

Научная статья/Research Article

УДК 633.352.1:581.543

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-6-52-57

**Юлия Владимировна Горбунова<sup>1</sup>, Елена Викторовна Власова<sup>2✉</sup>, Иван Михайлович Куликов<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup>Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия<sup>1</sup>u.v.gorbunova@yandex.ru<sup>2</sup>stevlas@yandex.ru<sup>3</sup>vstisp@vstisp.org**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ У СОРТОВ ВИКИ ПОСЕВНОЙ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Цель исследования: на основании 16-летних данных испытания стандартных сортов Немчиновская 72 и Вера в условиях Московской области оценить влияние погодных факторов на межгодовую изменчивость продолжительности межфазных периодов у вики посевной. Проведена оценка вариации продолжительности периодов посев–всходы, всходы–цветение, посев–цветение и цветение–созревание и погодных показателей в эти периоды. Оценены линейные корреляционные связи продолжительности межфазных периодов со средней температурой воздуха, суммой осадков и средней длиной дня в эти периоды. Из-за множественного влияния погодных факторов на фенологические показатели коэффициенты парной корреляции Пирсона демонстрировали средние и слабые связи признаков, а множественной корреляции – средние и высокие значения. Продолжительность всех межфазных периодов сокращалась с повышением средней температуры воздуха. Увеличение длительности светового дня ускоряло цветение и созревание семян. Повышение количества осадков замедляло появление всходов и созревание семян, но стимулировало цветение. Установлено влияние продолжительности периода от посева до появления всходов и погодных условий в этот период на фенологию вики посевной. Вариабельность продолжительности периода посев–цветение в 1,6–2,7 раза ниже по сравнению с составляющими его периодами посев–всходы и всходы–цветение. Это явление обусловлено отрицательной корреляцией продолжительности периодов посев–всходы и всходы–цветение. При анализе схемы взаимосвязи факторов установлено, что оба сорта проявляли широкий спектр физиологических адаптаций, определяющих сроки цветения: чувствительность к яровизации и фотопериоду, а также зависимость от температурного режима и влагообеспеченности в период посев–цветение. Установлено совокупное влияние средней температуры воздуха, суммы осадков и средней длины дня на длительность периода цветение–созревание.*

**Ключевые слова:** *Vicia sativa L.*, вика посевная, фенология, вегетационный период, посев, всходы, цветение, созревание, корреляция, изменчивость

**Для цитирования:** Горбунова Ю.В., Власова Е.В., Куликов И.М. Влияние внешних факторов на продолжительность межфазных периодов у сортов вики посевной в условиях Московской области // Вестник КрасГАУ. 2022. № 6. С. 52–57. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-6-52-57.

**Благодарности:** исследования выполнены в рамках реализации государственного задания ФГБНУ ФНЦ Садоводства № 0432-2021-0003 «Сохранить, пополнить, изучить генетические коллекции сельскохозяйственных растений и создать репозитории плодовых и ягодных культур, заложенные свободными от вредоносных вирусов растениями».

**Yulia Vladimirovna Gorbunova<sup>1</sup>, Elena Viktorovna Vlasova<sup>2✉</sup>, Ivan Mikhailovich Kulikov<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup>Federal Scientific Selection and Technological Center for Horticulture and Nursery, Moscow, Russia<sup>1</sup>u.v.gorbunova@yandex.ru<sup>2</sup>stevlas@yandex.ru<sup>3</sup>vstisp@vstisp.org

## ENVIRONMENTAL FACTORS IMPACT ON THE INTERVALS DURATION BETWEEN PHENOPHASES OF VETCH CULTIVARS IN MOSCOW REGION CONDITIONS

*The purpose of the study: based on 16-year data of testing standard varieties Nemchinovskaya 72 and Vera in the conditions of the Moscow Region, to evaluate the influence of weather factors on the interannual variability of the duration of interphase periods in common vetch. An assessment was made of the variation in the duration of the sowing–germination, seedling–flowering, sowing–flowering, and flowering–ripening periods and weather indicators during these periods. The linear correlations of the duration of interphase periods with the average air temperature, the amount of precipitation and the average length of the day during these periods are estimated. Due to the multiple influence of weather factors on phenological indicators, the Pearson pair correlation coefficients showed medium and weak correlations of traits, and the multiple correlation coefficients showed medium and high values. The duration of all interphase periods decreased with an increase in the average air temperature. An increase in daylight hours accelerated flowering and seed maturation. The increase in precipitation slowed down the emergence of seedlings and seed maturation, but stimulated flowering. The influence of the duration of the period from sowing to the emergence of seedlings and weather conditions during this period on the phenology of common vetch has been established. The variability of the duration of the sowing–flowering period is 1.6–2.7 times lower compared to the sowing–sprouting and sprout–flowering periods that make it up. This phenomenon is due to the negative correlation between the duration of the sowing–emergence and emergence–flowering periods. When analyzing the scheme of the relationship of factors, it was found that both varieties showed a wide range of physiological adaptations that determine the timing of flowering: sensitivity to vernalization and photoperiod, as well as dependence on the temperature regime and moisture supply during the sowing–flowering period. The cumulative effect of the average air temperature, the amount of precipitation and the average length of the day on the duration of the flowering–ripening period was established.*

**Keywords:** *Vicia sativa L., common vetch, phenology, growing season, sowing, seedlings emergence, flowering, ripening, correlation, variability*

**For citation:** Gorbunova Y.V., Vlasova E.V., Kulikov I.M. Environmental factors impact on the intervals duration between phenophases of vetch cultivars in Moscow Region conditions // Bulliten KrasSAU. 2022;(6): 52–57. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-6-52-57.

**Acknowledgments:** the research was carried out as part of the implementation of the state task of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for Horticulture No. 0432-2021-0003 “To preserve, replenish, study the genetic collections of agricultural plants and create repositories of fruit and berry crops established by plants free from harmful viruses.”

**Введение.** Вика посевная имеет многоцелевое значение и возделывается в качестве кормовой, почвопокровной и сидеральной культуры. Но основную функцию вика традиционно выполняет в качестве кормового растения, вегетативная масса которого богата легкоусвояемым белком и незаменимыми аминокислотами [1]. Среди биологических особенностей вики посевной следует отметить то, что это однолетняя, самоопыляемая, влаголюбивая культура умеренного климата, длинного дня и индетерминантного типа роста, чувствительная к изменениям светового, температурного и водного режима [2]. Продолжительность развития отдельных периодов вики зависит от биологических особенностей сорта и погодных условий и оказывает влияние на изменчивость укосной и семенной продуктивности [3]. Знание фенологии

вики необходимо при подборе сортов для смешанных посевов со злаковыми и другими зернобобовыми культурами [4].

**Цель исследования** – оценка влияния факторов внешней среды на межгодовую изменчивость продолжительности межфазных периодов у стандартных сортов вики посевной Немчиновская 72 и Вера по многолетним данным.

**Материалы и методы.** Опыт проводился в 2000–2010, 2014–2017 и 2021 гг. в условиях юга Московской области на дерново-подзолистых тяжело-суглинистых почвах. Сорта Немчиновская 72 и Вера выращивали в качестве стандартов в опытах по изучению новых образцов вики посевной коллекции ВИР [5]. Посев осуществлялся на делянках площадью 2 м<sup>2</sup> в оптимальные сроки рядовым способом с нормой высева 100 семян на 1 м<sup>2</sup>. Дату полного (массового)

цветения определяли от зацветания первых цветков, дату созревания отмечали при побурении, потере эластичности бобов и формировании твердых семян у 75 % растений на делянке [6]. Влияние погодных условий оценивали по средней длине дня ( $D$ , ч), средней температуре воздуха ( $t$ , °C), сумме осадков ( $\Sigma$  осадков, мм) за межфазный период. По этим показателям представляли минимальные и максимальные значения ( $X_{\min}$  –  $X_{\max}$ ), вычисляли средние арифметические с ошибкой ( $X_{\text{ср.}} \pm m_{X_{\text{ср.}}}$ ), коэффициенты вариации с ошибкой ( $Cv \pm m_{Cv}$ ). Тесноту связи оценивали по критериям парной ( $r$ ) и множественной ( $r_{\text{множ.}}$ ) линейной корреляции,

при 5 % уровне значимости достоверные значения помечали «\*». Данные по двум сортам представлены в виде: Немчиновская 72/Вера.

**Результаты и их обсуждение.** Изменчивость погодных показателей в период наблюдений показана в таблице. По сумме осадков годы крайне нестабильные на протяжении всех межфазных периодов ( $Cv$  от 34 до 74 %). По средней температуре воздуха вариабельность средняя в периоды *посев–всходы* ( $Cv=19,0/18,8$  %) и *всходы–цветение* ( $Cv=10,4/11,0$  %) и незначительная в период *цветение–созревание* ( $Cv=8,8/8,4$  %).

### Изменчивость погодных условий, фенологических дат и продолжительности межфазных периодов за период наблюдений

Период	к35346 Немчиновская 72		к-36499 Вера	
	$X_{\text{ср.}} \pm m_{X_{\text{ср.}}}$ ( $X_{\min}$ – $X_{\max}$ )	$Cv \pm m_{Cv}$ , %	$X_{\text{ср.}} \pm m_{X_{\text{ср.}}}$ ( $X_{\min}$ – $X_{\max}$ )	$Cv \pm m_{Cv}$ , %
Дата				
Посев	06.05 $\pm$ 1,5 дней (26.04–19.05)		06.05 $\pm$ 1,8 дней (26.04–19.05)	
Всходы	21.05 $\pm$ 1,4 дней (12.05–04.06)		22.05 $\pm$ 1,5 дней (12.05–04.06)	
Цветение	29.06 $\pm$ 1,5 дней (23.06–14.07)		03.07 $\pm$ 1,6 дней (24.06–15.07)	
Созревание	02.08 $\pm$ 2,0 дней (22.07–18.08)		08.08 $\pm$ 2,1 дней (28.07–21.08)	
Число дней				
Посев–всходы	15,8 $\pm$ 1,3 (7–28)	34,0 $\pm$ 6,0	15,7 $\pm$ 1,1 (8–23)	26,2 $\pm$ 5,1
Всходы–цветение	39,0 $\pm$ 2,1 (21–50)	21,2 $\pm$ 3,7	42,5 $\pm$ 2,3 (24–52)	19,3 $\pm$ 3,8
Посев–цветение	54,8 $\pm$ 1,7 (37–63)	12,4 $\pm$ 2,2	58,2 $\pm$ 2,0 (40–66)	12,4 $\pm$ 2,4
Цветение–созревание	34,1 $\pm$ 1,4 (25–47)	16,4 $\pm$ 2,9	36,0 $\pm$ 2,0 (25–49)	20,2 $\pm$ 4,0
Температура, °C				
Посев–всходы	13,0 $\pm$ 0,6 (8,4–17,5)	19,0 $\pm$ 3,4	12,7 $\pm$ 0,7 (8,4–17,5)	18,8 $\pm$ 3,7
Всходы–цветение	16,7 $\pm$ 0,4 (13,7–19,8)	10,4 $\pm$ 1,8	16,8 $\pm$ 0,5 (13,7–20,1)	11,0 $\pm$ 2,2
Цветение–созревание	20,2 $\pm$ 0,4 (17,9–24,5)	8,8 $\pm$ 1,6	20,2 $\pm$ 0,5 (17,4–23,4)	8,4 $\pm$ 1,6
$\Sigma$ осадков, мм				
Посев–всходы	33,0 $\pm$ 6,1 (2,0–76,8)	74,0 $\pm$ 13,1	33,8 $\pm$ 6,8 (2,0–76,8)	72,6 $\pm$ 14,7
Всходы–цветение	76,6 $\pm$ 13,3 (25,1–195,4)	69,6 $\pm$ 12,3	86,7 $\pm$ 15,2 (25,1–195,4)	63,1 $\pm$ 12,4
Цветение–созревание	58,0 $\pm$ 8,2 (2,0–148,5)	56,6 $\pm$ 10,0	71,6 $\pm$ 7,7 (43,2–150,9)	38,7 $\pm$ 7,6

Посев вики осуществлялся на момент физической зрелости почвы. Даты посева колебались в пределах 26 апреля – 19 мая. Массовые всходы отмечали 12 мая – 04 июня. Разброс данных по продолжительности периода *посев–всходы* значительный ( $Cv=34\%$ ): от 7 до 28 дней (см. табл.). Чем позже дата посева, тем позже дата всходов ( $r=0,58^*/0,77^*$ ), хотя при позднем посеве продолжительность периода *посев–всходы* сокращается ( $r=-0,50^*/-0,53^*$ ), чему способствуют возрастающие среднесуточные тем-

пературы воздуха (рис. 1). Об этом свидетельствуют отрицательная корреляция средней температуры воздуха в период *посев–всходы* с продолжительностью этого периода ( $r=-0,39/-0,63^*$ ) и положительная с датой посева ( $r=0,41/0,58^*$ ). Обилие осадков увеличивает продолжительность периода *посев–всходы* ( $r=0,54^*/0,45$ ). Степень влияния обоих факторов в совокупности ( $t, ^\circ C + \sum \text{осадков, мм}$ ) на продолжительность периода *посев–всходы* – средняя:  $r_{\text{множ}}=0,66^*/0,74^*$ ,  $F_{\text{факт.}}(4,92/5,92) > F_{05}(3,81)$ .

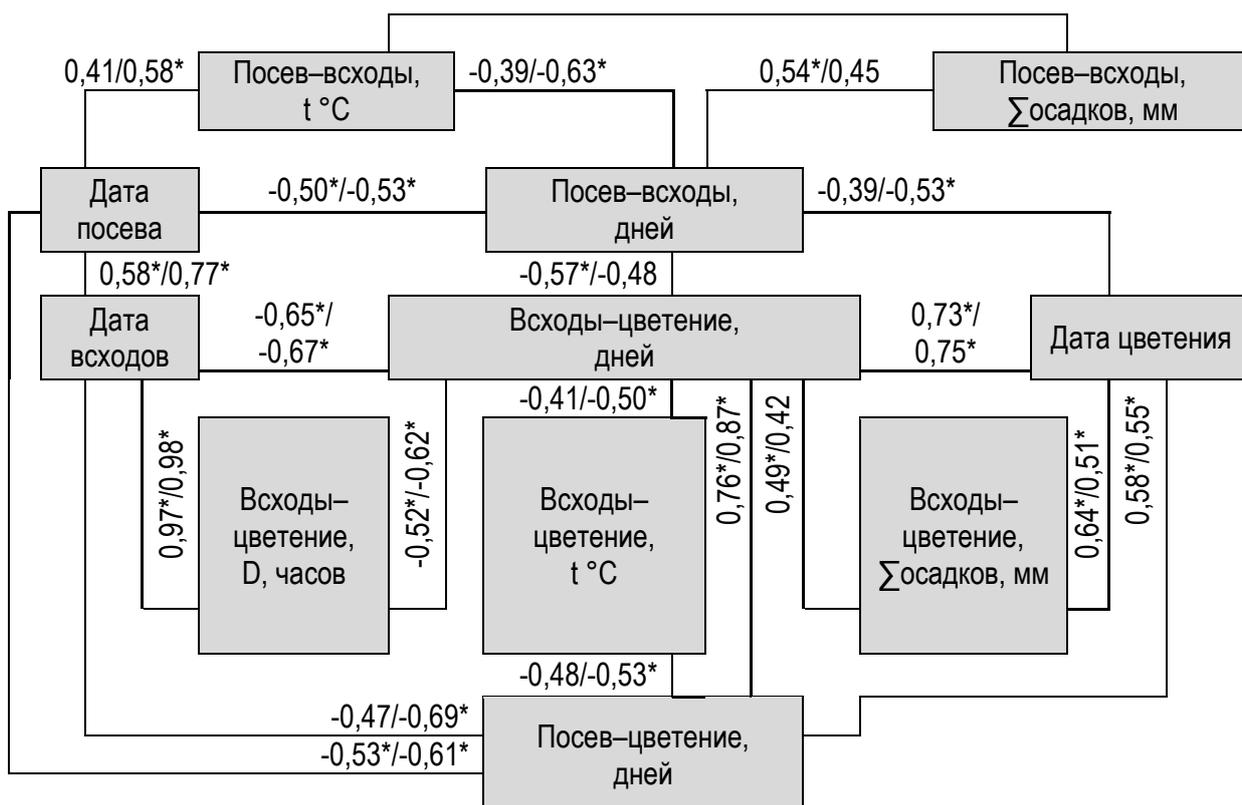


Рис. 1. Значения коэффициентов парной корреляции (r) продолжительности периодов *посев–всходы*, *всходы–цветение* и *посев–цветение* сортов Немчиновская 72 / Вера с погодными условиями в эти периоды

Даты массового цветения отмечали с III декады июня по II декаду июля. Вариабельность продолжительности периода *всходы–цветение* средняя ( $Cv=21,2/19,3\%$ ): от 21 до 52 дней (см. табл.). Изменчивость по годам продолжительности этого периода зависит как от даты цветения ( $r=0,73^*/0,75^*$ ), так и от даты всходов ( $r=-0,65^*/-0,67^*$ ). При относительно поздней дате всходов средняя длина дня в период *всходы–цветение* увеличивается ( $r=0,97^*/0,98^*$ ), что ускоряет развитие растений, и они переходят к цветению в обычные сроки (корреляция между датой цветения и средней длиной дня в период

*всходы–цветение* отсутствует,  $t_1 < t_{05}$ ). Эти данные, а также отрицательная корреляция средней силы между продолжительностью периода *всходы–цветение* и средней длиной дня в этот период ( $r=-0,52^*/-0,62^*$ ) свидетельствуют о фотопериодической реакции растений вики. Свой вклад в изменчивость продолжительности периода *всходы–цветение* могут вносить адаптивные реакции растений на повышенные температуры воздуха ( $r=-0,41/-0,50^*$ ) и пониженную влагообеспеченность ( $r=0,49^*/0,42$ ) в этот период.

Установлена отрицательная зависимость даты цветения от продолжительности периода

посев–всходы ( $r = -0,39/-0,53^*$ ), которая, в свою очередь, увеличивается при пониженных температурах воздуха ( $r = -0,39/-0,63^*$ ). Эти данные позволяют предположить, что длительное холодное воздействие на подземные проростки ускоряет цветение, что свидетельствует о реакции сортов на яровизацию. Влияние подземного периода развития вики на ее фенологию мы связываем с особенностями прорастания семян. Как известно [2], семядоли вики остаются в почве, и еще до появления всходов в почечке дифференцируются три низовых листа и два три настоящих листа.

Таким образом, длительность периода всходы–цветение зависит от четырех факторов: средней длины дня, средней температуры воздуха, суммы осадков в этот период и продолжительности периода посев–всходы:  $r_{\text{множ}} = 0,81^*/0,79^*$ ,  $F_{\text{факт.}}(5,16/3,42) > F_{05}(3,36)$ .

В силу вышеперечисленных факторов продолжительность периода посев–цветение в приблизительно равной степени зависит от даты посева ( $r = -0,53^*/-0,61^*$ ), даты всходов ( $r = -0,47/-0,69^*$ ) и даты цветения ( $r = 0,58^*/0,55^*$ ). Межгодовая изменчивость длительности периода посев–цветение в высокой степени связана с колебанием продолжительности периода всходы–цветение ( $r = 0,76^*/0,87^*$ ). Отрицательная зависимость продолжительности периода всходы–цветение от периода посев–всходы ( $r = -0,57^*/-0,48$ ) способствует снижению вариабельности продолжительности периода посев–цветение ( $Cv = 12,4/12,4 \%$ ) по сравнению с составляющими его периодами посев–всходы ( $Cv = 34,0/26,2 \%$ ) и всходы–цветение ( $Cv = 21,2/19,3 \%$ ).

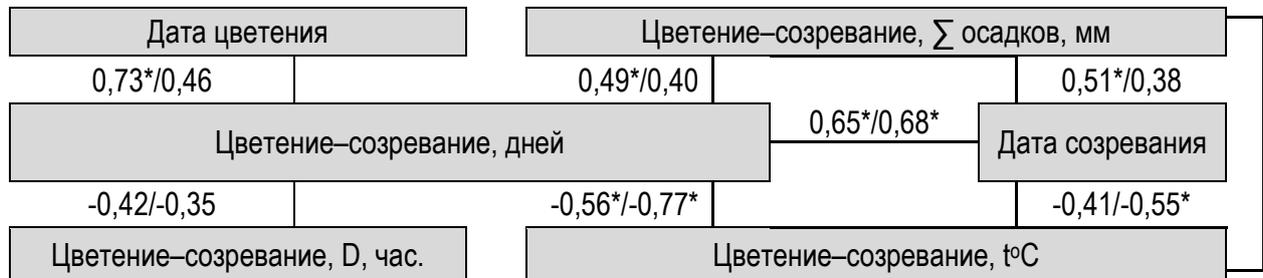


Рис.2. Значения коэффициентов парной корреляции (r) продолжительности периода цветение–созревание сортов Немчиновская 72 / Вера с погодными условиями в этот период

Даты созревания отмечали с III декады июля по III декаду августа. Разброс данных по продолжительности периода цветение–созревание средний: от 25 до 49 дней ( $Cv = 16,4/20,2 \%$ ) (см. табл.). Продолжительность периода цветение–созревание у ультраскороспелого сорта Немчиновская 72 в большей степени зависела от даты цветения, а у более позднеспелого Вера – от даты созревания (рис. 2). Ускорению созревания семян способствовали повышенные температуры воздуха ( $r = -0,41/-0,55^*$ ) при пониженной влагообеспеченности ( $r = 0,51^*/0,38$ ). Длительность периода цветение–созревание зависела преимущественно от температуры воздуха ( $r = -0,56^*/-0,77^*$ ). Меньшее влияние оказывали сумма выпавших осадков ( $r = 0,49^*/0,40$ ) и длина дня ( $r = -0,42/-0,35$ ), по которым из-за недостаточности лет наблюдений не удалось доказать значимость  $r$  ( $t_r < t_{05}$ ). Однако с учетом трех факторов в совокупности ( $t, ^\circ C + D, ч + \sum \text{осадков, мм}$ ) были получены достоверные значения  $r_{\text{множ}} = 0,65^*/0,78^*$ ,  $F_{\text{факт.}}(3,81/4,81) > F_{05}(3,49)$ .

**Заключение.** По результатам 16-летних наблюдений установлено, что в условиях Московской области оба сорта вики посевной проявляли широкий спектр физиологических адаптаций, способствующих своевременному, свойственному сорту, переходу от вегетативного роста к зацветанию: чувствительность к яровизации и фотопериоду, а также зависимость от температурного режима и влагообеспеченности в период посев–цветение. Было установлено, что особенности прохождения периода от посева до появления всходов оказывают существенное влияние на фенологию вики посевной. Отмечено совокупное влияние среднесуточной температуры воздуха, суммы осадков и длины дня на продолжительность периода цветение–созревание.

## Список источников

1. Вишнякова М.А. Перспективы использования генетических ресурсов зернобобовых в современной системе сельскохозяйственного природопользования // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 3. С. 25–29.
2. Культурная флора. Т. IV. Зерновые бобовые культуры. Ч. 2. Вика / А.К. Станкевич [и др.]; под ред. С.И. Репьева. СПб.: ГНЦ-ВИР, 1999. 492 с.
3. Тюрин Ю.С., Степанова Г.В. К вопросу о методике селекции вики посевной в Центральном районе Нечерноземной зоны // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4(36). С. 60–70. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11206.
4. Оюн А.Д. Травосмеси однолетних бобовых и злаковых культур в условиях Республики Тыва // Вестник КрасГАУ. 2020. № 12. С. 69–74. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-12-69-74.
5. Горбунова Ю.В., Власова Е.В. Изучение перспективных сортов вики посевной в условиях Московской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2013. Т. 37. Ч. 1. С. 75–82.
6. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение, изучение: метод. указания / М.А. Вишнякова [и др.]; под ред. М.А. Вишняковой. СПб.: ГНУ ВИР Россельхозакадемии, 2018. 143 с.

## References

1. Vishnyakova M.A. Perspektivy ispol'zovaniya geneticheskikh resursov zernobobovykh v sovremennoj sisteme sel'skohozyajstvennogo prirodopol'zovaniya // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2012. № 3. S. 25–29.
2. Kul'turnaya flora. T. IV. Zernovye bobovye kul'tury. Ch. 2. Vika / A.K. Stankevich [i dr.]; pod red. S.I. Rep'eva. SPb.: GNC-VIR, 1999. 492 s.
3. Tyurin Yu.S., Stepanova G.V. K voprosu o metodike selekcii viki posevnoj v Central'nom rajone Nechernozemnoj zony // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020. № 4(36). S. 60–70. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11206.
4. Oyun A.D. Travosmesi odnoletnih bobovykh i zlakovykh kul'tur v usloviyah Respubliki Tyva // Vestnik KrasGAU. 2020. № 12. S. 69–74. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-12-69-74.
5. Gorbunova Yu.V., Vlasova E.V. Izuchenie perspektivnykh sortov viki posevnoj v usloviyah Moskovskoj oblasti // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2013. T. 37. Ch. 1. S. 75–82.
6. Kollekcija mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sohranenie, izuchenie: metod. ukazaniya / M.A. Vishnyakova [i dr.]; pod red. M.A. Vishnyakovej. SPb.: GNU VIR Rossel'hozakademii, 2018. 143 s.

Статья принята к публикации 04.04.2022 / The article accepted for publication 04.04.2022.

Информация об авторах:

**Юлия Владимировна Горбунова**<sup>1</sup>, младший научный сотрудник лаборатории полевых культур  
**Елена Викторовна Власова**<sup>2</sup>, заведующая лабораторией полевых культур, кандидат биологических наук  
**Иван Михайлович Куликов**<sup>3</sup>, директор, доктор экономических наук, академик РАН

Information about the authors:

**Yulia Vladimirovna Gorbunova**<sup>1</sup>, Junior Researcher, Laboratory of Field Crops  
**Elena Viktorovna Vlasova**<sup>2</sup>, Head of the Laboratory of Field Crops, Candidate of Biological Sciences  
**Ivan Mikhailovich Kulikov**<sup>3</sup>, Director, Doctor of Economic Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences