одного образца, что подтверждает варьирование качества ягод, и более высокая интенсивность окраски на срезе совпадала с более высоким содержанием СРВ.

Анализ содержания СРВ в плодах земляники первого сбора показал различные уровни варьирования значений в зависимости от образца и даты сбора. Полученные данные позволили уточнить оценку коллекционных образцов по показателю «дружность созревания». Из коллекционного сорта выделен как эталон наиболее дружной отдачи урожая и высокого содержания СРВ в наших условиях сорт Фейрверк.

Благодарности: работа поддержана бюджетным проектом ИЦИГ СО РАН № 0324-2019-0039-С-01.

Список литературы

1. Зубов А.А. Теоритические основы селекции земляники. – Мичуринск: Изд-во ВНИИГРиСПР им. И.В. Мичурина 2004. – 196 с.
2. Pre-harvest factors influencing the quality of berries Di Vittori, L., Mazzoni, L., Battino, M. (2018) Scientia Horticulturae [Электронный ресурс] <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.058> (дата обращения: 04.12.2018).
3. Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В., Пак Н.А. Оценка отборных форм земляники по содержанию в плодах растворимых сухих веществ / Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 45. – С. 72–76.
4. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
5. Ikegaya A., Toyoizumi T., Ohba S., Teruko N., Tomoaki K., Seiko I., Eiko A. Effects of istribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries. Food Sci Nutr. 2019. №7. – Р. 2419–2426.
6. Айтжанова С.Д., Андропова Н.В., Никулин А.Ф. Оценка исходных форм земляники садовой по биохимическим и товарным показателям ягод. Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 1. – С. 18–21.

DOI 10.18699/GPB2020-92

Выявление генетических маркеров устойчивости к фитопатогенам у сортов картофеля для дальнейшей селекции в условиях крайнего Севера

*Куц А.А. *, м.н.с., аспирант; Зайнуллин В.Г., профессор, д.б.н., г.н.с.; Шергина Н.Н., к.б.н., доцент, в.н.с.*

Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия.

**e-mail: an_niki@mail.ru*

Проведен молекулярный скрининг на наличие маркеров генов устойчивости картофеля к распространенным болезням с использованием приборно-аппаратной линии для ПЦР-анализа. Материалом для исследований

послужили листья растений картофеля, которые отбирали на 30 день вегетации. В образцах определяли наличие 10-ти маркеров генов устойчивости: RYSC3, Ry186, YES3-3A (к Y-вирусу картофеля), TG-689, 57R, N195, Gro 1-4-1 (золотистая картофельная нематода), Gpa 2-2 (бледная картофельная нематода), Sen 1 (рак картофеля), PVX (X-вирус). Для дальнейшей селекции рекомендованы сорт Метеор и гибрид 1657-7.

Ключевые слова: картофель, ДНК-маркеры, селекция, картофельная нематода, рак картофеля, вирус картофеля.

Identification of genetic markers of resistance to phytopathogens in potato varieties for further selection in the far North

Kushch A.A., graduate student, Junior Researcher; Zaynullin V.G., Dr.Sci.Biol., Professor, Chief Researcher; Shergina N. N., PhD, associate professor. Institute of Agrobiotechnology A.V. Zhuravsky FIC Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia.

Molecular screening for the presence of markers of potato resistance to common diseases was carried out using an instrument-hardware line for PCR analysis. The material for research was the leaves of potato plants, which were selected on the 30th day of vegetation. In the samples, the presence of 10 markers of resistance genes was determined: RYSC3, Ry186, YES3-3A (to potato Y-virus), TG-689, 57R, N195, Gro 1-4-1 (Golden potato nematode), Gpa 2-2 (pale potato nematode), Sen 1 (potato cancer), PVX (X-virus). For further selection, the meteor variety and hybrid 1657-7 are recommended.

Keywords: potato, DNA marker, selection, potato nematode, potato cancer, potato virus.

Овощные культуры, такие как картофель (*Solanum tuberosum* L.) имеют большое значение в пищевом рационе населения, но в условиях холодного климата они подвержены сильному воздействию фитопатогенов, которые снижают количество и качество урожая [5, 7].

Возбудителями болезней картофеля являются грибы, бактерии, вирусы, а также нематоды, понижающие его урожайность в 2–3 раза и значительно ухудшающие качество клубней [4].

В настоящее время сортов картофеля, способных в условиях Республики Коми оставаться высокопродуктивными, очень мало. Поэтому для климатических условий северных (приарктических) территорий, создание собственных сортов картофеля, способных формировать полноценный урожай в условиях короткого вегетационного периода и устойчивых к наиболее распространенным болезням и вредителям (вирусам, грибам и др.), очень актуально [2].

Для получения сортов сельскохозяйственных культур устойчивых к

фитопатогенам наряду с традиционной селекцией используют методы маркер-ориентированной селекции [8, 9]. Из числа известных диагностических ДНК-маркеров для селекции картофеля большую часть занимают маркеры на устойчивость к болезням, вредителям и разным типам нематод [1, 8]. Сотрудниками Института агробиотехнологий проведен скрининг 15-ти сортов и перспективных гибридов (образцов) картофеля из ФГБНУ ВНИИКС им. А.Г. Лорха и Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН с использованием молекулярных маркеров на наличие генов устойчивости к золотистой (*Globodera rostochiensis* Woll) и бледной (*Globodera pallida* (Stone) Behrens) картофельным нематодам, раку (*Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival), вирусам X (PVX) и Y (PVY) [2].

На 30 день вегетации в полевых условиях был отобран растительный материал (листья картофеля) из 15 сортов и гибридов картофеля (Армада, Гала, Вымпел, Гулливер, Краса Мещеры, Крепыш, Кумач, Метеор, Тайфун, Фрителла, Зырянец, Вычегодский, Невский, 1603-7 и 1657-7). Все образцы были высушены в сушильном шкафу «СНОЛ» при температуре 50 °С. Исследования выполнены на лабораторной базе ООО «Синтол». Фрагментный анализ проводили с помощью набора реагентов «ГенЭксперт «Маркеры генов устойчивости картофеля», идентифицировали устойчивость образцов картофеля по 10-ти маркерам восьми генов: ген *H1*, маркеры TG-689, 57R, N195, ген *Gro1-4*, маркер *Gro1-4-1*, обеспечивающие устойчивость к золотистой картофельной нематоде; ген *Gpa2*, маркер *Gpa2-2* – к бледной нематоде; ген *Sen1*, маркер NL25 – возбудителю рака; ген *Ryadg*, маркер RYSC3, ген *Rychc*, маркер Ry186, ген *Rysto*, маркер YES3-3A – к Y-вирусу и маркер PVX – к X-вирусу картофеля [3, 6].

По результатам молекулярно-генетического анализа для дальнейшей селекции были выбраны наиболее перспективные образцы картофеля:

- сорт Метеор, который содержит четыре маркера гена устойчивости к золотистой картофельной нематоде – *H1* (TG-689, 57R, N195) и *Gro1-4* (*Gro1-4-1*), маркер гена устойчивости к раку картофеля *Sen 1* (NL 25), маркер гена устойчивости к Y-вирусу *Rysto* (YES3-3A), маркер гена устойчивости к бледной картофельной нематоде *Gpa 2* (*Gpa2-2*) и маркер гена устойчивости к X-вирусу *Rx1* (PVX).

- гибрид 1657-7, который содержит три маркера гена устойчивости к золотистой картофельной нематоде *H1* (TG-689, 57R, N195), маркер гена устойчивости к раку картофеля *Sen 1* (NL 25), маркер гена устойчивости к бледной картофельной нематоде *Gpa 2* (*Gpa2-2*) и маркер гена устойчивости к X-вирусу *Rx1* (PVX).

Сорта Вымпел, Кумач, Тайфун также имели по шесть маркеров генов устойчивости к исследуемым фитопатогенам, но показали невысокую урожайность в условиях холодного климата, поражались возбудителями фи-

тофтороза, альтернариоза и имели признаки вирусной инфекции при визуальном осмотре растений. Остальные исследуемые сорта и гибриды содержали меньше маркеров генов устойчивости: гибрид 1603-7 – пять маркеров; сорта Армада, Гала, Гулливер, Краса Мещеры, Крепыш, Зырянец и Вычегодский – по четыре маркера; сорт Фрителла имел два маркера; сорт Невский – один маркер.

Выводы. По результатам молекулярного скрининга для дальнейшей селекции к условиям холодного климата можно рекомендовать сорт картофеля Метеор из ФГБНУ ВНИИКСХ им. А.Г. Лорха, имеющий восемь маркеров генов устойчивости из 10 исследованных, гибрид картофеля 1657-7 из коллекции Института агробиотехнологий ФИЦ – шесть маркеров генов устойчивости.

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания № 0333-2019-0008-С-01 «Оценка реакции генотипов пищевых и кормовых растений, адаптированных к условиям крайнего Севера, в целях создания новых высокопродуктивных сортов», Рег. № НИОКТРАААА-А19-119031390055-1.

Список литературы

1. Антонова, О.Ю. Генетическое разнообразие сортов картофеля российской селекции и стран ближнего зарубежья по данным полиморфизма SSR-локусов и маркеров R-генов устойчивости / О.Ю. Антонова, Н.А. Швачко, Л.Ю. Новикова, О.Ю. Шувалов, Л.И. Костина, Н.С. Клименко, А.Р. Шувалова, Т.А. Гавриленко // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – № 20(5). – С. 596 –606.
2. Зайнуллин, В.Г. Исследование сортов и гибридов картофеля из селекционного питомника ФИЦ Коми НЦ УрО РАН на наличие маркеров устойчивости к фитопатогенам / В.Г. Зайнуллин, А.А. Юдин, А.А. Куш, А.И. Некрасова, О.П. Малюченко, С.А. Быков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 7. – С. 85 –91.
3. Инструкция пользователя набора реагентов «ГенЭксперт «Маркеры генов устойчивости картофеля», ООО Синтол. – 2018 г.
4. Колобов, В.А. Иммуны к фитопатогенам сорта культурных растений как фактор экологический безопасности: картофель и сахарный тростник в качестве примеров / В.А. Колобов, Е.В. Рогозина // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». – 2014. – Т. 6. – № 3. – С. 222 –230.
5. Коршунов, А.В. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства / А.В. Коршунов, Е.А. Симаков, Ю.Н. Лысенко, Б.В. Анисимов, А.В. Митюшкин, М.Ю. Гаитов // Достижение науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 3. – С. 12–20.
6. Рогозина, Е.В. Идентификация родительских форм для селекции картофеля, устойчивого к болезням и вредителям, методом мультиплексного ПЦР-анализа / Е.В. Рогозина, Е.В. Терентьева, Е.К. Потокина, Е.Н. Юркина, А.В. Никулин, Я.И. Алексеев // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – № 1. – С. 19 –30.
7. Смирнов, Н.А. Значимость картофелеводства в аграрной экономике и обеспечении продовольственной независимости региона / Н.А. Смирнов // АНИ: экономика

и управление. – 2016. – Т. 5. – № 3 (16). – С. 183–188.

8. Хлесткина, Е.К. Маркер-ориентированная селекция и примеры ее использования в мировом картофелеводстве / Е.К. Хлесткина, В.К. Шумный, Н.А. Колчанов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 10. – С. 96–103.

9. Чесноков, Ю.В. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса / Ю.В. Чесноков, В.М. Косолапов. – М.: ООО «Угрешская типография», 2016. – 172 с.

DOI 10.18699/GPB2020-93

Влияние погодных условий на продолжительность вегетационного периода и урожайность сортов пшеницы в лесостепи Приобья

Лихенко И.Е.^{1,2}, д.с.-х.н., зам. директора, рук. СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН; Капко Т.Н.², м.н.с.; Агеева Е.В.², к.с.-х.н., н.с.; Советов В.В.², к.с.-х.н., с.н.с.

¹*Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия;*

²*Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, п. Краснообск, Новосибирская обл., Россия.*

e-mail: sibniirs@bk.ru

В статье представлены результаты изучения зависимости величины урожайности пшеницы разных спелости от тепло- и влагообеспеченности за период вегетации. Установлено, что в условиях недостатка тепла и влаги большую значимость для производства имеют раннеспелые и среднеранние сорта по сравнению со среднепоздними.

Ключевые слова: пшеница, группа спелости, подбор сортов.

The influence of weather conditions on the length of vegetation period and the crop yields of bread wheat varieties in the forest steppe of the Ob region

Likhenko I.E.^{1,2}, Kapko T.N.², Ageeva E.V.², Sovetov V.V.².

¹*Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia;*

²*Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia.*

E-mail: sibniirs@bk.ru

The paper presents the results of study of the dependence of the yield of wheat of different ripeness groups on the heat and moisture supply during the growing season. It is established that in conditions of lack of heat and moisture, early ripening and mid-early varieties are of great importance for production in comparison with medium-late ones.

Key words: wheat, ripeness group, selection of varieties.