

# КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

Научная статья

УДК [634.22:631.526.32]:581.543:631.547(470.2)

DOI: 10.30901/2227-8834-2023-2-101-111



## Биологические особенности фенологических фаз «начало вегетации» и «начало цветения» у диплоидных видов сливы в условиях Северо-Запада России

О. Е. Радченко, Л. Ю. Новикова

*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия*

**Автор, ответственный за переписку:** Ольга Емельяновна Радченко, o.radchenko@vir.nw.ru

**Актуальность.** Мониторинг фенологических ритмов растений – один из этапов при изучении новых генотипов, поскольку климат региона выступает лимитирующим фактором при развитии растений. Адаптационный потенциал генотипа на северной границе ареала сливы является основным критерием в характеристике сорта. Основное значение в формировании сортимента диплоидных видов сливы в России имеют алыча, слива русская и слива китайская. Целью данного исследования является определение факторов, влияющих на даты начала вегетационного периода и цветения диплоидных видов сливы в условиях Северо-Запада России.

**Материалы и методы.** Материалом исследований служили даты начала вегетации и цветения 50 образцов алычи, сливы русской и сливы китайской в период 1986–2020 гг., а также суточные данные метеопункта научно-производственной базы (НПБ) «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Контролем являлся сорт сливы русской 'Подарок Санкт-Петербургу'. Статистическая обработка проведена в пакете Statistica 13.3.

**Результаты и заключение.** У изучаемых видов сливы наблюдалась тенденция смещения фенологических дат на более ранние сроки со средней скоростью 1-2 суток/10 лет, вызванная потеплением. Наибольшее влияние на сроки начала фенофаз оказали метеоусловия года, они обусловили 67,0–68,3% вариабельности дат; влияние вида было на порядок меньше – 0,5–1,1%. Установлено, что слива русская занимает промежуточное положение между алычой и сливой китайской по дате начала вегетации и по дате цветения. Различий между видами по длительности периода от начала вегетации до начала цветения не наблюдали. Наиболее адаптивными к условиям региона в весенний период были образцы сливы русской 'Подарок Санкт-Петербургу' (к-41445), '14-I-14' (к-7375A), а также алычи 'Пчельниковская' (к-41446) и 'Красная 25-29' (к-15792A) средних сроков начала вегетации и цветения, с разницей 20 суток в сроках весенних фенофаз по годам.

**Ключевые слова:** алыча, слива русская, слива китайская, межфазный период, суммы температур, изменение климата

**Благодарности:** работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № FGEM-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Для цитирования:** Радченко О.Е., Новикова Л.Ю. Биологические особенности фенологических фаз «начало вегетации» и «начало цветения» у диплоидных видов сливы в условиях Северо-Запада России. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(2):101-111. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-2-101-111

## COLLECTIONS OF THE WORLD'S CROP GENETIC RESOURCES FOR THE DEVELOPMENT OF PRIORITY PLANT BREEDING TRENDS

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2023-2-101-111

### Biological features of the vegetative and flowering phenophase onsets among diploid plum species in Northwestern Russia

Olga E. Radchenko, Liubov Yu. Novikova

*N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia*

**Corresponding author:** Olga E. Radchenko, o.radchenko@vir.nw.ru

**Background.** Monitoring of phenological rhythms in plants is one of the stages in the study of new genotypes. The adaptive potential of a genotype at the northern border of the area of plum distribution is the main criterion characterizing a cultivar. The main role in the formation of the assortment of diploid plum species in Russia is played by cherry plum, Chinese plum, and Russian plum. The goal of this study was to identify the factors affecting the dates of the growing season and flowering onsets for diploid plums under the conditions of Northwestern Russia.

**Materials and methods.** The dates of the onsets of the vegetative and flowering phases in 50 accessions of cherry, Russian and Chinese plums in 1986–2020 served as the material for the study under the conditions of collection plantations at Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR.

**Results and conclusion.** All the species demonstrated a tendency towards a shift of phenodates to earlier dates with an average rate of 1-2 days/10 years caused by warming. The conditions of the year had the greatest effect on phenodates, as they determined 67.0–68.3% of the variability in the phenophase onset dates; the impact of the species factor was manifold less: 0.5–1.1%. Russian plum occupied an intermediate position between cherry plum and Chinese plum in the onsets of both the vegetative and flowering phases. No differences were observed between the species in the duration of the period between the onsets of the vegetative phase and flowering. According to the long-term observations, the most adaptive cultivars were cv. 'Podarok Sankt-Peterburgu' (k-41445) of Russian plum, with medium dates of both the vegetative and flowering phase onsets, and with a 20-day difference in years in the onsets of these phases, cv. '14-1-14' (k-7375A) of Russian plum, and cherry plum cvs. 'Pchel'nikovskaya' (k-41446) and 'Krasnaya 25-29' (k-15792A).

**Keywords:** cherry plum, Russian plum, Chinese plum, interphase period, sum of temperatures, climate change

**Acknowledgements:** the research was performed within the framework of the state tasks according to the theme plan of VIR, Project No. FGEM-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**For citation:** Radchenko O.E., Novikova L.Yu. Biological features of the vegetative and flowering phenophase onsets among diploid plum species in Northwestern Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(2):101-111. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-2-101-111

## Введение

Основное значение в формировании сортимента диплоидных видов слив в России имеют алыча (*Prunus cerasifera* Ehrh.), слива китайская (*P. salicina* Lindl.) и ее подвид слива уссурийская [*P. salicina* var. *mandshurica* (Skvorts.) Skvorts. et A. Baran.], слива американская (*P. americana* Marsh.) и ее подвид слива канадская [*P. americana* subsp. *nigra* (Ait.) Erem.], а также новый культивируемый вид – слива русская (*P. × rossica* Erem.). Для Ленинградской области в большинстве своем все генотипы указанных видов были привлечены из других регионов, за исключением 8 сортов сливы русской и 18 – алычи, выведенных на НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Образцы алычи были выращены в разные годы из косточек, собранных в результате экспедиционных исследований предгорий Северного Кавказа. Генотипы сливы китайской и ее подвида – сливы уссурийской получены из Сибири и Дальнего Востока.

Распространение диплоидных видов сливы в Северо-Западном регионе России сдерживается рядом причин – нерегулярным плодоношением, склонностью к выпреванию коры и, как следствие, недолговечностью растений в сравнении со сливой домашней. Первичным и одним из основных этапов при изучении уровня адаптивности новых генотипов является определение фенологических ритмов растений, их соответствия лимитирующим климатическим факторам региона (Per et al., 2017; Costa et al., 2019). Связь между сроками цветения и температурой воздуха была выявлена ранее (Ryabova, 1970). Наиболее распространенным методом прогнозирования фенологии является сумма эффективных температур. В европейской части России для многих плодовых культур биологический ноль составляет 5°C (Fadón et al., 2020).

При прохождении весенних фаз вегетации у плодовых косточковых растений завершается процесс опыления, формируются плоды, закладывается урожай. Биологические особенности диплоидных видов сливы – ранние сроки выхода из состояния покоя и самобесплодность – усугубляют зависимость генотипов от абиотических факторов. Изучение сроков прохождения фенофаз у растений в значительном временном интервале позволяет определить температурные предпочтения конкретных видов (Denny et al., 2014; Zhang et al., 2015; Yue et al., 2015). Вследствие планетарной тенденции к потеплению климата в период наблюдений отмечался рост температур в весенние месяцы, что ускорило сроки наступления фенологических фаз растений северных широт (45–70°с. ш.) (Ge et al., 2014). Сдвиги в сроках прохождения фенологических фаз могут вызвать структурные изменения в соцветиях, повлиять на обилие цветения и на его длительность, что впоследствии сказывается на экологическом состоянии региона (CaraDonna et al., 2014; Lee et al., 2020).

Наиболее чувствительны растения к температурным изменениям в период цветения и в период формирования плодов (Yoon et al., 2021). При нестабильных погодных условиях в Северо-Западном регионе России диплоидные виды сливы с ранними сроками прохождения фенологических фаз развития попадают под действие заморозков с марта по май, что приводит либо к потерям урожая, либо к повреждению растений. Ввиду ранних сроков прохождения фенологической фазы цветения среди диплоидных видов сливы для селекционеров важен отбор генотипов, зацветающих в более поздние сроки (Szalay et al., 2017).

## Материал

Исследования осуществляли на коллекционных насаждениях НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», расположенных в 30 км от Санкт-Петербурга. В изучении находились 50 образцов диплоидных видов сливы, в том числе: 20 – сливы русской, 18 – алычи, 5 – сливы уссурийской и китайской, 5 гибридов с микровишней песчаной, 2 гибрида со сливой американской.

Генотипы алычи, выведенные в ВИР, представлены двумя подвидами – *P. cerasifera* subsp. *cerasifera* (17 образцов, алыча кавказская) и *P. cerasifera* subsp. *macrocarpa* Erem. et Garcov. var. *pissardii* Carr. (1 образец алычи Писсарда); являются корнесобственными растениями – сеянцами от свободного опыления.

Изучаемые коллекционные сорта сливы русской привиты на сеянцы алычи. При скрещиваниях алычи со сливой уссурийской были получены генотипы: 'Асалода', 'Витьба', 'Мара', 'Сонейка' (Институт плодоводства НАН Беларуси); 'Малыш' (к-43035) и 'Красинка' (к-43066) селекции ВИР, 'Восточная Красавица'; 13 генотипов получены при гибридизации алычи со сливой китайской: 'Злато Скифов', 'Зарница', 'Несмеяна', 'Тимирязевская' селекции РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 'Ауреус' (к-43068), 'Подарок Санкт-Петербургу' (к-41445), 'Павловская Оранжевая' (к-43037), 'Пигмей' (к-14585А), 'Экзотика' (к-43067) селекции ВИР, '1-14', '14-1-14', '1-20' селекции Нижегородской ГСХА.

Слива китайская и ее подвид, слива уссурийская, представлены 12 генотипами, в том числе 5 образцов – это потомки сортов сливы уссурийской: 'Малютка' селекции Красноярской ОСП, 'Пирамидальная' селекции Федерального Алтайского научного центра агроботехнологий, 'Приморская' селекции Приморского НИИСХ, 'Спуровая', «Сеянец Уссурийской белой» селекции ВИР. Пять сортов являются гибридами *Prunus salicina* × *Microcerasus pumila*: 'Айлинская' селекции Ю-У НИИПОК, 'Красный Шар', 'Скороплодная' селекции ВСТИСП, 'Подарок Чемала' селекции Федерального Алтайского научного центра агроботехнологий, 'Opata' (США). Сорта 'Underwood' (США) и 'Генеральная' селекции Приморского НИИСХ получены в скрещиваниях *Prunus salicina* с *P. americana*.

Наблюдения проводили с 1986 по 2020 г. (1986, 1991–1996, 2003–2010, 2012, 2014–2020). На протяжении 23 лет были изучены даты начала вегетации (НВ) и начала цветения (НЦ), продолжительность периода «начало вегетации – начало цветения» (НВ – НЦ). Использованы суточные данные метеопункта НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР».

## Методы

Изучение этапов фенологического развития растений сливы осуществляли по программе и методическим указаниям ВИР (Vitkovsky, Pavlova, 1970; Yushev et al., 2016). Исследованы температурные закономерности периода НВ – НЦ: рассчитаны температуры дней начала вегетации и начала цветения, сумма эффективных температур выше 5°C ( $\Sigma T_{>5}$ ) до НВ и НЦ.

С помощью дисперсионного анализа (ANOVA) исследовано влияние факторов «сорт», «год», «вид сливы» на НВ, НЦ, НВ – НЦ,  $\Sigma T_{>5}$ ; достоверность различий сортов по этим показателям (Dospikhov, 1985). Использован критерий Тьюки (Tukey HSD test). Статистическая обработка проведена в пакете Statistica 13.3. В исследовании принят уровень значимости 5%.

### Метеоусловия при проведении эксперимента

На актуальность выявления взаимосвязей между внешними условиями и датами прохождения фенологических фаз у генотипов указывали многие исследователи; температура и влажность воздуха влияют на сроки и длительность цветения (Zabranskaya, 1969; Zhang et al, 2015).

Положительные среднемесячные температуры воздуха в марте наблюдали в 1992, 2007, 2015, 2017 и 2019 г.; они значительно превышали среднюю многолетнюю температуру. Отрицательные среднемесячные температуры марта отмечены в 1991, 1993, 2003, 2005, 2006, 2009, 2010, 2018 г., причем в 2005, 2006 и 2018 г. были ниже средней многолетней.

Среднемесячные температуры воздуха в апреле, превышающие или равные  $+5^{\circ}\text{C}$ , что выше средней многолетней температуры, наблюдали в 1991, 2007, 2010, 2015, 2018 и 2019 г. Минимальные среднемесячные температуры апреля, ниже «биологического нуля» ( $+5^{\circ}\text{C}$ ), наблюдали в 1992, 2003 и 2017 г., причем в 2003 г. они были ниже средней многолетней температуры.

Благоприятный температурный режим воздуха для начала цветения сливы складывался в мае 1993, 2006–2010, 2018 и 2019 г., когда среднемесячная температура

достигала  $+10^{\circ}\text{C}$  или была выше, что значительно превышает среднюю многолетнюю. В целом за годы наблюдений число лет с «теплой» весной преобладало над числом лет с «холодной» весной. (рис. 1).

Поздние сроки цветения у диплоидных видов сливы, приходящие на II–III декады мая, наблюдали в 1991, 1992, 1996, 2003, 2005, 2017 и в 2020 г. Средние сроки цветения – во II декаде мая – отмечали в 1994, 2009, 2010, 2012, 2018 и в 2019 г. Благоприятными погодными условиями для раннего по срокам цветения – в I–II декадах мая – отличались 1993, 1995, 2004, 2006, 2007, 2008, 2014, 2015 и 2016 г.

За период наблюдений отмечали неравномерное выпадение осадков в весенние месяцы как до, так и во время цветения сливы. В 2003 и 2009 г. выпало наименьшее количество атмосферных осадков с марта по май – вдвое меньше среднего многолетнего. Минимальное количество осадков в марте и апреле выпало в 1991, 2003, 2004 и в 2009 г., а в 2018 г. в марте осадков не зафиксировано. В 1991, 2005–2007, 2010, 2015 и 2019 г. максимальное количество осадков приходилось на май при возрастании показателя с марта по апрель, что в целом близко к их среднему многолетнему количеству. Однако в 1992, 1993, 2017 и 2018 г. наиболее обильные осадки выпадали в ап-

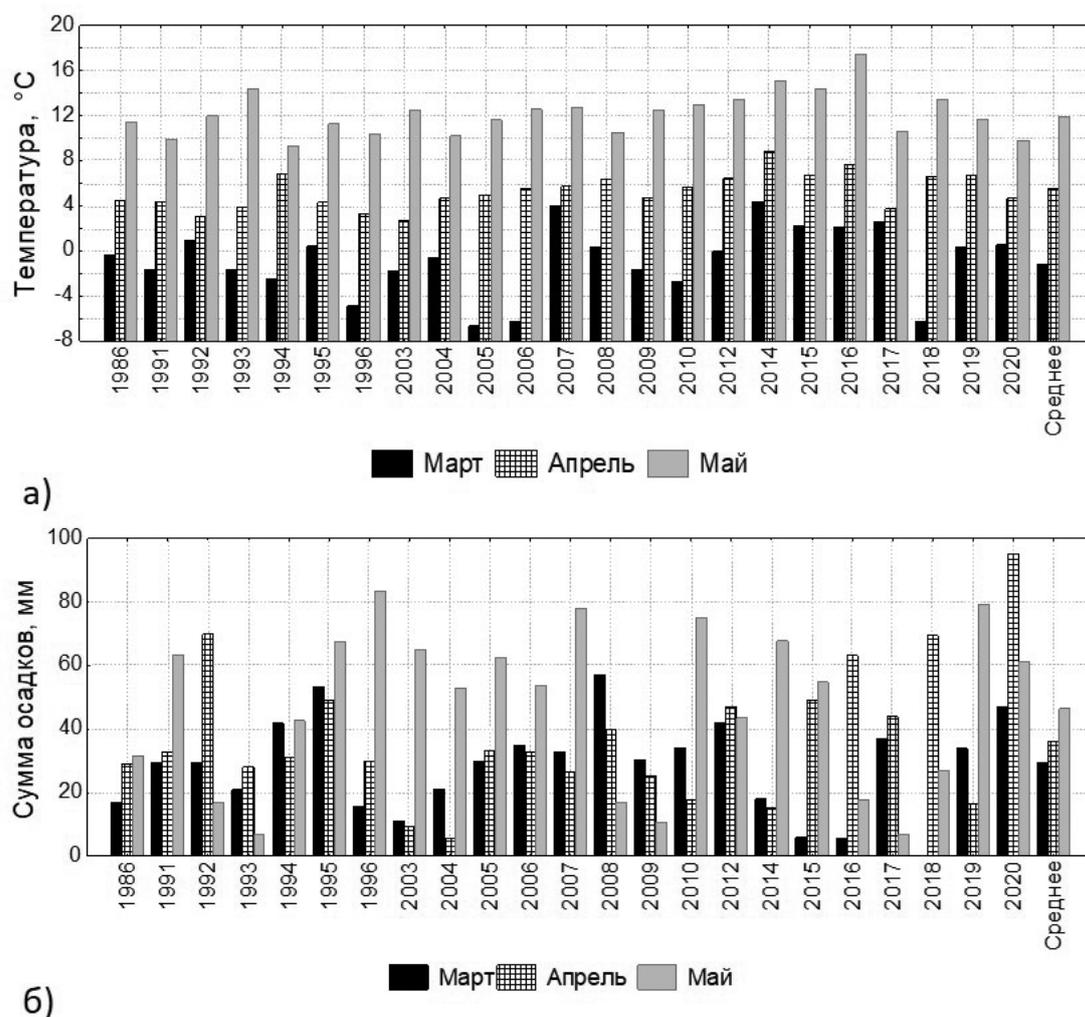


Рис. 1. Погодные условия эксперимента: а) средняя месячная температура; б) сумма осадков (среднее рассчитано за 1986–2020 гг.)

Fig. 1. Weather conditions during the study: а) mean monthly temperature; б) total precipitation (the average is calculated for 1986–2020)

реле – самом «солнечном» месяце в Санкт-Петербурге согласно многолетним наблюдениям. За все годы исследования отмечено более 10 лет с обильными осадками в апреле и мае, с превышением среднего многолетнего их количества, соответственно – 39 и 51 мм (см. рис. 1).

### Результаты и обсуждение

#### Температурные условия среды при прохождении фенологических фаз весеннего развития у диплоидных видов сливы

За исследованный период 1986–2020 гг. в условиях НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» наблюдали увеличение температуры воздуха в марте на 0,05°C/год ( $p = 0,344$ ), в апреле на 0,06°C/год ( $p = 0,044$ ), мае на 0,07°C/год ( $p = 0,030$ ); суммы осадков за эти месяцы имели разнонаправленные недостоверные тенденции. Вследствие роста температур все даты их перехода выше пределов 0–15°C смещались на более ранние сроки, в частности дата устойчивого перехода температур выше 5°C (Д5) достоверно на 0,46 сут./год ( $p = 0,003$ ). Температурные пределы, важность которых выявлена далее в данном исследовании, Д6 и Д9, наступали раньше на 0,26 сут./год ( $p = 0,058$ ) и на 0,27 сут./год ( $p = 0,021$ ) соответственно.

**Начало вегетации.** В день начала вегетации температура воздуха в среднем составляла 9,3°C. Начало вегетации наступало в среднем через 16 суток после даты устойчивого перехода температуры выше 5°C, средняя сумма эффективных температур выше 5°C до начала вегетации составляла 44,9°C (рис. 2).

Средняя температура НВ у видов различалась незначительно ( $p = 0,084$ ) и составила у алычи 8,7°C, сливы русской – 9,6°C, сливы китайской – 9,6°C.

$\Sigma T_{>5}$  до НВ составила у алычи 43,2°C, у сливы русской – 49,0°C, у сливы китайской – 47,2°C; различия незначимы ( $p = 0,384$ ).

Двухфакторный ANOVA показал, что на дату начала вегетации влияют факторы «год» ( $p = 0,000$ ), «вид сливы» ( $p = 0,034$ ), их взаимодействие ( $p = 0,048$ ). Основной вклад – 67,0% – в изменчивость вносит фактор «год», «вид сливы» объясняет 0,5%, взаимодействие факторов – 4,1%, случайная ошибка (включающая межсортовую изменчивость) – 28,5%.

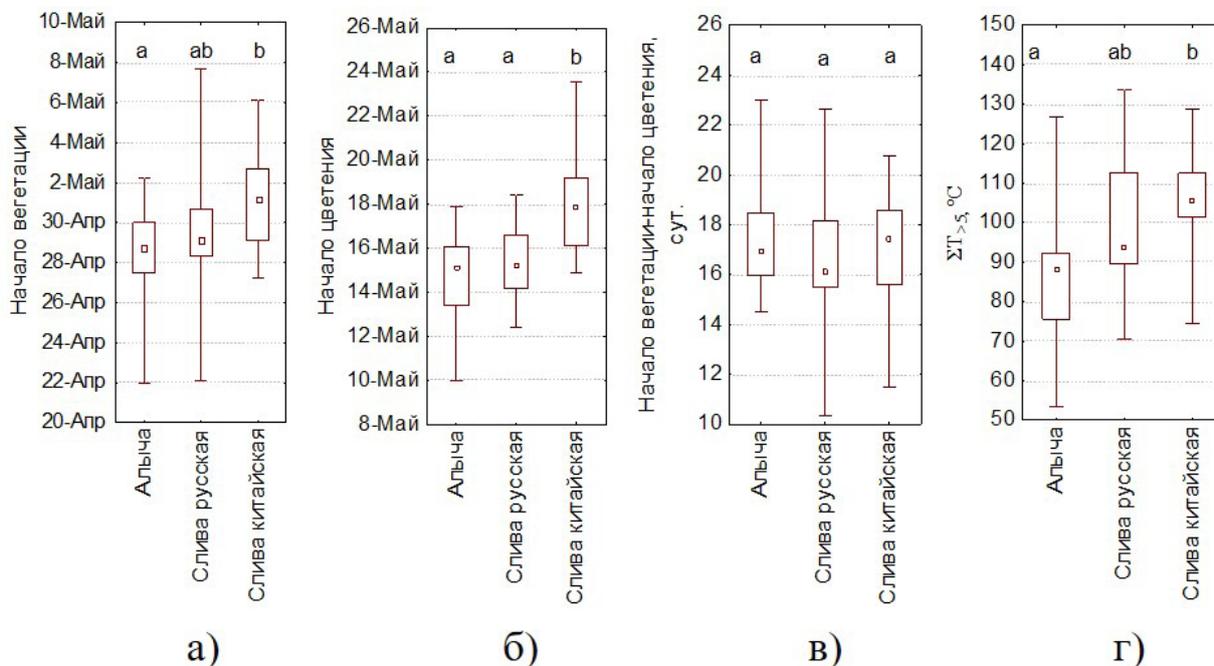
Даты наступления фенологических фаз весеннего развития у генотипов диплоидных видов сливы достоверно коррелировали с датами перехода температур выше 5 и 6°C, несколько большие значения наблюдались с Д6: «средний сорт» с коэффициентом корреляции  $r = 0,76$ , при  $n = 22$ .

**Начало цветения.** Различия между алычой и сливой русской по НЦ недостоверны ( $p = 0,552$ ).

В день начала цветения температура воздуха в среднем составила 13,1°C. Начало цветения наступало в среднем через 32 суток после даты устойчивого перехода температуры выше 5°C.

Средняя сумма эффективных температур выше 5°C до начала цветения – 136,1°C.

Средняя температура НЦ также различалась незначительно ( $p = 0,162$ ) и составила 12,7°C, 13,4°C, 13,2°C соответственно. Различалась  $\Sigma T_{>5}$  до НЦ ( $p = 0,001$ ), которая составила у алычи 124,8°C, у сливы русской 140,4°C, сливы китайской 146,7°C.



**Рис. 2.** Сравнение средних значений показателей у диплоидных видов сливы: а) дата начала вегетации; б) дата начала цветения; в) продолжительность периода от начала вегетации до начала цветения; г) сумма эффективных температур выше 5°C от начала вегетации до начала цветения. Одинаковыми буквами (а; б) отмечены достоверно не различающиеся ( $p < 0,05$ ) группы

**Fig. 2.** Comparison of the mean indicator values in diploid plum species: а) vegetative phase onset (VO) date; б) flowering phase onset (FO) date; в) the VO–FO period duration; г) the sum of effective temperatures above 5°C in the VO–FO period. The same letters mark the groups that do not differ significantly ( $p < 0.05$ )

### **Межфазный период «начало вегетации – начало цветения» (НВ – НЦ)**

Средняя сумма эффективных температур выше 5°C за период от начала вегетации до начала цветения – 97,1°C.

У трех видов сливы достоверно различалась  $\Sigma T_{>5}$  за период НВ – НЦ ( $p = 0,009$ ) между сливой китайской ( $\Sigma T_{>5} = 104,6^\circ\text{C}$ ) и алычой ( $\Sigma T_{>5} = 86,7^\circ\text{C}$ ), у сливы русской ( $\Sigma T_{>5} = 98,6^\circ\text{C}$ ) различия с другими видами незначимы.

Таким образом, на даты начала вегетации и начала цветения наибольшее влияние оказали температурные условия весенних месяцев. Влияние происхождения группы диплоидных видов было на порядок меньше. Продолжительность периода НВ – НЦ у трех диплоидных видов сливы достоверно не различалась.

У всех диплоидных видов сливы наблюдалась слабая (уровень значимости тренда от  $p = 0,058$  до  $p = 0,652$ ) тенденция смещения даты начала фенологических фаз на более ранние сроки – со средней скоростью около 0,1 сут./год у фазы начала вегетации и 0,2 сут./год у фазы начала цветения, что согласуется с исследованиями в других регионах (Körner, Basler, 2010; Ge et al., 2014.)

У «среднего сорта» начало вегетации в среднем наступало через 9 суток после Д6, начало цветения – через 25 суток после Д6 и после Д9 – через 16 суток. Эти наблюдения верны для лет с не ранней весной, с переходом температур выше 5° после 10 апреля. Более поздний переход температур через 6°C на 1 сутки приводит к более позднему началу вегетации и цветению на 0,6 суток в среднем. Ассоциированность фенодат и дат перехода температур через определенные пределы показана и для других культур (Naumova, Novikova, 2015).

Сравнили стабильность по годам трех характеристик периода от начала вегетации до начала цветения. Среднее число дней от начала вегетации до начала цветения было 17, CV = 27,6%. Сумма суточных температур за этот период – 177,4°C, CV = 27,4%: сумма эффективных температур выше 5°C – 97,1°C, CV = 33,9%. Таким образом, по коэффициенту вариации продолжительность периода от начала вегетации до начала цветения, сумма суточных температур и сумма эффективных температур различаются мало, то есть одинаково стабильны. Стабильность характеристик периода НВ – НЦ выше, чем сумм эффективных температур – от Д5 до НВ и от Д5 до НЦ.

### **Сравнение видообразов сливы по срокам наступления фенологических фаз весеннего развития**

**Начало вегетации.** Согласно литературным данным, слива уссурийская способна начинать вегетацию при относительно низких температурах, раньше других видов слив. В Хабаровском крае слива уссурийская начинает вегетацию позже, чем в Приморском крае, и с небольшими колебаниями по годам. В Амурской области наблюдали значительные колебания в сроках начала вегетации по годам, достигавшие 23 дней (Kazmin, 1966). Слива китайская начинает вегетацию несколько позже, при сумме эффективных температур 51–54°C (Tsarenko, 1981). В Краснодарском крае новые сорта сливы русской в зависимости от сроков прохождения фенологических фаз были разделены на 3 группы:

I – ранние: 'Июльская Роза' (к-41385), 'Подарок Сад-Гиганту' (к-43857);

II – средние: 'Дынная' (к-43849), 'Евгения' (к-43851), 'Глобус' (к-41383);

III – поздние: 'Комета Поздняя' (к-43856), 'Колонновидная' (к-43854).

Сроки цветения у данных групп проходили соответственно по датам: I – 3–6.04; II – 8-9.04; III – 11-12.04 (Ermin, Meretukova, 2007; Yushev et al., 2016).

В наших исследованиях наиболее ранние даты начала вегетации наблюдали в 2006 г., что объясняется установившимися положительными среднесуточными температурами воздуха с 29 марта. В апреле среднесуточные температуры превышали почти в 2-3 раза средние многолетние. Начало вегетации диплоидных видов сливы пришлось на 18-19-е сутки после установившейся положительной температуры воздуха у алычи и сливы русской и на 29-е – у сливы китайской.

Самые поздние сроки начала вегетации наблюдали в 2017 г., что объясняется отрицательными средними температурами воздуха во II декаде апреля и в I декаде мая, которые были ниже средней многолетней. У образцов алычи в зависимости от генотипа начало вегетации происходило с 5 ('Алыча 34-23', к-16407А) по 12 мая ('Писсарда 35', к-29050); у сливы русской – с 5 ('Асалода' и 'Несмеяна') по 16 мая ('Ауреус', 'Злато Скифов' и 'Тимирязевская'); у сливы китайской – с 4 ('Скороплодная') по 17 мая ('Генеральная'). Разница в сроках начала вегетации между образцами алычи составляла 7 суток, сливы русской – 11, сливы китайской – 13.

У образцов алычи начало вегетации в зависимости от генотипа происходило с 16 ('Павловская Жёлтая', к-28770) по 25 апреля ('Пчельниковская', к-41446), у сливы русской – с 15 ('Пигмей') по 29 апреля ('Ауреус') и у сливы китайской – с 26 ('Пирамидальная') по 30 апреля ('Айлинская') (рис. 3). Наибольшая разница в сроках начала вегетации отмечена между образцами алычи – 9 и сливы русской – 14, наименьшая – у сливы китайской – 5 суток.

Различия в сроках наступления фенофазы НВ по годам у изучаемых генотипов алычи находилась в пределах от 10 ('Красная 1-16', к-16768А) до 25 суток ('Павловская Жёлтая'); у сливы русской – от 15 ('Сонейка', 'Асалода') до 32 суток ('Пигмей'); у сливы китайской – от 15 ('Скороплодная') до 26 суток ('Underwood').

У генотипов алычи и сливы русской начало вегетации (НВ) происходило с наименьшими различиями. Согласно средним многолетним датам НВ у генотипов диплоидных видов сливы, последние были распределены в группы: I – ранние (22–24.04), II – среднеранние (26–27.04), III – средние (28–30.04) и IV – среднепоздние (02–07.05). В отличие от алычи, у сливы русской и сливы китайской выделена группа сортов со среднепоздними сроками (IV) НВ, а у сливы китайской не выявлены генотипы с ранними (I) сроками НВ.

Между видами сливы наблюдаются достоверные различия по срокам НВ ( $p = 0,039$ , см. рис. 2). В среднем начало вегетации сливы китайской начинается достоверно позже (1 мая), чем у алычи (28 апреля), при  $p = 0,030$ , слива русская занимает промежуточное положение по датам НВ (29 апреля), ее различия с другими группами недостоверны ( $p = 0,464$  и  $p = 0,242$  соответственно).

**Начало цветения.** Согласно литературным источникам, среди российских сортов сливы русской 20% генотипов зацветают в средние сроки, 70% – ранние и 10% – поздние (Sedov, Dzhigadlo, 2008). По срокам начала цветения генотипы сливы русской относят к ранццветущим. Различия в сроках начала цветения сливы русской в зависимости от погодных условий года превышали 10 суток (Matveyev et al., 2007; Matveyev, Poukh, 2013).



Сливы китайская, уссурийская и алыча относят к раннецветущим видам (Kazmin, 1966; Eremin, 1989). Среди современных российских сортов сливы китайской 60% генотипов зацветают в средние сроки, 34% – ранние и 16% – поздние. Среди сортов и селекционных образцов сливы китайской выделяют рано- и поздноцветущие (Sedov, Dzhigadlo, 2008). Сливо-вишневые гибриды цветут в более поздние сроки, нежели другие виды диплоидных слив (Tikhonov, Tolmacheva, 1978; Eremin, Vitkovsky, 1980).

В наших исследованиях наиболее ранние даты начала цветения в Северо-Западном регионе РФ наблюдали в 2004 г., что объясняется установившимися положительными среднесуточными температурами воздуха с 14 марта, среднесуточными температурами апреля и I декады мая, превышающими средние многолетние. У образцов алычи начало цветения в зависимости от генотипа происходило с 8 ('Павловская Жёлтая') по 18 мая ('Краснопахарская', к-28896), у сливы русской – с 8 ('Подарок Санкт-Петербургу', 'Экзотика') по 16 мая ('1-14', 'Ауреус') и у сливы китайской – с 8 ('Пирамидальная', 'Скороплодная') по 22 мая ('Ората', 'Спуровая'). Наименьшая разница в сроках начала цветения отмечена между образцами алычи – 10 и сливы русской – 8 суток, наибольшая – у сливы китайской – 14 (см. рис. 3).

Самые поздние сроки начала цветения наблюдали в 2017 г., что объясняется отрицательными средними температурами воздуха во II декаде апреля и в I декаде мая, которые были ниже средних многолетних. У алычи начало цветения в зависимости от генотипа происходило с 21 ('Павловская База', к-28769) по 26 мая ('Писсарда 35'), у сливы русской – с 20 ('1-14', 'Витьба', 'Экзотика') по 25 мая ('Ауреус', 'Тимирязевская') и у сливы китайской – с 22 ('Малютка') по 26 мая ('Спуровая'). Разница в сроках начала цветения между образцами всех изучаемых диплоидных видов сливы была одинаковой – 5 суток.

По результатам наших наблюдений, согласно средним многолетним датам НЦ за период наших исследований, генотипы алычи и сливы русской были распределены на группы по средним срокам НЦ: I – ранние (10–12.05), II – среднеранние (13–15.05) и III – средние (16–17.05). Особенностью фазы НЦ сливы китайской является наличие сортов со среднепоздними сроками (20–23.05) и отсутствием генотипов с ранними сроками НЦ.

Разница по годам в сроках наступления фенофазы НЦ у изучаемых генотипов алычи находилась в пределах от 8 ('Красная 1-16') до 19 суток ('Жёлтая 5-32', к-16516А; 'Жёлтая 3-30', к-16516А); у сливы русской – от 10 ('Тимирязевская') до 23 суток ('Экзотика', 'Ауреус', 'Павловская Оранжевая'); у сливы китайской – от 11 ('Генеральная') до 24 суток («Сеянец Уссурийской Белой»).

По срокам начала цветения (НЦ) между изучаемыми видами сливы наблюдаются достоверные различия ( $p = 0,000$ ) (см. рис. 2). Установлено, что сроки НЦ сливы китайской достоверно более поздние – 17 мая, чем у алычи – 14 мая ( $p = 0,000$ ) и сливы русской – 15 мая ( $p = 0,002$ ). Различия между алычей и сливой русской по НЦ недостоверны ( $p = 0,552$ ).

На вариабельность даты цветения основное влияние (68,3%) оказал фактор «год» ( $p = 0,000$ ); фактор «вид сливы» также был значим ( $p = 0,000$ ), но вклад этого фактора составил всего 1,1%. Взаимодействие факторов «год» × «вид сливы» оказалось незначимо (2,6%,  $p = 0,547$ ), а вклад случайной ошибки составил 27,9%.

Следует отметить, что из всех изученных генотипов диплоидных видов сливы наиболее адаптивным во всех регионах выращивания оказался районированный по Северо-Западному региону России сорт сливы русской 'Подарок Санкт-Петербургу' (Radchenko, 2018; Eremin, 2021). Фенологические характеристики сорта – средний по срокам прохождения фенофаз НВ и НЦ, разница по годам в сроках наступления фенофаз НВ и НЦ у него составляет 20 суток. Близкими к сорту 'Подарок Санкт-Петербургу' по характеру прохождения фенофаз НВ и НЦ находятся образцы сливы русской '14-1-14' (к-7375А) (20 сут.), алычи 'Пчельниковская' (19–17 сут.) и 'Красная 25-29' (к-15792А) (20–18 сут.) (см. рис. 3).

По многолетним наблюдениям, синхронно и последовательно фенологические фазы весеннего развития наступали у генотипов алычи со среднеранними сроками НВ и НЦ – 'Красная 1-16' и средними сроками – 'Павловская Жёлтая', 'Краснопахарская', как и у генотипов сливы русской – 'Павловская Оранжевая', 'Красинка' и сливы уссурийской – 'Приморская', 'Пирамидальная' и 'Малютка'. Последовательность и стабильность весенних фенофаз при среднепоздних сроках развития отмечали у генотипов сливы уссурийской 'Приморская' и 'Пирамидальная', а также у межвидовых гибридов со сливой китайской – 'Красный Шар', 'Ората' и 'Underwood'.

По совокупности изученных параметров прохождения фенофаз весеннего развития, а также по наименьшей степени варьирования последних можно выделить генотипы алычи: 'Павловская Жёлтая', 'Павловская Красная', 'Пчельниковская', 'Краснопахарская', 'Писсарда 35' (ВИР); сливы русской: 'Ауреус', 'Экзотика', 'Красинка', 'Подарок Санкт-Петербургу' (ВИР), 'Асалода', 'Сонейка' (БНИИП); сливы китайской и гибридов: 'Айлинская' (Ю-У НИИПОК), 'Скороплодная', 'Красный Шар' (ВСТИСП), 'Малютка' (Красноярская ОСС), 'Пирамидальная' (Федеральный Алтайский центр агробиотехнологий), 'Приморская' (Приморский край), 'Underwood' (США).

#### **Продолжительность межфазного периода от начала вегетации до начала цветения**

Продолжительность межфазного периода «начало вегетации – начало цветения» (НВ – НЦ) у образцов диплоидных видов сливы находится в обратной зависимости от сроков наступления фазы «начало вегетации». Наблюдательная достоверная отрицательная корреляция между датой НВ и длительностью НВ – НЦ,  $r = -0,61$ , при  $n = 50$ .

Наиболее продолжительный межфазный период (22–24 сут.) наблюдали у генотипов с ранними сроками НВ, наиболее короткий – у группы со среднепоздними сроками НВ (16–17 сут.).

В группе генотипов алычи со средними сроками НВ у 3 сортов ('Пчельниковская', 'Краснопахарская', 'Жёлтая 13-10') длительность межфазного периода НВ – НЦ отличается от показателей других генотипов группы. У образцов алычи с ранними сроками НВ длиннее межфазный период. У сортов со средними сроками НВ всех изучаемых видов сливы длительность межфазного периода была практически одинаковой (18–21 сут.).

Среди генотипов сливы русской наиболее продолжительный межфазный период был у сортов ранней (I) группы ('Несмеяна', 'Витьба') – 18–22 суток. У III группы сортов со средними сроками НВ длительность межфазного периода была практически одинаковой, кроме 4 генотипов из 12 изучаемых ('Мара', 'Красинка', 'Пигмей', '1-20'), у которых показатель отличался в большую или

меньшую сторону, что, вероятно, связано с их генетическим происхождением.

У генотипов сливы китайской со среднеранними сроками НВ межфазный период продолжался 17–20 суток и был наиболее продолжительным в сравнении с генотипами других групп. Самый короткий межфазный период наблюдали у среднепоздних сортов сливы китайской (IV группа) – 10–12 суток. У генотипов средней группы (III) – ‘Красный Шар’ и ‘Opata’ – межфазный период был продолжительнее чем у других генотипов группы (18–21 сут.), что также связано с их генетическим происхождением. Среди образцов сливы китайской наблюдали существенные различия по длительности периода НВ – НЦ ( $p = 0,002$ ), достоверно различались сорта ‘Генеральная’ (11,5 сут.) и ‘Opata’ (20,7 сут.).

Между видами сливы по продолжительности периода НВ – НЦ различий нет ( $p = 0,323$ ). Продолжительность периода НВ – НЦ в среднем составила у алычи 17 суток, сливы русской – 16, сливы китайской – 17, различия между видами были незначимы ( $p = 0,264$ ) (см. рис. 2).

На продолжительность периода НВ – НЦ влиял только фактор «год» ( $p = 0,000$ ), фактор «вид сливы» был незначим ( $p = 0,525$ ). По продолжительности периода НВ – НЦ взаимодействия факторов «вид сливы» × «год» не выявлено ( $p = 0,187$ ). Наибольший вклад вносила случайная ошибка – 49,7%; «год» – 42,3%, происхождение – 0,2%, взаимодействие факторов – 7,8%.

### Заключение

На даты начала вегетации и начала цветения наибольшее влияние оказали температурные условия весенних месяцев, они обусловили 67,0–68,3% вариабельности дат наступления фенологических фаз. Влияние вида сливы было на порядок меньше, 0,5–1,1%.

У всех диплоидных видов сливы наблюдалась слабая тенденция смещения даты начала фенологических фаз на более ранние сроки – со средней скоростью около 0,1 суток в год у фазы начала вегетации и 0,2 суток/год у фазы начала цветения.

Даты наступления фенологических фаз весеннего развития у генотипов диплоидных видов сливы достоверно коррелировали с датой перехода температур выше 6°C, в среднем начало вегетации наступало через 9 суток после этой даты, начало цветения – через 25 суток.

Вариабельность по годам сумм эффективных температур от начала вегетации до начала цветения меньше, чем от даты перехода температуры выше 5°C до начала вегетации и до начала цветения. Три характеристики периода от начала вегетации до начала цветения – продолжительность, суммы суточных температур, суммы эффективных температур, имели сравнимую вариабельность, их вариации составили 27,6%; 27,4% и 33,9% соответственно, что свидетельствует об одинаковой прогностической способности этих показателей.

Слива русская занимает промежуточное положение между алычей и сливой китайской как по дате начала вегетации, так и по дате начала цветения. При этом по дате начала цветения слива русская ближе к алыче. Различия по продолжительности периода от начала вегетации до начала цветения между алычей и сливой русской не наблюдаются. Слива русская и слива китайская близки по срокам начала вегетации и цветения, но у сливы русской отсутствуют генотипы со среднепоздними сроками, а у сливы китайской не выявлены генотипы с ранними сроками.

Наиболее высокие среднесуточные температуры, а следовательно и более благоприятные условия для завязывания плодов, складывались к началу цветения генотипов алычи, сливы русской, сливы китайской и уссурийской со средними сроками прохождения фенологических фаз весеннего развития (III группа).

У отдельных генотипов сливы русской – ‘Зарница’, ‘Злато Скифов’, ‘Сонейка’, ‘Тимирязевская’ (гибриды алычи со сливой китайской) – потребности в тепле для начала вегетации больше, чем у большинства образцов среди изученных видов сливы. У сортов сливы китайской ‘Генеральная’ (*Prunus salicina* × *P. americana*) и ‘Opata’ (*Prunus salicina* × *Microcerasus pumila*) самая большая потребность в тепле, суммы эффективных температур к началу цветения были самыми высокими среди всех изученных генотипов диплоидных видов сливы – 110,8 и 128,6°C.

Согласно проведенным многолетним наблюдениям, наиболее адаптированным к весенним условиям в Северо-Западном регионе РФ оказался сорт сливы русской ‘Подарок Санкт-Петербургу’ (к-41445): средний по срокам прохождения фенофаз НВ и НЦ, с разницей по годам в сроках наступления фенофаз НВ и НЦ 20 суток.

Близкими к сорту ‘Подарок Санкт-Петербургу’ по характеру прохождения фенофаз НВ и НЦ являются образцы сливы русской ‘14-I-14’ (к-7375А) (20 сут.), алычи ‘Пчельниковская’ (к-41446) (19–17 сут.) и ‘Красная 25-29’ (к-15792А) (20–18 сут.). Данные генотипы будет возможно использовать в селекционных программах как источники высокой адаптивности к весенним условиям на Северо-Западе России, а также в качестве сортов – взаимных опылителей при практическом использовании.

Продолжительность межфазного периода «начало вегетации – начало цветения» у образцов диплоидных видов сливы находится в обратной зависимости от сроков наступления начала вегетации ( $r = -0,61$ ).

### References / Литература

- CaraDonna P.J., Iler A.M., Inouye D.W. Shifts in flowering phenology reshape of a subalpine plant community. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2014;111(13):4916-4921. DOI: 10.1073/pnas.1323073111
- Costa R., Fraga H., Fonseca A., de Cortazar-Atauri I.G., Val M.C., Carlos C. et al. Grapevine phenology of cv. *Touriga Franca* and *Touriga Nacional* in the Douro wine region: modelling and climate change projections. *Agronomy*. 2019;9(4):210. DOI: 10.3390/agronomy9040210
- Denny E.G., Gerst K.L., Miller-Rushing A.J., Tierney G.L., Crimmins T.M., Enquist C.A.F. et al. Standardized phenology monitoring methods to track plant and animal activity for science and resource management applications. *International Journal of Biometeorology*. 2014;58(4):591-601. DOI: 10.1007/s00484-014-0789-5
- Dospekhov B.A. Methodology of field trial [Metodika polevogo opyta]. Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат; 1985).
- Eremin G.V. Cherry plum (Alycha). Moscow: Agropromizdat; 1989. [in Russian] (Еремин Г.В. Алыча. Москва: Агропромиздат; 1989).
- Eremin G.V. Stone fruit crops. Genetic diversity and its utilization in breeding: monograph (Kostochkovye plodovye kultury. Genofond i yego ispolzovaniye v selektsii: monografiya). Krasnodar: Prosveshcheniye-Yug; 2021. [in Russian] (Еремин Г.В. Косточковые плодовые

- культуры. Генофонд и его использование в селекции: монография. Краснодар: Просвещение-Юг; 2021). URL: [https://www.cnsnb.ru/Vexhib/vex\\_news/2022/vex\\_220430/04084152.pdf](https://www.cnsnb.ru/Vexhib/vex_news/2022/vex_220430/04084152.pdf) [дата обращения: 12.10.2022].
- Eremin G.V., Meretukova F.N. Biological features of new Russian plum cultivars (Biologicheskiye osobennosti novykh sortov sliivy russkoy). *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2007;(5):101-104. [in Russian] (Еремин Г.В., Меретукова Ф.Н. Биологические особенности новых сортов сливы русской. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2007;(5):101-104).
- Eremin G.V., Vitkovsky V.L. Plum (Sliva). Moscow: Kolos; 1980. [in Russian] (Еремин Г.В., Витковский В.Л. Слива. Москва: Колос; 1980).
- Fadón E., Herrera S., Guerrero B.I., Guerra M.E., Rodrigo J. Chilling and heat requirements of temperate stone fruit trees (*Prunus* sp.) *Agronomy*. 2020;10(3):409. DOI: 10.3390/agronomy10030409
- Ge Q., Wang H., Zheng J., This R., Dai J. A 170 year spring phenology index of plants in eastern China. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. 2014;119(3):301-311. DOI: 10.1002/2013JG002565
- Iler A.M., Inouye D.W., Schmidt N.M., Høye T.T. Detrending phenological time series improves climate-phenology analyses and reveals evidence of plasticity. *Ecology*. 2017;98(3):647-655. DOI: 10.1002/ecy.1690
- Kazmin G.T. Plums of the Far East (Dalnevostochnye sliivy). Khabarovsk: Khabarovsk Book Publishers; 1966. [in Russian] (Казьмин Г.Т. Дальневосточные сливы. Хабаровск: Хабаровское книжное издательство; 1966).
- Körner C., Basler D. Plant science. Phenology under global warming. *Science*. 2010;327(5972):1461-1462. DOI: 10.1126/science.1186473
- Lee H.K., Lee S.J., Kim M.K., Lee S.D. Prediction of plant phenological shift under climate change in South Korea. *Sustainability*. 2020;12(21):9276. DOI: 10.3390/su12219276
- Matveyev V.A., Kastritskaya M.S., Volot V.S. The results of cultivar studies in plum collection in Belarus (Rezultaty kollektсионного izucheniya sortov sliivy v Belarusi). *Fruit-Growing*. 2007;19:131-137. [in Russian] (Матвеев В.А., Кастрицкая М.С., Волот В.С. Результаты коллекционного изучения сортов сливы в Беларуси. *Плодоводство*. 2007;19:131-137).
- Matveyev V.A., Poukh E.V. Vegetation and dormal period peculiarities in the annual cycle of plum trees development. *Fruit-Growing*. 2013;25:178-187. [in Russian] (Матвеев В.А., Поух Е.В. Особенности вегетации и периода покоя в годовом цикле развития деревьев сливы. *Плодоводство*. 2013;25:178-187).
- Naumova L.G., Novikova L.Yu. Thermal analysis of interphase periods of grapes collection of All-Russian Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Y.I. Potapenko. *Wine-Making and Viticulture*. 2015;(5):46-50. [in Russian] (Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Температурный анализ межфазных периодов сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко. *Виноделие и виноградарство*. 2015;(5):46-50).
- Radchenko O.E. Catalogue of the VIR global collection. Issue 877. Plum: Diploid plum species in the Northwest of Russia. New and little-known varieties. St. Petersburg: VIR; 2018. [in Russian] (Радченко О.Е. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 877. Слива: Диплоидные виды сливы на Северо-Западе России. Новые и малоизвестные сорта. Санкт-Петербург: ВИР; 2018).
- Ryabova A.N. The development of flower buds and flowering of sweet cherry. The problems of pollination and fertilization of fruit trees (Razvitiye tsvetkovykh pochek i tsveteniya cherezhni. Voprosy opyleniya i oplodotvoreniya plodovykh derevyev). *Works of the State Nikita Botanical Gardens*. 1970;45(4):37-51. [in Russian] (Рябова А.Н. Развитие цветковых почек и цветение черешни. Вопросы опыления и оплодотворения плодовых деревьев. *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. 1970;45(4):37-51).
- Sedov E.N., Dzhigadlo E.N. (eds). Pomology. Vol. III. Stone fruit crops (Pomologiya. T. III. Kostochkovye kultury). Orel: VNI-ISPК; 2008. [in Russian] (Помология. Т. III. Косточковые культуры / под ред. Е.Н. Седова, Е.Н. Джигadlo. Орел: ВНИИСПК; 2008).
- Szalay L., Molnar A., Kovacs S. Frost hardiness of flower buds of three plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*. 2017;214:228-232. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.11.039
- Tikhonov N.N., Tolmacheva A.S. Plum-cherry hybrids of the Krasnoyarsk Fruit-Growing Experiment Station (Slivovishnevye gibridy Krasnoyarskoy opytной stantsii plodovodstva). In: M.N. Salamatov, Yu.M. Dneprovsky (eds). *New food plants for Siberia (fruits, berries, vegetables, and cereals) (Novye pishchevye rasteniya dlya Sibiri [plodovye, yagodnye, ovoshchnye, zernovye])*. Novosibirsk: Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences; 1978. p.154-160. [in Russian] (Тихонов Н.Н., Толмачёва А.С. Сливо-вишневые гибриды Красноярской опытной станции плодovодства. В кн.: *Новые пищевые растения для Сибири (плодовые, ягодные, овощные, зерновые)* / под ред. М.Н. Саламатова, Ю.М. Днепроvского. Новосибирск: СО АН СССР ЦСБС; 1978. С.154-160).
- Tsarenko V.P. Ussurian plum (Sliva ussuriyskaya). Vladivostok: Far East Book Publishers; 1981. [in Russian] (Царенко В.П. Слива уссурийская. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство; 1981).
- Vitkovsky V.L., Pavlova N.M. Program and methods for studying the varieties of the collection of fruit, berry, subtropical and nut crops, and grapes (Programma i metodika izucheniya sortov kolleksii plodovykh, yagodnykh, subtropicheskikh, orekhoplodnykh kultur i vinograda). Leningrad: VIR; 1970. [in Russian] (Витковский В.Л., Павлова Н.М. Программа и методика изучения сортов коллекции плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных культур и винограда. Ленинград: ВИР; 1970).
- Yoon C.Y., Kim S., Cho J., Kim S. Modeling the impacts of climate change on yields of various Korean soybean sprout cultivars *Agronomy*. 2021;11(8):1590. DOI: 10.3390/agronomy11081590
- Yue X., Unger N., Keenan T.F., Zhang X., Vogel C.S. Probing the past 30-year phenology trend of US deciduous forests. *JGR Biogeosciences*. 2015;12(15):4693-4709. DOI: 10.5194/bg-12-4693-2015
- Yushev A.A., Sorokin N.A., Tikhonova O.A., Orlova S.Yu., Kislin E.N., Radchenko O.E., Pupkova N.A., Shlyavas A.V. The collection of fruit and berry plant genetic resources: preservation, replenishment, and study. Guidelines (Kolleksiya geneticheskikh resursov plodovykh i yagodnykh rasteniy: sokhraneniye, popolneniye, izucheniye. Metodicheskiye ukazaniya). A.A. Yushev, I.G. Chukhina (eds). St. Petersburg: VIR; 2016. [in Russian] (Юшев А.А., Сорокин Н.А., Тихонова О.А., Орлова С.Ю., Кислин Е.Н., Радченко О.Е., Пупкова Н.А., Шлявас А.В. Коллекция генетических ресурсов плодовых и ягодных растений: сохранение, пополнение, изучение. Методические указания / под ред. А.А. Юшева, И.Г. Чухиной. Санкт-Петербург: ВИР; 2016).

Zabranskaya O.A. Features of cherry plum phenophases in the annual cycle (Osobennosti prokhozhdeniya fenofaz alychi v godichnom tsikle). *Bulletin of the State Nikita Botanical Gardens*. 1969;(8):26-30. [in Russian] (Забранская О.А. Особенности прохождения фенофаз алычи в годич-

ном цикле. *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 1969;(8):26-30).

Zhang H., Yuan W., Liu S., Dong W., Fu Y. Sensitivity of flowering phenology to changing temperature in China. *JGR Biogeosciences*. 2015;120(8):1658-1665. DOI: 10.1002/2015jg003112

### *Информация об авторах*

**Ольга Емельяновна Радченко**, научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, o.radchenko@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1712-2018>

**Любовь Юрьевна Новикова**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая отделом, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, l.novikova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4051-3671>

### *Information about the authors*

**Olga E. Radchenko**, Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000 Russia, o.radchenko@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1712-2018>

**Liubov Yu. Novikova**, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of a Department, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000 Russia, l.novikova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4051-3671>

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests:** the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.01.2023, одобрена после рецензирования 03.05.2023; принята к публикации 01.06.2023.

The article was submitted on 20.01.2023; approved after reviewing on 03.05.2023; accepted for publication on 01.06.2023.