

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«НЕМЧИНОВКА»**



ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Том 1.

**Селекция и семеноводство: состояние, проблемы
и перспективы развития**

**(по материалам международной научной конференции, посвященной
140-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук,
профессора, лауреата Государственной премии,
Героя Социалистического Труда Виктора Евграфовича Писарева)**



МОСКВА -2023

УДК 63:001

ББК

ISBN

**Достижения и перспективы селекции и технологий
возделывания сельскохозяйственных культур:
сборник научных статей в 2-х томах**

/ Под общей редакцией доктора биологических наук

С.И. Воронова

ФИЦ «Немчиновка», 2023, – 678 с.

Редакционная коллегия:

Воронов С.И., Сандухадзе Б.И., Гончаренко А.А., Медведев А.М., Захаренко В.А., Давыдова Н.В., Мамедов Р.З., Ерошенко Л.М., Кабашов А.Д., Конончук В.В., Кирдин В.Ф., Кузьмич М.А., Штырхунов В.Д., Лаптина Ю.А., Гармаш Г.А., Каланчина А.С., Калабашкина Е.В., Плескачѳв Ю.Н.

Сборник научных статей опубликован в 2-х томах.

Представленные в сборнике научные статьи обобщены в следующие разделы: 1. Селекция и семеноводство: состояние, проблемы и перспективы развития (том 1); 2. Земледелие и технологии возделывания сельскохозяйственных культур (том 2).

Материалы международной научной конференции, посвященной 140-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, лауреата Государственной премии, Героя Социалистического Труда Виктора Евграфовича Писарева, представлены учеными Российской Федерации, Азербайджана, Белоруссии, Молдавии, Таджикистана и Узбекистана.

Сборник рассчитан на научных работников, специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей, аспирантов и сотрудников высших учебных заведений.

© ФИЦ «Немчиновка», 2023

© Коллектив авторов, 2023

Том 1.
**Селекция и семеноводство: состояние,
проблемы и перспективы развития**

ППГ2430), ППГ27). Работа выполнена в рамках Госзадания ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре: фундаментальные и прикладные аспекты» (№122020300587-2).

Список литературы

1. Энзекрей Е.С., Щуклина О.А., Завгородний С.В. Влияние метеорологических условий и азотных удобрений на биологическую урожайность яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 // Зерновое хозяйство России. - 2021. - №2(74). С. 88-93.
2. Ключков А.В., Соломко О.Б., Ключкова О.С. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник Белорусской государственной академии. 2019. №2. С. 101-105.
3. Абделькави Р.Н., Щуклина О.А., Ермоленко О.И., Соловьев А.А. Стабильность и пластичность генотипов яровой тритикале по урожайности и качеству зерна // Аграрный научный журнал. – 2020. -№ 4. - С.4-9.
4. Shchuklina O., Alenicheva., Klimenkova I., Kvitko V., Zavgorodniy S. Morphophysiological features of the reaction of the cv. *×Triticosecale* wittm. ex. camus on nitrogen fertilizers in contrasting agrometeorological conditions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Dushanbe. – 2022. №1010. – pp. 012109.
5. Крупин П.Ю. Использование генетического потенциала многолетних дикорастущих злаков в селекционной улучшении пшеницы / П.Ю. Крупин, М.Г. Дивашук, Г.И. Карлов // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т.54, № 3. С. 409-425.
6. Калмыкова Л.П., Лошакова П.О., Фисенко А.В., Щуклина О.А., Вайншенкер Т.С., Кузьмина Н.П., Упелниек В.П. Гибриды младших поколений (*×Trititrigia × Elymus*) *× Triticum aestivum* // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2019. - №4(205). С.48-56.
7. Завгородний С.В., Иванова Л.П., Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Соловьев А.А., Упелниек В.П. Морфобиологические и хозяйственно ценные особенности образцов из современной коллекции трититригии (*×Trititrigia cziczinii* Tzvel.) ГБС РАН // Овощи России. - 2022. - № 2. - С. 10-14.

УДК 575.167

ЧИСЛО СЕМЯЗАЧАТКОВ У ГОРОХА (*PISUM SATIVUM* L.): НАСЛЕДУЕМОСТЬ, ИЗМЕНЧИВОСТЬ И СВЯЗЬ С КОМПОНЕНТАМИ ПРОДУКТИВНОСТИ

Синюшин А.А., кандидат биологических наук, доцент;

Аш О.А., инженер-лаборант;

Хартина Г.А., инженер-лаборант;

*Московский государственный университет МГУ им.М.В.Ломоносова,
биологический факультет, г. Москва*

Аннотация. Урожайность гороха (*Pisum sativum* L.) зависит от многих факторов – как средовых, так и генетических. В условиях изменения климата интерес привлекают изменчивость и регуляция признаков, влияющих на продуктивность. Мы исследовали наследуемость и изменчивость числа семязачатков, а также корреляцию этого признака с числом семян в бобе, массой тысячи семян и выполненностью боба. Коллекция сортов и

линий гороха выращивали в полевых и тепличных условиях. Подсчеты производили на живых растениях и/или при обмолоте семян. Для статистической обработки использовали непараметрические методы. Наследуемость числа семязачатков определяли при анализе гибридных популяций F_1 и F_2 и установили ее сравнительно невысокое значение (около 0,5). Показано, что в сухих жарких условиях урожайность снижается за счет уменьшения не только числа семян в бобе, но и числа закладываемых при развитии цветка семязачатков. Дифференциальная и наследуемая способность сохранять стабильное число семязачатков при стрессе может стать ориентиром при селекции сортов гороха, приспособленных к изменившимся климатическим условиям.

Ключевые слова: бобовые, выполненность боба, продуктивность, урожайность

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) остаётся не только одной из наиболее значимых бобовых культур в умеренных широтах, но и удобной моделью для генетических исследований. Многочисленные исследования посвящены взаимосвязи между основными компонентами продуктивности (например, [1, 2] и мн. др.). Хорошо известна и предсказуема корреляция между продуктивностью растения и числом образуемых бобов, семян в бобе и массой 1000 семян. Существенно менее детально изучена связь между реальной и потенциальной продуктивностью – в частности, вклад числа семязачатков в урожайность. Генетический контроль этого признака исследован также слабо: предполагается, что число семязачатков определяют несколько локусов с аддитивным действием, а наследуемость признака сравнительно невелика – около 0,4 [3].

Настоящая работа посвящена изучению признака числа семязачатков у гороха, наследуемости этого признака и его связи с рядом других количественных показателей, составляющих продуктивность.

Материалом настоящего исследования послужили следующие формы гороха: Адагумский, Альфа, Анвенд, Викинг, Виола, Изумруд, Каира, Первенец, Ранний грибовский 11, Сенатор, Совершенство 65-3, Фрагмент, Янтар, Kelvedon Wonder, Lu Zhun, Pin Wan (овощные сорта), Батрак, Мультик, Немчиновский 766, Орел, Орлан, Спартак, Filby, Roi des Gourmands (зерновые сорта), Малиновка (фуражный сорт), «А-агримут 987/6», «Аз-23», «В-агримут тип», «В-агримут 761/7», «Новая форма-42», «Рас-тип», SGE, WL131, WL1132 и «5-

листочковая акация» (маркерные линии и рекомбинанты). Характеристики этих форм приведены в публикации [4].

Семена растений чистых линий сажали на экспериментальном участке на территории Звенигородской биостанции им. С.Н. Скадовского МГУ (Московская область) в середине мая 2015 и 2021 гг. Снопы убирали в первой декаде августа. Также часть линий была посажена в теплице-боксе в 2021 г. в условиях длинного светового дня. Климатические показатели фиксировали с помощью автоматической метеостанции, находящейся непосредственно на территории биостанции, или использовали доступные в сети (gp5.ru) данные метеостанции «Ново-Иерусалим», расположенной в 23 км от биостанции МГУ.

Число семязачатков определяли на свежесобранных цветках или незрелых плодах либо при обмолоте. Выполненность боба подсчитывали как отношение среднего числа семян в бобе к среднему числу семязачатков. В большинстве случаев для характеристики линии описывали 20 цветков/бобов, но в теплице выборки для некоторых линий были меньшего размера (не менее пяти).

По признаку числа семязачатков были также описаны гибриды F_2 (и в ряде случаев F_1) от скрещиваний Filby \times WL131 (2021-поле, 2021-теплица, 2022), Filby \times WL1132 (2022) и «Рас-тип» \times «Аз-23» (2021-поле, 2021-теплица, 2022). В 2022 г. с каждого растения F_2 собирали по два цветка, в прочие годы цветки/плоды собирали случайным образом со всех цветущих растений F_2 . Ограничивались лишь главным побегом, но у восьми растений популяции F_2 Filby \times WL1132 подсчитывали семязачатки в завязях отдельно для главного и боковых побегов для оценки размаха изменчивости в пределах растения.

Массу семян определяли с помощью электронных весов Pioneer RA64 (Ohaus, США). Как правило, выборки семян были недостаточными, чтобы определить массу сразу 1000 семян, поэтому взвешивали меньшее число семян и осуществляли пересчет.

Статистическую обработку проводили с помощью Statistica 12 (Statsoft, США) и Microsoft Excel (Microsoft, США). Так как в основном работали с выборками небольшого объема, использовали непараметрические методы

анализа. Наследуемость признака (в широком смысле) определяли как отношение генотипической дисперсии к общей (фенотипической) дисперсии [5].

Установлена сравнительно невысокая наследуемость (в широком смысле) числа семязачатков – в среднем для всех гибридных популяций она составила 0,46, т.е. около 50% всей дисперсии объясняется ее генотипическим компонентом. Для трех наблюдений F_2 Filby \times WL131 (2021-поле, 2021-теплица, 2022) значение наследуемости воспроизводилось достаточно точно, изменяясь в диапазоне 0,50–0,54. В комбинации «Рас-тип» \times «Аз-23» размах значений был большим (0,25–0,52), что, вероятно, объясняется генотипической неоднородностью родительских линий.

В популяциях F_2 Filby \times WL1132 и Filby \times WL131 сравнивали числа семязачатков в завязях растений с разными фенотипами. Гибриды этих популяций различаются по длине стебля (длинный, *LE*, или карликовый, *le*), строению листа (нормальный, *AF*, или безлисточковый, *af*), форма прилистников (нормальные, *ST*, или узкие, *st*), окраске незрелого боба (зеленая, *GP*, или желтая, *gp*) и окраске лепестков (пигментированные, *A*, или белые, *a*). Мы не обнаружили статистически значимых различий между гибридами с контрастными фенотипами. Это представляется важным, поскольку безлисточковый лист, карликовый стебель и белые цветки характерны для очень значительного числа современных сортов гороха.

Мы сравнили число семязачатков в завязях цветков на главном и боковых побегах восьми растений F_2 Filby \times WL1132 и установили, что цветки на главном побеге образуют значимо больше семязачатков ($7,73 \pm 0,49$; здесь и далее данные представлены как среднее арифметическое \pm стандартное отклонение), чем на боковых побегах ($6,84 \pm 0,75$). В климатических условиях европейской части РФ эти различия едва ли существенны, поскольку растения гороха редко ветвятся, но близкие родичи гороха (вика посевная, чина посевная) обычно образуют многочисленные ветви, и различия по этому признаку между побегами разных порядков могут, вероятно, иметь некоторое значение для урожайности.

Сезоны, в которые проводили полевые наблюдения за коллекцией чистых линий, различались по погодным условиям. Так, 2021 г. был сравнительно жарким (средняя температура за период с 10 мая по 10 августа составила 18,6 °С) и сухим (сумма осадков за тот же период 389,9 мм). В 2015 г. условия были более благоприятными для роста растений (средняя температура 16,2 °С, сумма осадков 540,1 мм). У большинства сравниваемых линий число семязачатков в 2015 г. значительно превысило тот же показатель в 2021 г. – например, $9,07 \pm 0,62$ по сравнению с $8,05 \pm 0,39$ у зернового сорта Мультик. Условия теплицы, вероятно, также были неблагоприятными из-за жары. У многих линий число семязачатков, образуемых в теплице, было меньше, чем в поле в 2021 г. (например, у сорта Мультик – $7,00 \pm 0,63$). В исследованной коллекции линий у сортов Малиновка и Викинг, а также линии SGE число семязачатков не различалось значительно между 2015 и 2021 гг. Малиновка и SGE обладают окрашенными цветками; для обоснованного заключения о связи между окраской венчика и устойчивостью к действию жары требуются дополнительные исследования на более представительных выборках сортов.

Значения других показателей – числа семян в бобе и отношения числа семян к числу семязачатков – у большинства форм также были наиболее высокими в 2016 г. и самыми низкими – в условиях теплицы.

Негативное влияние повышенной температуры на урожайность гороха постулировано неоднократно (например, [6]). Jiang с соавторами [6] отметили уменьшение числа образуемых в бобе семян за счет того, что часть семязачатков и уже завязавшихся семян в условиях температурного стресса не развиваются. Полученные нами результаты согласуются с этим заключением и дополняют его: повышенная температура приводит и к уменьшению числа семязачатков на этапе развития цветка.

В 2015 г. нами отмечена умеренная положительная (коэффициент корреляции Спирмена $r = 0,636$) и статистически значимая ($p < 0,05$) корреляция между числом семязачатков и числом семян в бобе (выборка из 11 линий). В 2021 г. обнаруженная корреляция между этими параметрами не была значимой (r

= 0,280, $p > 0,05$). С большинством других признаков продуктивности число семязачатков не обнаруживает значимой корреляции. Исключение составляет отмеченная только в условиях теплицы отрицательная взаимосвязь ($r = -0,731$, $p < 0,01$) между числом семязачатков и отношением числа семян к числу семязачатков, которая вполне предсказуема.

Можно заключить, что число семязачатков имеет сравнительно невысокую наследуемость (около 0,5) и подвержено варьированию в зависимости от климатических условий. Эти обстоятельства ставят под вопрос целесообразность отбора на более высокие значения этого признака. Кроме того, число семязачатков значимо коррелирует с числом образующихся в бобе семян лишь в оптимальных условиях. Интерес, однако, представляет тот факт, что разные генотипы по-разному реагируют на повышенную температуру: у некоторых из выбранных линий число семязачатков при стрессе уменьшается гораздо менее существенно, нежели у прочих. Такую дифференциальную стабильность (вероятно, наследуемую) необходимо учитывать при оценке стрессоустойчивости сортов.

Список литературы

1. Semenova E.V., Boyko A.P., Novikova L.Y., Vishnyakova, M.A. Phenotypic traits differentiating the genetic resources of pea (*Pisum sativum* L.) by the type of use // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2022. Т. 26. №7. С. 599-608.
2. Uhlarik A., Čeran M., Živanov D. et al. Phenotypic and genotypic characterization and correlation analysis of pea (*Pisum sativum* L.) diversity panel // Plants. 2022. V. 11. P. 1321.
3. Krarup A.H., Davis D.W. Genetic control of ovule number in peas (*Pisum sativum* L.) // Crop Sci. 1970. V. 10. P. 517-518.
4. Синюшин А.А., Аш О.А., Хартина Г.А. Генетическая коллекция гороха посевного (*Pisum sativum* L.) кафедры генетики биологического факультета МГУ и ее применение в научных исследованиях // Тр. прикл. бот. генет. сел. 2016. Т. 177. №3. С. 47-60.
5. Соболев Н.А. Гибридологический анализ по полигенным признакам // Цитология и генетика. 1976. Т.10. №5. С. 424-436.
6. Jiang Y., Lindsay D.L., Davis A.R. et al. Impact of heat stress on pod-based yield components in field pea (*Pisum sativum* L.) // J. Agron. Crop. Sci. 2020. V. 206. P. 76-89.