.179.
37. Кайгородова И.М., Голубкина Н.А., Ушаков В.А. Изучение устойчивости гороха овощного (*Pisum sativum* L.) к полеганию // 100 лет научному обеспечению эффективного использования генетических ресурсов бобовых в России: тез. докл. науч. конф. – СПб.: ВИР, 2022. – С. 362–363. – DOI: 10.30901/978-5-907145-90-0.
38. Хвостова В.В. Генетика и селекция гороха. – Новосибирск: Наука, 1975. – 268 с.
39. Kujala V. Felclerbse, bei welcher die ganze Blattspreite in Ranken ungewandelt ist // *Archivum soc. Zool.–Botanical Technical.* – 1953. – N 8. – P. 44–45.
40. Кайгородова И.М. Создание исходного материала гороха овощного (*Pisum sativum* L.) разных групп спелости для селекции на пригодность к механизированной уборке: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 2014.

REFERENCES

1. Vishnjakova M.A., Buravceva T.V., Bulyncev S.V. i dr., *Kollekcija mirovyh geneticheskikh resursov zernovyh bobovyh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya* (VIR Collection of World Genetic Resources of Grain Legumes: Replenishment, Conservation and Study: Guidelines), Sankt-Peterburg, VIR, 2010, 142 p.

2. Pivovarov V.F., Cyganok N.S., *Ovoshhi Rossii*, 2011, No. 3 (12), pp. 43–48. (In Russ.)
3. Bastianelli D., Grosjean F., Peyronnet C. et al., Feeding value of pea (*Pisum sativum*L.) Chemical composition of different categories of pea, *Animal science*, 1998, No. 67 (3), pp. 609–619.
4. Foyer C.H., Lam H.M., Nguyen H.T. et al., Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production, *Nature Plants*, 2016, No. 2, pp. 1–10.
5. Kazydub N., Kuzmina S., Yfimceva S. et al., Leguminous Crops as a Valuable Product in Functional Nutrition, *The Fifth Technological Order: Prospects for the Development and Modernization of the Russian Agro-Industrial Sector (TFTS 2019)*, pp. 199–203.
6. Kazydub N.G., Kuzmina S.P., Kovalenko A.N., *Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaokhnogo universiteta*, 2022, No. 41 (46), pp. 35–39. (In Russ.)
7. Kazydub N.G., Kuz'mina S.P., Borovikova M.A., Bezuglova E.V., Bykova K.A., *Zernobobovye kul'tury v Zapadnoj Sibiri (fasol' i boby ovoshhnye, nut): biologija, genetika, selekcija, ispol'zovanie* (Leguminous crops in Western Siberia (beans and beans, chickpeas): biology, genetics, selection, use), Omsk: FGBOU VO Omskij GAU, 2020.
8. Beeck C.P., Wroth J.M., Cowling W.A., Additive genetic variance for stem strength in field pea (*Pisum sativum*), *Aust. J. Agric. Res.*, 2008, No. 59, pp. 80–85.
9. Ponomareva S.V., *Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2018, T. 63, No. 2, pp. 23–28. (In Russ.)
10. Pronina E.P. et al., Creating new varieties of vegetable peas (*Pisum sativum* L.) using multicomponent crossings, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production"*, 2021, pp. 012094.
11. Samarin N.A., *Selekcija i semenovodstvo goroha ovoshhnogo ispol'zovanija* (Selection and seed production of peas for vegetable use), Krasnodar, 2021, 296 p.
12. Zhogaleva O.S., Strel'cova L.G., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2021, No. 5 (208), pp. 31–39. (In Russ.)
13. Kuzmina S.P., Kazydub N.G., Bondarenko E.V., *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyy agrarnyj universitet)*, 2018, No. 1 (46), pp. 35–42. (In Russ.)
14. Semenova E.V., Sholuhova T.A., Bojko A.P., *Goroh: agrobiologicheskaja harakteristika sortov raznyh napravlenij ispol'zovanija v uslovijah Krasnodarskogo kraja* (Peas: agrobiological characteristics of varieties of different areas of use in the conditions of the Krasnodar region), Sankt-Peterburg: VIR im. N.I. Vavilova, 2020, 32 p.
15. Semenova E.V., Proskurjakova G.I., *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2021, No. 1 (37), pp. 5–13. (In Russ.)
16. Brailova I.S., Filatova I.A., *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2019, No. 3 (31), pp. 27–33. (In Russ.)
17. Katjuk A.I. Majstrenko O.A., *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2018, T. 20, No. 2 (3), pp. 641–645. (In Russ.)
18. Streltsova L.G., Zhogaleva O.S., Yield and cost-effectiveness of ORMIS-responsive pea varieties [e-resource], *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, No. 659, URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012103> (date of reference: 10.10.2023)
19. Davletov F.A., Gajnullina K.P., Magafurova F.F., *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020, No. 4 (84), pp. 72–77. (In Russ.)
20. Kajgorodova I.M., Ushakov V.A., Golubkina N.A. i dr., *Ovoshhi Rossii*, 2022, No. 3, pp. 16–32. (In Russ.)
21. Kajgorodova I.M., Kotljar I.P., Ushakov V.A., Engalycheva I.A., Kozar' E.G., *Ovoshhi Rossii*, 2023, No. 4, pp. 5–12. (In Russ.)
22. Omel'janjuk L.V., Asanov A.M., Karmazina A.Ju., *Vestnik Omskogo GAU*, 2021, No. 4 (44), pp. 25–34. (In Russ.)
23. Skubisz G., Kravtsova T.I., Velikanov L.P., Analysis of the strength properties of pea stems, *Int. Agrophys.*, 2007, No. 21, pp. 189–197.
24. Kotljar I.P. i dr., *Ovoshhi Rossii*, 2018, No. 2, pp. 21–23. (In Russ.)
25. Samarin N.A., Samarin S.N., *Ovoshhi Rossii*, 2013, No. 1 (13), pp. 76–78. (In Russ.)
26. Zelenov A.A., Zadorin A.M., Zelenov A.N., Kononova M.E., *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2020, No. 1 (33), pp. 4–10. (In Russ.)
27. Zelenov A.A., Zelenov A.N., Naumkina T.S., Novikova N.E., Zadorin A.M., *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2017, No. 2 (22), pp. 8–16. (In Russ.)

28. Mikic A., Mihailovic V., Cupina B. et al., Genetic background and agronomic value of leaf types in pea (*Pisum sativum*), *Ratar. i Povrt.*, 2011, No. 48 pp. 275–284.
29. Sinjushin A.A., Anisimova D.A., *Biotehnologija i selekcija rastenij*, 2020, No. 3 (1), pp. 13–23. (In Russ.)
30. Burstin J., Salloignon P., Chabert-Martinello M., Magnin-Robert J.-B., Siol M., Jacquin F., Chauveau A., Pont C., Aubert G., Delaitre C., Truntzer C., Duc G., Genetic Diversity and Prediction of Genomic Traits in the Pea Diversity Panel, *BMC Genomics*, No. 16, 2015, pp. 105.
31. Churakov A.A., Valiulina L.I., *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2014, No. 6, pp. 24–269. (In Russ.)
32. Amelin A.V., Chekalin E.I., *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2019, No. 2 (30), pp. 4–14. (In Russ.)
33. Obrazcov A.S., Amelin A.V., *Sel'skohozjajstvennaja biologija*, 1990, No. 1, pp. 83–88. (In Russ.)
34. Vishnjakova M.A., Aleksandrova T.G., Buravceva T.V., Burljaeva M.O., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V., Suvorova G.N., *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii*, 2019, No. 180 (2), pp. 109–123. (In Russ.)
35. Zotikov V.I., *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2020, No. 3 (35), pp. 12–19 (In Russ.)
36. Putina O.V., Bobkov S.V., Vishnjakova M.A., *Sel'skohozjajstvennaja biologija*, 2018, No. 53 (1), pp. 179–188. (In Russ.)
37. Kajgorodova I.M., Golubkina N.A., Ushakov V.A., *100 let nauchnomu obespecheniju jeffektivnogo ispol'zovanija geneticheskikh resursov bobovyh v Rossii* (100 years of scientific support for the effective use of legume genetic resources in Russia), *Tezisy dokladov, VIR*, 2022, pp. 362–363. (In Russ.)
38. Hvostova V.V., *Genetika i selekcija goroha* (Genetics and breeding of peas), Novosibirsk: Nauka, 1975, 268 p.
39. Kujala V., Felclerbse, bei welcher die ganze Blattspreite in Ranken ungewandelt ist, *Archivum soc. Zool.-Botanical Technical*, 1953, No. 8, pp. 44–45.
40. Kajgorodova I.M., *Sozdanie ishodnogo materiala goroha ovoshhnogo (Pisum sativum L.) raznyh grupp speloshti dlja selekcii na prigodnost' k mehanizirovannoj uborke* (Creation of source material for vegetable peas (*Pisum sativum* L.) of different ripeness groups for selection for suitability for mechanized harvesting), Extended abstract of candidate's thesis, Moscow, 2014.