

Галина Александровна Демиденко

Красноярский государственный аграрный университет, заведующая кафедрой ландшафтной архитектуры и ботаники, доктор биологических наук, профессор, Красноярск, Россия, demidenkoekos@mail.ru

Сергей Витальевич Хижняк

Красноярский государственный аграрный университет, профессор кафедры экологии и природопользования, доктор биологических наук, доцент, Красноярск, Россия, skhizhnyak@yandex.ru

Елена Яковлевна Мучкина

Сибирский федеральный университет, профессор кафедры экологии и природопользования, доктор биологических наук, профессор, Россия, Красноярск, emuchkina@yandex.ru

**КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ
КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ**

Цель исследования: качественная оценка клубней картофеля разного срока созревания как сырья для продуктов питания. Задачи: выявить причины выращивания в Сибирском регионе сортов картофеля с ранними сроками созревания, выделить основные показатели качества клубней картофеля и влияние на них сроков созревания клубней картофеля, дать качественные характеристики клубней картофеля как сырья для продуктов питания. Для статистической обработки результатов исследования использован двухфакторный дисперсионный анализ. Он показывает влияние качественных переменных (факторов) на одну зависимую количественную переменную. По результатам статистической обработки выявлена линейная зависимость между качественными характеристиками клубней картофеля раннеспелых сортов и сортовыми различиями. Исследования показали, что климатические особенности юга Сибирского региона позволяют выращивать в основном сорта картофеля с ранними (раннеспелые, среднеранние) сроками созревания. Содержание сухого вещества и крахмала – основные показатели качества клубней картофеля. В зависимости от сроков созревания наблюдается увеличение этих показателей у клубней картофеля с более поздними сроками созревания: среднеранние (Краса Мещеры, Лилея) и среднепоздний (Тулеевский). Содержание аскорбиновой кислоты, относящейся к биологически активным веществам, увеличивается пропорционально срокам созревания сортов картофеля и достигает максимального значения в клубнях среднепозднего сорта картофеля Тулеевский, который обладает лучшими качественными характеристиками клубней картофеля, а также сохранностью товарного вида при стандартных условиях хранения в картофелехранилище (до 90 %).

Ключевые слова: продукты питания, клубни картофеля, качество, сухое вещество, крахмал, аскорбиновая кислота, нитраты, товарность, сроки созревания, Сибирский регион.

Galina A. Demidenko

Krasnoyarsk State Agrarian University, Head of the Department of Landscape Architecture and Botany, Doctor of Biological Sciences, Professor, Krasnoyarsk, Russia, demidenkoekos@mail.ru

Sergey Vitalievich Khizhnyak

Krasnoyarsk State Agrarian University, Professor of the Department of Ecology and Nature Management, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russia, skhizhnyak@yandex.ru

Elena Ya. Muchkina

Siberian Federal University, Professor at the Department of Ecology and Nature Management, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia, Krasnoyarsk, emuchkina@yandex.ru

POTATO TUBERS QUALITATIVE EVALUATION AS A RAW MATERIAL FOR FOOD PRODUCTS OF THE POPULATION

The purpose of the study: qualitative assessment of potato tubers of different ripening periods as raw materials for food. The objective are: to identify the reasons for growing potato varieties with early ripening in the Siberian Region, to highlight the main indicators of the quality of potato tubers and the effect on them of the ripening time of potato tubers, to give qualitative characteristics of potato tubers as raw materials for food. Two-way analysis of variance was used for statistical processing of the research results. It shows the influence of qualitative variables (factors) on one dependent quantitative variable. According to the results of statistical processing, a linear relationship was revealed between the qualitative characteristics of potato tubers of early maturing varieties and varietal differences. Studies have shown that the climatic features of the south of the Siberian Region make it possible to grow mainly potato varieties with early (early maturing, mid-early) ripening periods. The content of dry matter and starch are the main indicators of the quality of potato tubers. Depending on the ripening period, an increase in these indicators is observed in potato tubers with later ripening periods: medium early ((Meshchera Krasa, Lilya)) and medium late (Tuleyevsky). The content of ascorbic acid, which is a biologically active substance, increases in proportion to the ripening periods of potato varieties and reaches a maximum value in the tubers of the medium late potato variety Tuleyevsky, which has the best quality characteristics of potato tubers, as well as the safety of the marketable type under standard storage conditions in a potato storage (up to 90 %).

Keywords: food products, potato tubers, quality, dry matter, starch, ascorbic acid, nitrates, marketability, ripening time, Siberian Region.

Введение. Во всем мире картофель – полезный продукт питания человека, источник витаминов и биологически активных веществ [1].

Как важнейшая продовольственная культура является ценным сырьем для производства продовольственной продукции. Качество клубней картофеля зависит от многих факторов: природно-климатических условий выращивания; биологических особенностей сорта; транспортировки и хранения клубней картофеля [2–5]. Актуальными являются исследования влияния качества клубней картофеля на продукцию картофелеводства.

Цель исследования. Качественная оценка клубней картофеля разного срока созревания как сырья для продуктов питания.

Задачи исследования: выявить причины выращивания в Сибирском регионе сортов картофеля с ранними сроками созревания; определить основные показатели качества клубней картофеля и влияние на них сроков созревания клубней картофеля; дать качественные характеристики клубней картофеля сорта Тулунский как сырья для продуктов питания.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются клубни картофеля сортов разного срока созревания: суперранний (Пароли), раннеспелые (Ред Скарлет, Королева

Анна, Изора, Красноярский ранний), среднеранние (Краса Мещеры, Лилея), среднепоздний (Тулеевский).

Из лабораторно-аналитических методов исследования качества продукции использованы метод агроэкологического мониторинга и методики определения в клубнях картофеля содержания сухого вещества, количественного определения крахмала, аскорбиновой кислоты и других показателей [6, 7].

Для статистической обработки результатов исследования использован двухфакторный дисперсионный анализ. Он показывает влияние качественных переменных (факторов) на одну зависимую количественную переменную. По результатам статистической обработки выявлена линейная зависимость между качественными характеристиками клубней картофеля раннеспелых сортов и сортовыми различиями [8–10].

Исследования выполнены в Инновационной лаборатории «Экологический мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ».

Результаты исследования и их обсуждение. Качество клубней картофеля во многом зависит от таких показателей, как сухое вещество, крахмал, аскорбиновая кислота, нитраты, товарность [2]. Сохранить стабильные показа-

тели качества клубней картофеля позволит использование сортов картофеля с адаптивным потенциалом к сибирским природно-климатическим показателям возделывания. А также соблюдение режимов хранения сырья в картофелехранилищах разного типа [3–5].

Между большинством изучаемых показателей, характеризующих качество клубней картофеля, отмечаются достаточно высокие статистически значимые корреляции (табл.). В таблице выделены коэффициенты корреляции, статистически значимые на уровне $p < 0,05$.

Коэффициенты корреляции между изучаемыми показателями

Показатель	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Аскорбиновая кислота, мг	Нитраты, мг/кг
Сухое вещество, %	–	0,880	0,763	–0,757
Крахмал, %	0,880		0,692	–0,887
Аскорбиновая кислота, мг	0,763	0,692		–0,551
Нитраты, мг/кг	–0,757	–0,887	–0,551	
Товарность, %	0,861	0,760	0,828	–0,693

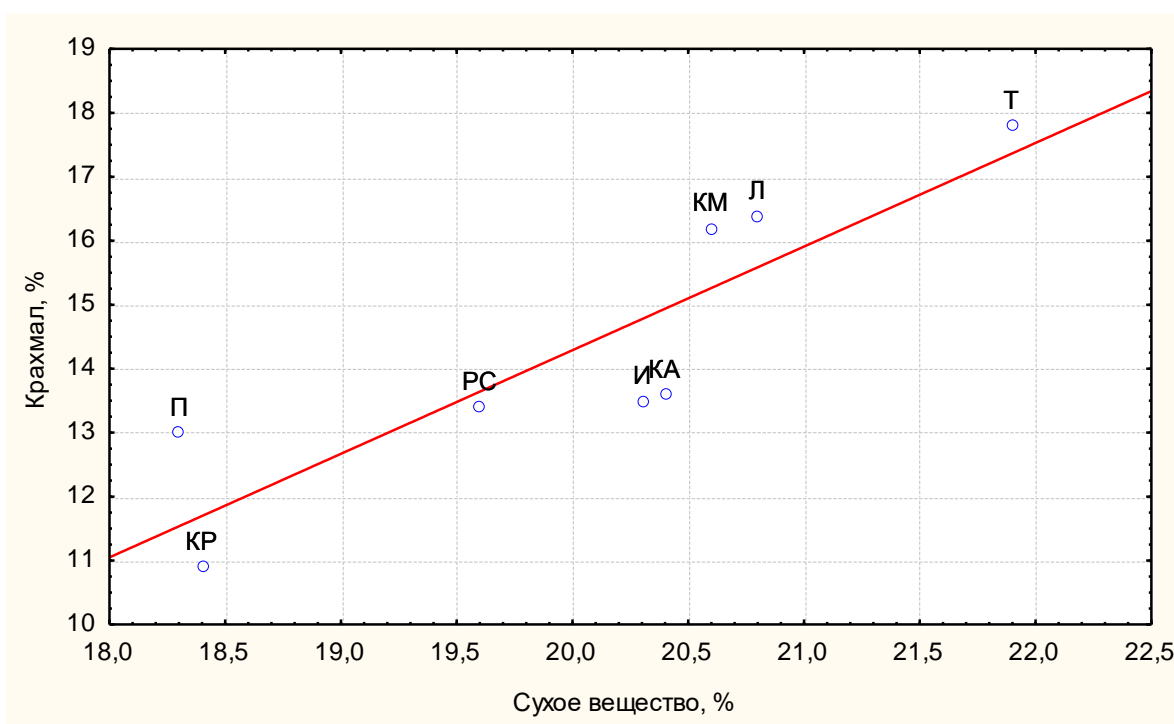


Рис. 1. Корреляция между содержанием сухого вещества и крахмалом; каждая точка соответствует сорту:

П – Пароли; РС – Ред Скарлет; КА – Королева Анна; И – Изора;
 КР – Красноярский ранний; КМ – Краса Мещеры; Л – Лилея; Т – Тулеевский

Наиболее высокая положительная корреляция ($r = 0,880$) наблюдается между содержанием сухого вещества и крахмалом (см. рис. 1), наиболее высокая отрицательная корреляция ($r = -0,887$) отмечена между содержанием крахмала и содержанием нитратов (рис. 2).

Проекция сортов на главные компоненты корреляционной матрицы показала, что по совокупности исследованных показателей сорта группируются в соответствии со сроком созревания (рис. 3).

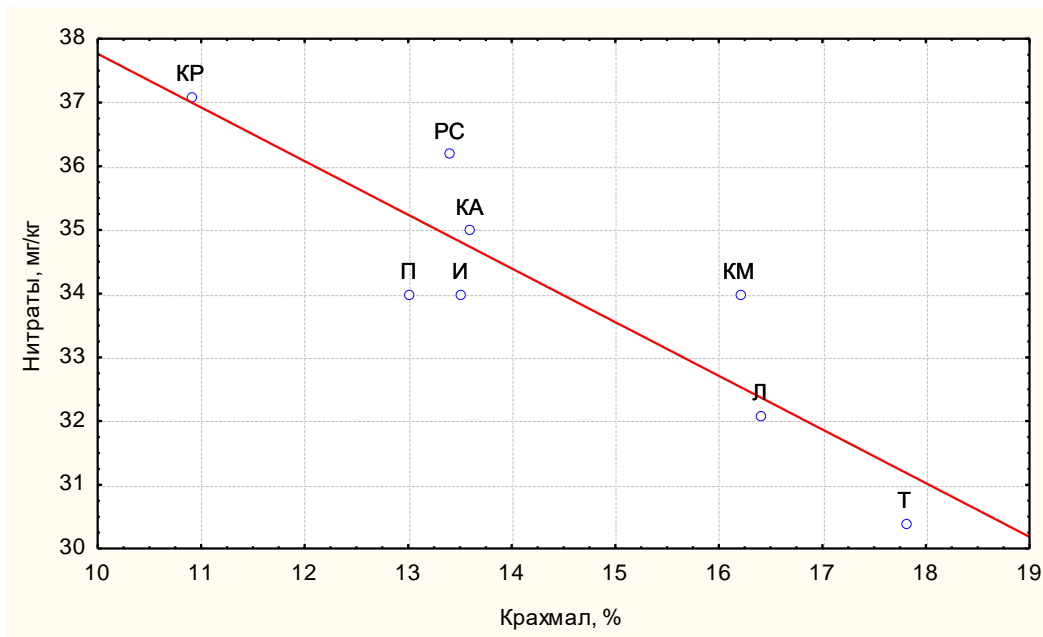


Рис. 2. Корреляция между содержанием сухого вещества и крахмалом; каждая точка соответствует сорту (обозначения см. рис. 1)

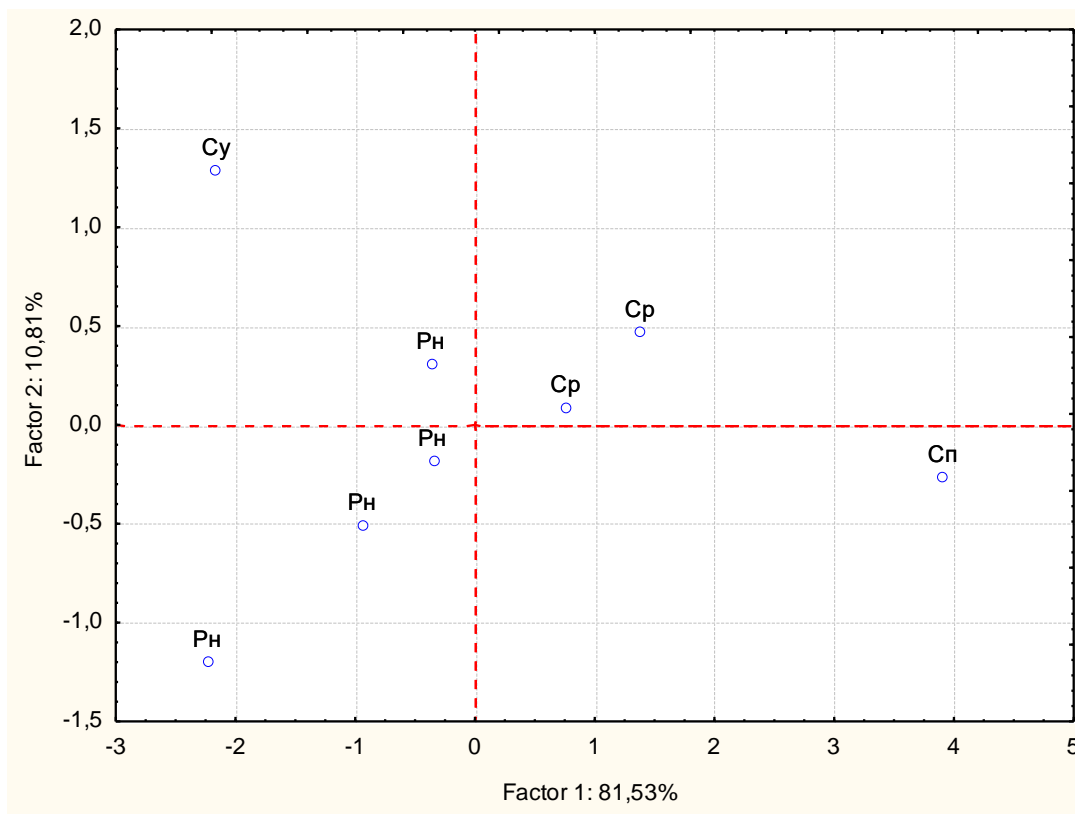


Рис. 3. Проекция сортов по совокупности исследованных показателей на первые две главные компоненты; каждая точка соответствует сорту; сохранено 92,34 % информации о взаимном расположении точек в многомерном пространстве; Су – суперранний сорт; Рн – раннеспелые сорта; Ср – среднеранние сорта; Сп – среднепоздний сорт

Усреднение данных по раннеспелым и среднеранним сортам показало, что по мере увеличения срока созревания наблюдается закономерное повышение содержания сухого веществ-

ва, аскорбиновой кислоты и увеличение товарности (рис. 4–6). Касательно содержания крахмала и нитратов закономерность не такая однозначная (рис. 7, 8).

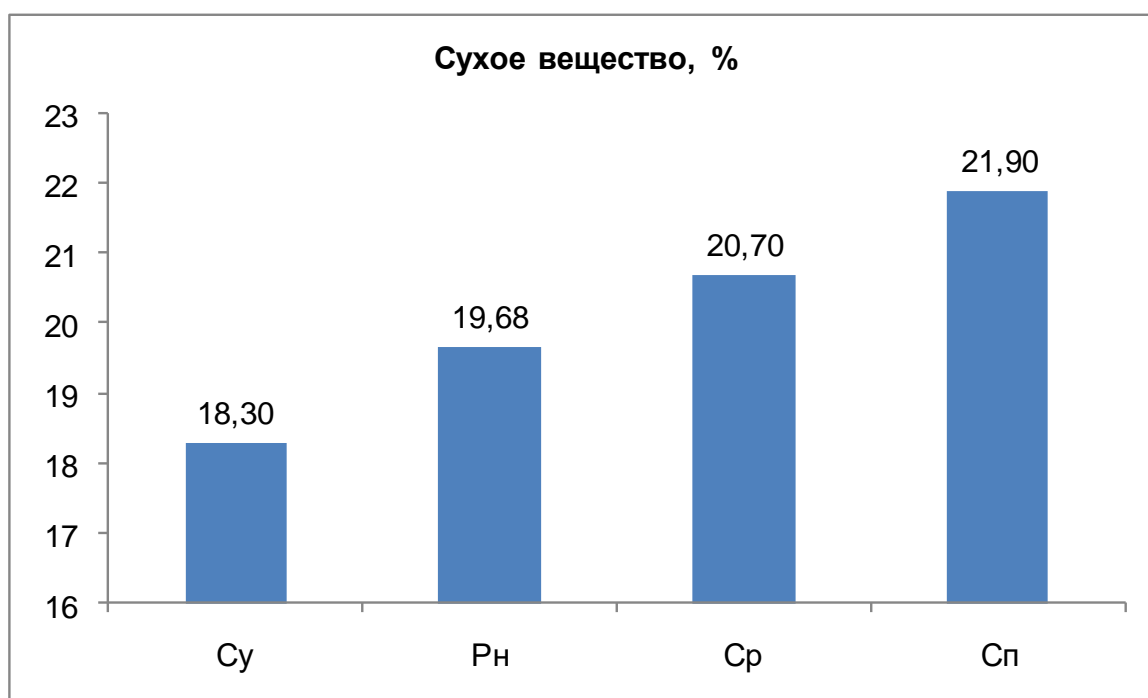


Рис. 4. Содержание сухого вещества в зависимости от срока созревания (обозначения см. рис. 3)

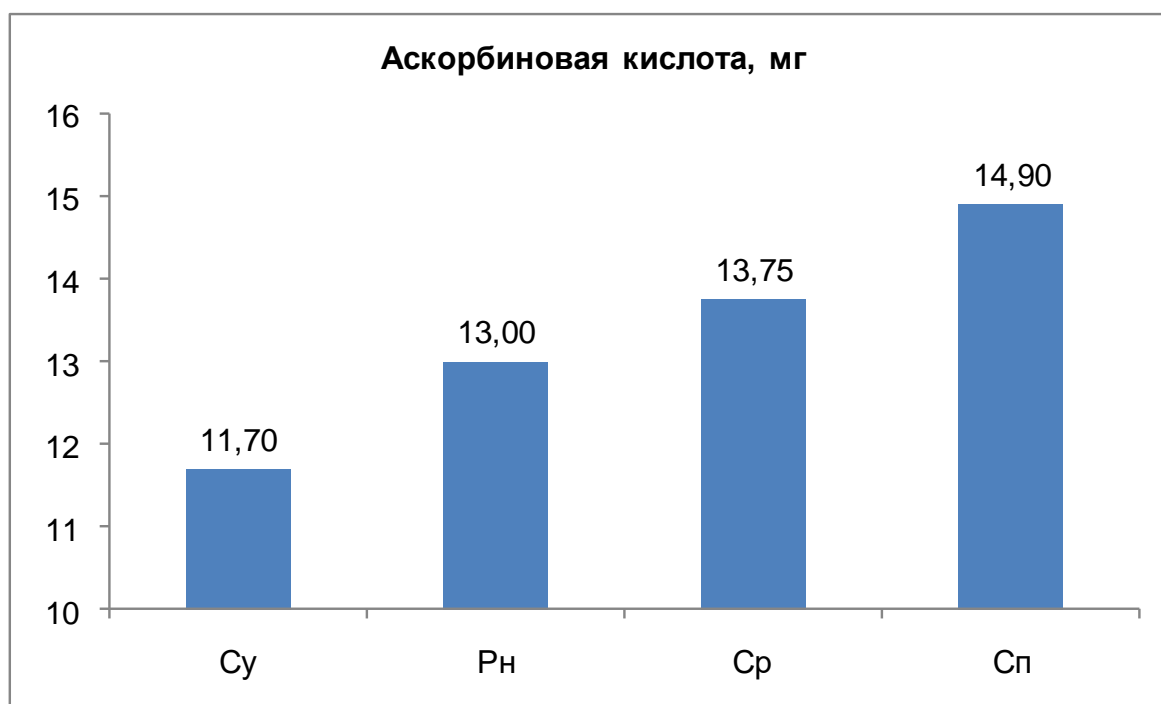


Рис. 5. Содержание аскорбиновой кислоты в зависимости от срока созревания (обозначения см. рис. 3)

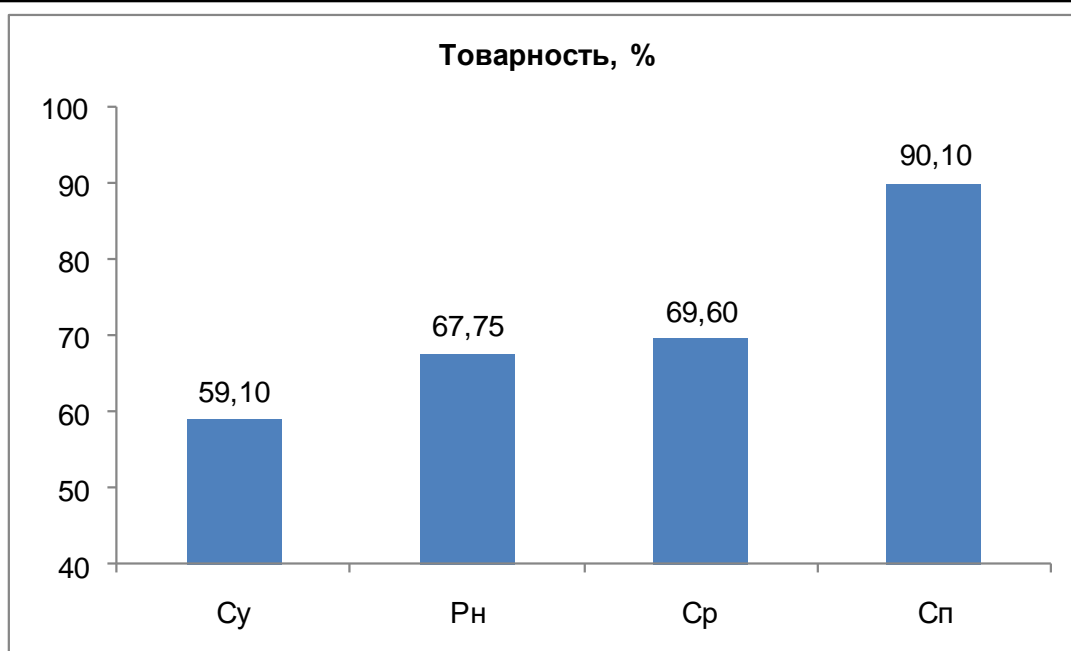


Рис. 6. Товарность в зависимости от срока созревания (обозначения см. рис. 3)

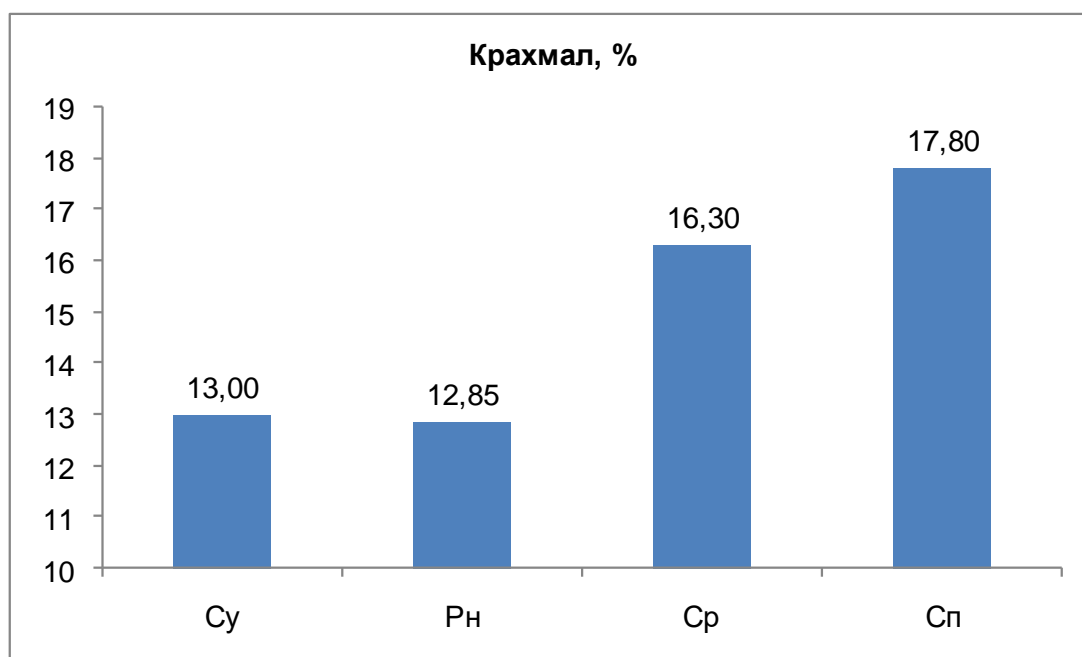


Рис. 7. Содержание крахмала в зависимости от срока созревания

Анализ рисунков 4, 5, 7 показал, что содержание веществ, определяющих качество клубней картофеля (сухое вещество, крахмал, аскорбиновая кислота), увеличивается в зависимости от увеличения сроков созревания. Суперранние и раннеспелые сорта картофеля имеют содержание этих веществ меньшее, чем сорта картофеля среднеранних и среднепоздних сортов созревания.

Анализ рисунка 7 также показал аналогичную зависимость, так как товарность клубней картофеля увеличивается от суперранних (59,1 %) к среднепоздним (90,1 %) почти в 1,5 раза. Более высокое содержание крахмала, накапливаемого в клубнях картофеля, увеличивает их товарность.

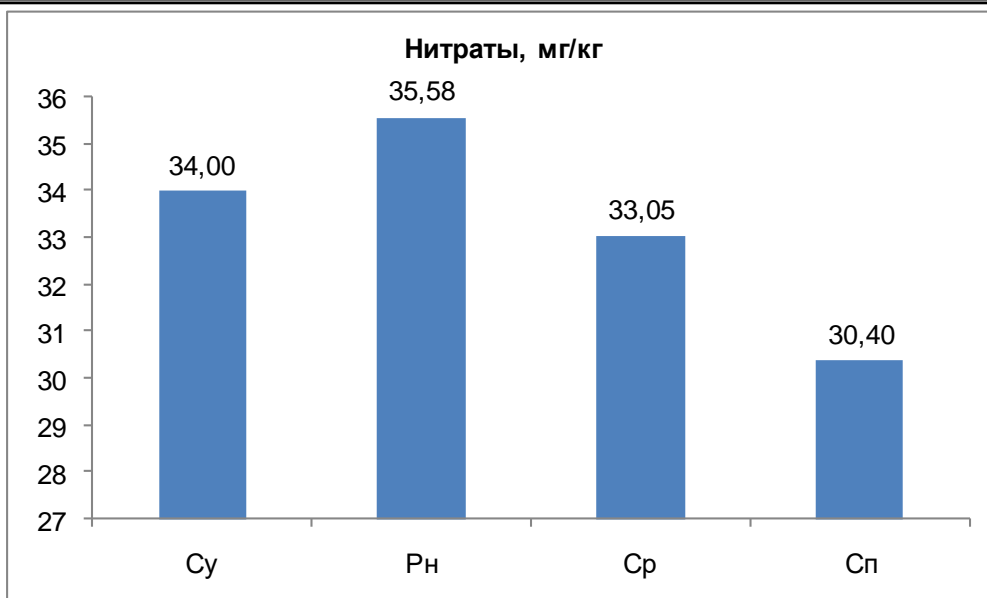


Рис. 8. Содержание нитратов в зависимости от срока созревания

Содержание нитратов в клубнях картофеля зависит как от фонового их накопления в почве, так и от использования минеральных удобрений.

Анализ рисунка 8 показал, что ранние сорта картофеля имеют большее содержание нитратов (35,9 %) по сравнению с среднепоздними сортами картофеля (30,4 %), что возможно объяснить «промыванием» гумусового горизонта почв летними осадками.

Дисперсионный анализ показал, что группа сортов «суперранний + раннеспелые» статистически значимо ($p < 0,01$) уступает группе «среднеспелые + среднеранний» по среднему содержанию крахмала (12,88 против 16,80 %). А также статистически значимо ($p < 0,05$) превышает эту группу по содержанию нитратов (35,26 против 32,17 мг/кг).

Выводы

1. В связи с климатическими особенностями юга Сибирского региона в картофелеводстве в основном выращивают сорта картофеля с ранними (раннеспелые, среднеранние) сроками созревания.

2. Содержание сухого вещества и крахмала (важнейшего углевода) является одними из основных показателей качества клубней картофеля. В зависимости от сроков созревания наблюдается увеличение этих показателей у клубней картофеля с более поздними сроками созревания:

среднеранние (Краса Мещеры, Лилея) и среднепоздний (Тулеевский).

3. Содержание аскорбиновой кислоты, относящейся к биологически активным веществам, увеличивается пропорционально срокам созревания сортов картофеля и достигает максимального значения в клубнях среднепозднего сорта картофеля Тулеевский.

4. Среднепоздний сорт картофеля Тулеевский обладает лучшими качественными характеристиками клубней картофеля, а также сохранностью товарного вида при стандартных условиях хранения в картофелехранилище (до 90 %).

Список источников

1. Анисимов Б.В. Картофелеводство России: производство, рынок, проблемы семеноводства/ Совершенствование технологии возделывания картофеля. Пенза, 2000. С. 3–12.
2. Демиденко Г.А. Качественная характеристика клубней картофеля в зависимости от применения минеральных удобрений // Вестник КрасГАУ. 2021. № 10. С. 209–215.
3. Демиденко Г.А. Влияние технологии охлаждения и типов вентиляции на содержание биологически активных веществ в картофеле при хранении // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 174–180. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-174-180.

4. Демиденко Г.А., Хижняк С.В. Технология стабилизации содержания сахаров и крахмала в клубнях картофеля при хранении в картофелехранилищах с разными типами вентиляции // Вестник КрасГАУ. 2021. № 9. С. 200–207. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-174-180.
5. Demidenko G.A., Khizhnyak S.V., Tipsina N.N., Strupan E.A., Sizykh O.A. Effekt of storage method on ascorbic acid content in potato. IOP Conf.Series: Earth and Environmental Science 848 (2021) 0120042. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012042.
6. Демиденко Г.А., Титова Е.В. Экологический анализ состояния агроэкосистем: лаб. практикум / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2003. 88 с.
7. ГОСТ 7194-81. Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества. М.: Стандартинформ. 2010. 12 с.
8. Иберла К. Факторный анализ. М.: Статистика, 1980. 398 с.
9. Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики. М.: Финансы и статистика, 1982. 344 с.
10. Хижняк С.В., Пучкова Е.П. Математические методы в агроэкологии и биологии: учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. 240 с.
3. Demidenko G.A. Vliyanie tehnologii ohlazhdeniya i tipov ventilyacii na sodержanie biologicheskii aktivnykh veshchestv v kartofele pri hranenii // Vestnik KrasGAU. 2021. № 2. S. 174–180. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-174-180.
4. Demidenko G.A., Hizhnyak S.V. Tehnologiya stabilizacii sodержaniya saharov i krahmala v klubnykh kartofelya pri hranenii v kartofelehranilishchah s raznymi tipami ventilyacii // Vestnik KrasGAU. 2021. № 9. S. 200–207. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-174-180.
5. Demidenko G.A., Khizhnyak S.V., Tipsina N.N., Strupan E.A., Sizykh O.A. Effekt of storage method on ascorbic acid content in potato. IOP Conf.Series: Earth and Environmental Science 848 (2021) 0120042. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012042.
6. Demidenko G.A., Titova E.V. `Ekologicheskij analiz sostoyaniya agro`ekosistem: lab. praktikum / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2003. 88 s.
7. GOST 7194-81. Kartofel' svezhij. Pravila priemki i metody opredeleniya kachestva. M.: Standartinform. 2010. 12 s.
8. Iberla K. Faktornyj analiz. M.: Statistika, 1980. 398 s.
9. Pollard Dzh. Spravochnik po vychislitel'nym metodam statistiki. M.: Finansy i statistika, 1982. 344 s.
10. Hizhnyak S.V., Puchkova E.P. Matematicheskie metody v agro`ekologii i biologii: ucheb. posobie / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2019. 240 s.

References

1. Anisimov B.V. Kartofelevodstvo Rossii: proizvodstvo, rynek, problemy semenovodstva/ Sovershenstvovanie tehnologii vzdelyvaniya kartofelya. Penza, 2000. S. 3–12.
2. Demidenko G.A. Kachestvennaya harakteristika klubnej kartofelya v zavisimosti ot prime-

