

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОСФОРА В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ С ЖЕЛТОЙ И ЦВЕТНОЙ МЯКОТЬЮ

К.Н. Хомякова^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Тверь

² ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

В работе исследовано содержание фосфора в клубнях картофеля с желтой мякотью (сорт Гала), розовой мякотью (сорт Сюрприз) и синепестрой мякотью (сорт Северное сияние).

Ключевые слова: картофель с желтой и цветной мякотью, фосфор, химический анализ

Картофель принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур. В мировом производстве продукции растениеводства он занимает одно из первых мест наряду с рисом, пшеницей и кукурузой.

Агроклиматические условия Верхневолжья, в том числе Тверской области, в большей мере соответствуют особенностям биологического развития картофеля. Один из главных факторов, определяющих здесь рост урожайности и качества урожая, – это наличие сортов, способных наиболее полно реализовать свой генетический потенциал в почвенно-климатических условиях региона. По мнению ряда авторов, влияние генетических характеристик сорта на величину и качество урожая может составлять от 30 до 70 % в зависимости от погодных условий и технологий его возделывания [1].

Чтобы снизить зависимость производства картофеля от импорта иностранных сортов, требуется создание новых отечественных сортов, и изучение возможностей их генетического потенциала в разных экологических условиях [2].

Повышение диетической ценности картофеля является новым направлением селекции картофеля. Создание сортов с красной, синей или фиолетовой кожурой и мякотью клубней – сегодня активно развивается за рубежом. Стараются не отставать от новых мировых тенденций и российские ученые. Учитывая возрастающий интерес населения к новым экзотическим продуктам питания и их значение для здоровья, велика вероятность того, что вскоре спрос на диетический картофель может значительно превысить предложение. Поэтому создание сортов картофеля с цветной мякотью становится одним из перспективных направлений селекционной работы.

По данным ученых, ценность «цветного» картофеля заключается в повышенном содержании антиоксидантов, и чем насыщенней цвет мякоти, тем больше их количество. Использование в пищу диетического картофеля помогает защитить организм от многих серьезных заболеваний. Ученые рекомендуют ежедневно использовать в пищу овощи и фрукты, в состав которых входят антиоксиданты.

Употребление в пищу картофеля с разноцветной мякотью резко снижает развитие некоторых онкологических заболеваний, атеросклероза, укрепляет стенки кровеносных сосудов, ингибирует накопление холестерина в организме, а также улучшает зрение человека. Причиной разноцветной окраски являются пигменты, содержание которых непосредственно связано с содержанием антиоксидантов.

Установлено, что некоторые сорта картофеля с красной мякотью могут быть успешно использованы в качестве сырья для производства пищевых красителей. В последнее десятилетие картофель с фиолетовой и красной мякотью был предложен как новый источник естественных пищевых красителей, которые нетоксичны и не наносят вреда организму. По свидетельству [3], в США уже налажено производство цветных чипсов, в Южной Корее из цветного картофеля производят мыло и косметические средства (омолаживающие маски для лица).

Фиолетовая картошка в настоящее время относится к категории деликатесов. Но благодаря упорному труду отечественных селекционеров вполне реально, что скоро она станет доступной любой категории населения, так как приносит пользу для организма человека.

Повышение продуктивности растений возможно в процессе оптимизации их минерального питания. Для определения необходимого количества того или иного элемента для оптимального развития растений и формирования урожая нужно определить содержание их в хозяйственно ценных органах, в частности – в клубнях.

Учитывая, что фосфор – один из трех главных химических элементов питания растений, влияющих как на урожайность картофеля, так и на его вкусовые свойства, мы осуществили сравнительный анализ содержания фосфора в клубнях картофеля с желтой мякотью (сорт Гала), розовой мякотью (сорт Сюрприз) и синепестрой мякотью (сорт Северное сияние).

Фосфор отвечает за ускорение формирования корневых систем растений. Причем основное количество фосфора потребляется в первые фазы развития и роста всходов. Фосфорные соединения обладают способностью легко перемещаться из старых тканей в молодые, поэтому растения наиболее чувствительны к содержанию фосфора в семенном материале на самом раннем этапе роста, когда еще слабо развитая корневая система обладает низкой усвояющей способностью. Поэтому важно контролировать содержание фосфора в семенном материале, из которого этот химический элемент поступает в ростки и корни всходов.

Физиологическое значение фосфора определяется тем, что он входит в состав ряда органических соединений, таких, как нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК), нуклеотиды (АТФ, НАД, НАДФ), нуклеопротеиды, витамины и многих других соединений, играющих центральную роль в обмене веществ. Фосфолипиды являются компонентами биологических мембран, причем именно присутствие фосфата в их структуре обеспечивает гидрофильность, т.к. остальная часть молекулы липофильна. Многие витамины и их производные, содержащие фосфор, являются коферментами и принимают непосредственное участие в каталитических реакциях, ускоряющих течение важнейших процессов обмена (фотосинтез, дыхание и др.). Фосфор содержится в составе такого органического соединения как фитин (Са—Mg соль инозитфосфорной кислоты), который является основной запасной формой фосфора в растении. Важным соединением, содержащим фосфорные связи, является АТФ. Фосфорная кислота, поступая в живые клетки корня, быстро включается в состав нуклеотидов, образуя АМФ и АДФ. Далее, в процессе субстратного и окислительного фосфорилирования (анаэробная и аэробная фазы дыхания) образуется АТФ. Образовавшаяся АТФ используется на активацию сахаров, аминокислот, синтез нуклеиновых кислот, белков и на другие процессы. [4].

Экспериментальная часть

Сущность фотометрического метода анализа фосфора заключается в минерализации проб способом сухого озоления с образованием солей ортофосфорной кислоты и последующем фотометрическом определении фосфора в виде окрашенного в желтый цвет соединения — гетерополикислоты, образующегося в кислой среде в присутствии ванадат- и молибдат-ионов.

Приготовление растворов

Раствор № 1.

Один объем концентрированной азотной кислоты разводили двумя объемами дистиллированной воды и перемешивали.

Раствор № 2.

Взвешенные на технических весах 2,5 г ванадиевокислого аммония растворяли в нагретой до кипения дистиллированной воде. После охлаждения, добавляли 20 см³ концентрированной азотной кислоты и доводили объем раствора дистиллированной водой до 1000 см³ при перемешивании.

Раствор № 3.

Взвешенные на технических весах 50 г молибденовокислого аммония растворяли в горячей (свыше 75 °С) воде, охлаждали и доводили объем раствора дистиллированной водой до 1000 см³ при перемешивании.

Раствор № 4.

Равные объемы растворов № 1, 2, 3 последовательно смешивали и фильтровали.

Стандартный раствор фосфата (раствор №5).

Взвешенные 4,393 г однозамещенного фосфорнокислого калия, высушенного при температуре 100—105°C, растворяли в дистиллированной воде и переносили в мерную колбу вместимостью 1000 см³. В 1 см³ основного раствора содержится 1 мг фосфора.

Проведение испытания

В предварительно прокаленный, охлажденный в эксикаторе и взвешенный на аналитических весах тигель помещали навеску каждого образца высушенного при 65°C и измельченного картофеля. Тигель помещали в муфельную печь и нагревали до 200—250 °С (до образования дыма). После прекращения выделения дыма температуру в печи увеличивали до (525±25) °С и прокаливали 4—5 ч. Отсутствие несгоревших частиц угля и равномерный светло-серый цвет золы указывал на полное озоление навески. После охлаждения в золу добавляли 1 см³ соляной кислоты (1:1) и 5—10 см³ дистиллированной воды, тщательно перемешивали и переносили в рабочую мерную колбу. Аликвоту для анализа брали, не взмучивая осадка.

Из растворов озолотых разных образцов картофеля переносили по 10 см³ раствора в мерную колбу вместимостью 50 см³, добавляли 5 см³ раствора № 1 и 15 см³ окрашивающего раствора № 4 с последующим доведением объемов дистиллированной водой до метки.

Через 30 мин окрашенные растворы фотометрировали в кюветах с толщиной просвечиваемого слоя 10 мм при длине волны 450 нм.

Результаты и их обсуждение

Для анализа на содержание фосфора были выбраны образцы картофеля, выращенного на землях Тверской государственной сельскохозяйственной академии в 2023 году, сортов: Гала, Сюрприз и Северное сияние.

Сорт Гала был выбран для исследования как наиболее востребованный семенной картофель на сегодняшний день в стране. В общем объеме сертифицированного семенного картофеля, использованного на товарных посадках, количество этого сорта составляет 17,3 тыс. т [5]. Это среднеранний столовый сорт немецкой селекции с желтой мякотью.

Сорт Сюрприз относится к среднеспелым сортам столового картофеля, допущенный к использованию с 2021 года и выведен ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» в ходе реализации программы по целенаправленной селекции новой группы перспективных сортов картофеля. В условиях импортозамещения преодоление зависимости от

завоза семенного материала возможно лишь при условии увеличения конкурентоспособности вновь создаваемых сортов отечественной селекции и повышения объемов производства сертифицированного семенного картофеля [6]. Сорт Сюрприз имеет ярко-розовую окраску кожуры и мякоти клубней. Создание сортов с пигментированной мякотью клубней, которые из-за высокого содержания антоцианов и каротиноидов отличаются повышенной антиоксидантной активностью по сравнению с образцами, имеющими желтую мякоть клубней.

Сорт Северное сияние (Purple creamer, что в переводе означает сливочно-фиолетовый) к относится к среднеспелым сортам столового картофеля с синестрой мякотью. Оригинаторами этого сорта являются ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха и ООО «Редкинская агропромышленная компания». В его мякоти каротиноидов и антоцианов в 2,5 раза больше, чем в экземплярах с желтой или белой мякотью. Повышенные концентрации фотосинтетических пигментов обеспечивают лучшую адаптацию меристемных растений картофеля к нестерильным условиям выращивания *in vivo* за счет быстрого и стабильного перехода к автотрофному питанию [7].

Результаты фотометрического анализа фосфора в различных образцах картофеля представлены на калибровочном графике (Рис. 1).

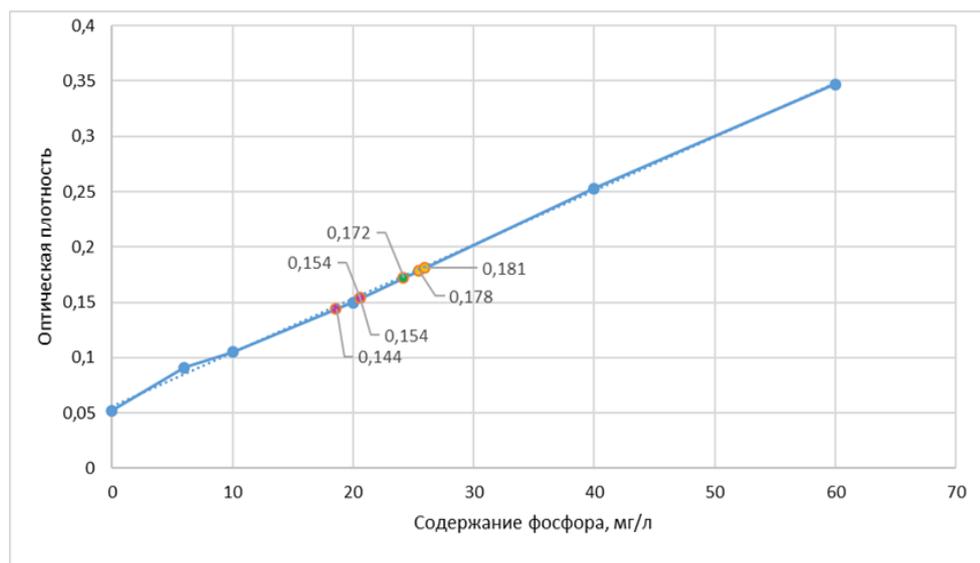


Рис 1. Содержание фосфора в растворах исследованных образцов картофеля

Пересчет показаний фотометрических измерений концентрации фосфора в приготовленных растворах образцов картофеля в массовые доли (%) фосфора, рассчитанные относительно картофеля, высушенного до воздушно-сухого состояния при температуре 65 °С, показал следующие результаты:

- содержание фосфора в сорте Гала – 0,258 %;
- содержание фосфора в сорте Сюрприз – 0,234 %;
- содержание фосфора в сорте Северное сияние – 0,203 %.

Полученные результаты свидетельствуют о достаточном содержании фосфора в клубнях анализируемых сортов картофеля, чтобы обеспечить как хорошие вкусовые качества этих сортов, так и необходимое количество фосфора для эффективного потребления в первые фазы развития и роста всходов.

Полученные результаты можно использовать для расчета примерной потребности растений в фосфоре для формирования оптимального уровня урожая.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ № 23-76- 01058.

Список литературы

1. Первые результаты эколого-географического испытания новых районированных сортов картофеля / Сташевски Э., Кузьмина О.А., Вологин С.Г. Гизатуллина А.Т., Гимаева Е.А., Сафиуллина Г.Ф., Киру С.Д., Шабанов А.Э., Сафонова А.Д., Полухин Н.И., Журавлева Е.В. // Земледелие, 2019, №6, С. 43-48.
2. Жевора С.В. Экологическая адаптивность перспективных сортов картофеля отечественной селекции и экономическая оценка // Земледелие, 2019, №5, С. 30-34.
3. Патент РФ №2715696, опублик. 02.03.2020 г. Способ возделывания картофеля с цветной мякотью / Авторы: Усанова З.И., Прядеин С.Е., Петрова Л.И.
4. Агрохимия биогенных элементов: учеб. пособие / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, И.А. Лебедевский, М.А. Осипов – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 223 с.
5. Симаков Е.А., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Митюшкин Ал-р В., Гайзатулин А.С., Салюков С.С., Овечкин С.В., Семенов В.А. Селекция конкурентоспособных сортов картофеля для различного назначения // Картофель и овощи, 2023, №1, С. 35-39.
6. Симаков Е.А., Анисимов Б.В. Современные системы семеноводства – важнейший фактор повышения эффективности производства картофеля // Картофель и овощи, 2009, № 10, С. 2–6.
7. Бакунов А.Л., Милехин А.В., Рубцов С.Л., Шевченко С.Н. Содержание фотосинтетических пигментов как косвенный признак устойчивости сортов картофеля к высоким температурам воздуха и недостаточному увлажнению // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2020, 5(2), С. 8-13.

Об авторе:

ХОМЯКОВА Карина Николаевна – студентка 1-го курса магистратуры химико-технологического факультета, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», e-mail: karinakazaza@gmail.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF PHOSPHORUS IN POTATO TUBERS WITH YELLOW AND COLORED PULP

K.N. Khomyakova^{1,2}

¹*Tver State University, Tver*

²*Tver State Agricultural Academy, Tver*

The work investigated the content of phosphorus in potato tubers with yellow pulp (Gala variety), pink pulp (Surprise variety) and bluegrass pulp (Northern Lights variety).

Keywords: *potatoes with yellow and colored pulp, phosphorus, chemical analysis*

Дата поступления в редакцию: 01.11.2023.

Дата принятия в печать: 22.11.2023.