

«Исследование химического состава клубней картофеля»

Биология

Гвоздева Ева Дмитриевна, 7 класс

МОУ СОШ с УИОП № 16, МБОУ ДО Кванториум

Слесарева Татьяна Эдуардовна, педагог дополнительного образования
МОУ СОШ с УИОП № 16, МБОУ ДО Кванториум

Введение.

Картофель – самый распространенный в нашей стране и по всему миру овощ. Клубни картофеля - важный пищевой продукт. Картофель — источник длинных углеводов, которые дают организму энергию, расщепляясь в течение дня, клетчатки в нем не очень много, однако крахмал необходим для полезных бактерий в кишечнике. Но у картофеля есть недостаток - высокое содержание калорий и углеводов. Качественный и количественный состав клубней картофеля зависит от сорта, условий выращивания (климатических, погодных, типа почвы, применяемых удобрений, агротехники возделывания), зрелости клубней, сроков и условий хранения [3].

Цель работы: исследование химического состава клубней картофеля разного возраста и сортов.

Задачи работы: провести серию опытов по исследованию химического состава клубней картофеля; сравнить химический состав клубней картофеля разного возраста и сортов.

Объект исследования: клубней картофеля разного возраста и сортов.

Предмет исследования: химический состав клубней картофеля разного возраста и сортов.

Гипотеза: химический состав клубней картофеля разного возраста и сортов будет одинаков, но могут быть отличия в концентрации веществ.

Обзор литературы.

Картофель, или паслён клубненосный (лат. *Solánium tuberósum*), — вид многолетних клубненосных травянистых растений из рода Паслён (*Solanum*) семейства Паслёновые (*Solanaceae*). Родина картофеля — Южная Америка.

Введение картофеля в культуру было начато примерно 9-7 тысяч лет тому назад на территории современной Боливии. Появление в России картофеля, как правило, связывают с именем Петра I. Картофель культивируется в умеренной климатической зоне, клубни картофеля составляют значительную часть пищевого рациона народов Северного полушария. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН объявила 2008 год «Международным годом картофеля», а в 1995 году картофель стал первым овощем, выращенным в космосе. В среднем картофель содержит (в %): воды 75; крахмала 18,2; азотистых веществ (сырой белок) 2; сахаров 1,5; клетчатки 1; жиров 0,1; титруемых кислот 0,2; веществ фенольной природы 0,1; пектиновых веществ 0,6; прочих органических соединений 1,6; минеральных веществ 1,1. Различают сорта картофеля с высоким содержанием сухих веществ (более 25%), средним (22-25%) и низким (менее 22%) [4]. Максимальное содержание сухого вещества в клубнях 36,8%, крахмала 29,4%, белка 4,6%, витаминов С, В1, В2, В6, РР, К и каротиноидов. В нем содержатся минеральные соли калия, фосфора, магния, аскорбиновая и фолиевая кислоты, витамины группы В, РР, каротин [5].

Моно- и олигосахариды. Сахара в картофеле представлены глюкозой (около 65 % к общему сахару), фруктозой (5 %) и сахарозой (30 %), в незначительном количестве встречается мальтоза, обычно при прорастании картофеля. В зрелом картофеле сахаров немного (0,5—1,5 %), но они могут накапливаться (до 6 % и более) или исчезать полностью, что наблюдается при длительном хранении. Решающим фактором при этом является температура. Установлено, что при температуре 10 °С в 1 кг клубней образуется 35,8 мг сахара и столько же расходуется, при меньшей температуре (0-10 °С) — наблюдается накопление сахара в клубне (по достижении определённого уровня содержание сахаров остаётся постоянным), а при температуре большей 10 °С сахар больше расходуется, чем образуется. Накопление сахара можно регулировать, изменяя температуру хранения. Повышение содержания сахаров более чем на 1,5-2 % отрицательно сказывается на качестве картофеля (при варке он темнеет, приобретает сладкий вкус и др.) [3].

Крахмал. В клубнях картофеля на 23,7% сухого вещества большая часть приходится на крахмал. Крахмал составляет 70-80% всех сухих веществ клубня. Находится крахмал в клетках в виде слоистых крахмальных зёрен размером от 1 до 100 мкм, но чаще 20-40 мкм. В процессе хранения количество крахмала в клубнях уменьшается в результате гидролитического распада его до сахаров. В большей мере снижается содержание крахмала при низкой температуре (1-2 °С). Сахара в картофеле представлены глюкозой (около 65 % к общему сахару), фруктозой (5 %) и сахарозой (30 %), в незначительном количестве встречается мальтоза, обычно при прорастании картофеля [3].

Каталаза. К основным ферментам, содержащимся в картофеле, относят: оксидазы (каталаза, пероксидаза), гидролазы (амилаза, сахараза), эстеразы (фосфорилаза). Каталаза относится к ферментам антиоксидантного действия. Каталаза является катализатором в реакции разложения пероксида водорода на воду и молекулярный кислород. Она разрушает пероксид водорода, который способствует образованию гидроксильного радикала, являющегося токсичной формой кислорода, вызывает свободнорадикальные окисления в организме, что приводит к нарушению структуры молекул. Активность каталазы в разных сортах картофеля колеблется в пределах от 0,2 до 2,82 [4].

Нитраты. Наука определила нормы содержания нитратов в картофеле и продуктах из него - 250 мг/кг. Однако эти нормы - не гарантия в плане безопасности для здоровья. Все зависит от того, сколько продукта, содержащего нитраты, вы съедаете. Норма в 500 мг нитратов в день считается допустимой, а уже в 600 мг - токсичной. Чем дольше хранится молодой картофель, тем меньше в нем становится нитратов. Со временем нитраты переходят в белковые и азотистые соединения, которые безопасны для здоровья. В ранней картошке тоже можно уменьшить содержание нитратов – достаточно соскоблить кожуру, а затем отварить картофель. Результаты проверки картофеля на нитраты показало: польза молодой картошки преувеличена. И она может быть даже опасна. Если вы с опасением относитесь к нитратам, то перед варкой или жаркой картофеля оставьте очищенные клубни

на 30 минут в воде и дважды ее поменяйте. Для того, чтобы выявить содержание в клубнях химических веществ и нитратов, достаточно провести ногтем по картофелине, пояснила она. Если вы заметите влагу, покупать такой картофель не стоит, картошка без нитратов влагу выделять не будет [4].

Соланин. Соланин - сложный растительный яд, содержащийся в семействе паслёновых с токсическими свойствами. Токсин устойчив к температурному воздействию, поэтому при термической обработке продуктов в домашних условиях не разрушается. Симптомы отравления развиваются постепенно, что связано с особенностями всасывания соланина. В больших дозах употребление соланина приводит к разрушению эритроцитов в крови, нарушению функций центральной нервной системы. При ослабленном иммунитете последствия отравления соланином могут быть фатальными. Нейтрализуют яд кислые напитки и в определённой степени слабый раствор марганцовки и уксус, что помогает в лечении таких отравлений. В остальном лечение не отличается от общего алгоритма действий при интоксикациях. Распределяется соланин в картофеле неравномерно. Большая концентрация под кожурой, в глазках или зеленых ростках. Очень мало содержится токсина в спелом картофеле при правильном хранении сроком до 3 месяцев. Через полгода в клубнях начинает возрастать количество соланина и больше всего его находится в позеленевшем пророщенном картофеле. В спелом клубне картофеля содержится 0,05% соланина, в отличие от молодого, зеленого или проросшего овоща. Соланин содержится в представителях семейства паслёна. Его находят во всех частях растения, меньше всего в корнеплодах. Теоретически вероятность интоксикации соланином появляется, если употреблять в пищу варёный пророщенный картофель с кожурой, зелёные картофельные очистки. Но так как этого практически никто не делает, поэтому крайне редко фиксируются такие случаи отравления соланином из картофеля. Если на клубнях появились зелёные участки, их необходимо срезать вместе с кожурой. Важно уметь правильно хранить картофель. Перед зимовкой выкопанный урожай хорошо просушивают и держат в погребе, подвале или

другом месте. Важно, чтобы там было прохладно, сухо, работала вентиляция — клубни начинают портиться в тепле и сырости. При прорастании в корнеплодах количество соланина сильно увеличивается [5].

Титруемые кислоты. В картофеле содержится лимонная, щавелевая, молочная и яблочная кислоты. Больше всего содержится лимонной кислоты до 0,4-0,6%. У здорового картофеля общая титруемая кислотность, обусловленная солями фосфорной, лимонной и других кислот, составляет около 40 мл 0,1 н. раствора едкого натра на 100 г сырого картофеля, рН сока колеблется от 5,8 до 6,6. Кислотность картофеля сильно возрастает при гниении, что затрудняет осаждение и отделение в процессе производства крахмала от примесей [3].

Хлорогеновая кислота. В процессе роста в клубнях картофеля накапливается хлорогеновая кислота, которая при тепловой обработке образует с ионами железа прочное соединение тёмного цвета. Такое потемнение обусловлено низким содержанием в клубнях калия. Появление пятен объясняется неравномерным распределением хлорогеновой кислоты в клубне. В большинстве случаев такой реакции препятствует лимонная кислота, за образование которой в клубнях отвечает калий. Чтобы исключить эту проблему, в почву вносят бесхлорные, калийные удобрения. Ухудшает качество картофеля недостаток кислорода в почве и нарушение условий хранения (температура более 7 градусов, высокая влажность воздуха). Хлорогеновые кислоты — мощнейшие антиоксиданты природного происхождения. Хлорогеновые кислоты играют важнейшую роль в метаболизме человека, они обладают противодиабетическими, противовоспалительными, обезболивающими и антибактериальными свойствами и способствуют снижению артериального давления [4].

Методы исследования.

Для проведения исследований были использованы опыты по выявлению содержания в картофеле: моно- и олигосахаридов, крахмала, каталазы, нитратов, соланина, титруемых кислот, хлорогеновой кислоты [1; 2].

Опыт по выявлению содержания в картофеле моно- и олигосахаридов (универсальная реакция). Оборудование и реактивы: тертый сырой картофель, штатив с пробирками, раствор КОН (конц.), медного купороса CuSO_4 (30%), спиртовка, держатель для пробирок. В пробирку с тертым картофелем прилить 8-10 капель раствора КОН (концентрированный) слегка встряхнуть пробирку. Добавить и 3-4 капли раствора CuSO_4 (30%). Содержимое пробирки нагреть до кипения. Наблюдать изменение окраски на ярко-оранжевый. Поставить пробирку в штатив, наблюдать появление красноватого осадка, доказывающего наличие моносахаридов, олигосахаридов. Яркость цвета объясняет большое содержание их в данном сорте.

Опыт по обнаружению крахмальных зерен в клубнях картофеля. Оборудование и реактивы: клубни картофеля, микроскоп, покровные и предметные стекла, скальпель, дистиллированная вода. С кусочка клубня картофеля соскоблить немного мякоти на предметное стекло, добавить немного дистиллированной воды и размешать до помутнения жидкости. Полученную мутную каплю накрыть покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом.

Опыт по выявлению содержания в картофеле каталазы. Оборудование и реактивы: клубни картофеля, фарфоровая ступка с пестиком, 3% раствор H_2O_2 , 1% раствор гидрохинона, воронки, пробирки, лезвия, пипетки, фильтровальная бумага. В растительных тканях в процессе окисления ряда веществ под действием оксидаз образуется перекись водорода: $\text{AH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{A} + \text{H}_2\text{O}_2$. В значительных количествах перекись оказывает токсическое действие на цитоплазму клеток. Обезвреживание перекиси выполняет Fe-содержащий фермент – каталаза: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. Кусочек очищенного клубня картофеля – 10-15 г измельчить и растереть в фарфоровой ступке с 2-3 мл дистиллированной воды. Добавить еще 8-10 мл воды, перемешать смесь, отфильтровать в сухую пробирку. К 3 мл вытяжки добавить 2 мл 3% H_2O_2 , понаблюдать за появлением пузырьков кислорода.

Опыт по выявлению содержания в картофеле нитратов. Количество нитратов в клубнях картофеля определяется с помощью нитрат-тестера.

Опыт по выявлению содержания в картофеле соланина (качественная проба). Оборудование и реактивы: фарфоровые чашки, нож, уксусная кислота CH_3COOH (80-90%), концентрированная серная кислота H_2SO_4 , перекись водорода H_2O_2 (5%), пипетка. С клубня картофеля делают несколько срезов толщиной 1 мм в том числе в участках около глазков. Срезы поместить в фарфоровые чашки. Нанести на них по каплям сначала уксусную кислоту (80%-й раствор), а затем концентрированную серную кислоту и несколько капель 5%-й перекиси водорода. Наблюдать в местах среза, содержащих соланин, появление темно-малиновое или красное окрашивание.

Опыт по выявлению содержания в картофеле титруемых кислот. Оборудование: клубни картофеля, терка, плотная ткань, коническая колба, штатив, бюретка, дистиллированная вода, фенолфталеин, 0,1Н – раствор NaOH. С помощью терки получите картофельный сок и профильтруйте его через плотную ткань. Поместите 10 мл сока в коническую колбу и разбавьте его дистиллированной водой до 50 мл добавив 2-3 капли фенолфталеина. Титруем содержимое колбы, прибавляя по каплям из бюретки раствор щелочи с одновременным взбалтыванием колбы. Момент окончания титрования определите по появлению бледно-розовой окраски, не исчезающей при спокойном стоянии колбы в течение 1-2 мин. По бюретке отсчитайте (в мл) количество израсходованного на титрование 0,1 Н - раствора NaOH и рассчитайте общую кислотность (в %) по формуле:

$$X_m = \frac{a \cdot T \cdot c \cdot k \cdot 100}{n \cdot e}$$

Где: X_m -титруемая кислотность, %

а - количество затраченного на титрование 0,1 раствора NaOH, мл;

Т - поправка к титру 0,1 Н - раствора NaOH;

С - общий объем вытяжки, мл;

Н - навеска продукта, г;

е - объем вытяжки, взятый для титрования, мл;

к - коэффициент пересчета 0,1 Н раствора NaOH на преобладающую кислоту: для яблочной - 0,0067; лимонной - 0,0064; щавелевой - 0,0063.

Опыт по выявлению содержания в картофеле хлорогеновой кислоты.

Оборудование и реактивы: клубни картофеля, нож, раствор гидроксида натрия NaOH 10%, пипетка. На срез картофельного клубня нанести небольшое количество 10% раствора гидроксида натрия. Появление желтой окраски на срезе, свидетельствует о содержании в клубне картофеля хлорогеновой кислоты. Результат окрашивания клубней оценить визуально.

Результаты исследования.

В 2024 году автором работы были проведены исследования клубней картофеля по представленной методике.

Появление красноватого осадка, который доказывает наличие в продукте моносахаридов и олигосахаридов больше всего наблюдалось в сильно пророщенных клубнях старого урожая сортов Кроне и РедФентези и молодом картофеле сорта казахстанский. Яркость цвета объясняет большое содержание их в данном сорте.

Опыт доказал информацию, которую выяснили из литературных источников: в зрелом картофеле сахаров немного. При прорастании картофеля кроме глюкозы, фруктозы и сахарозы еще добавляется мальтоза.

Однако, сахаров в молодом картофеле должно быть гораздо меньше, чем в старом картофеле. В процессе хранения количество крахмала в клубнях уменьшается в результате гидролитического распада его до сахаров. Результаты опыта противоречат данной информации или таков сорт казахстанский, в котором даже в молодом клубне много сахаров.

Крахмальные зерна обнаружены во всех исследуемых клубнях картофеля. Больше всего их в сортах Адретта и Лабелла (старый урожай, слабо пророщенный). В процессе хранения количество крахмала в клубнях уменьшается в результате гидролитического распада его до сахаров. Малое количество крахмальных зерен в молодом картофеле сорта казахстанский удивляет или заставляет задуматься об условиях его хранения при перевозке для продажи - в большей мере снижается содержание крахмала при низкой температуре (1-2 °C).

В каждом исследованном клубне картофеля каталаза в наличии. Наибольшее количество каталазы наблюдается в сильно пророщенных клубнях старого урожая сортов Кроне и РедФентези. Так как в растительных тканях в процессе окисления ряда веществ под действием оксидаз образуется перекись водорода, она в значительных количествах оказывает токсическое действие на цитоплазму клеток. И обезвреживание перекиси выполняет Fe-содержащий фермент – каталаза.

Возможно наличие в клубнях данных сортов большого количества каталазы связано именно с тем, что клубни старые, пророщенные и в них образовалось много перекиси водорода, а значит, и каталазы, которая выделяясь в большом количестве, защищала цитоплазму клеток от окисления.

Во всех исследуемых клубнях картофеля содержание нитратов соответствует норме, больше всего нитратов в слабо пророщенных клубнях старого урожая сортов Адретта и Лабелла, меньше всего в сильно пророщенных клубнях старого урожая сортов Кроне и РедФентези и молодом картофеле сорта казахстанский.

Во всех исследуемых клубнях картофеля соланин отсутствует, что свидетельствует о правильном хранении картофеля и его безвредности для применения в пищу. В результате титрирования выяснилось, что в соке всех клубней есть титруемые кислоты, но содержатся в разном количестве. Наибольшая кислотность (но в пределах нормы) у клубней сорта Лабелла, среднее – у Адретты, низкая кислотность в молодом и старом картофеле.

Хлорогеновая кислота обнаружилась во всех клубнях. Но в разном количестве меньше всего – в клубнях сорта Адретта (не пророщенном и слабо пророщенном), молодом картофеле. Больше всего хлорогеновой кислоты в клубнях сорта Лабелла (старый урожай, слабо пророщенные) в сорте РедФентези (старый урожай, сильно пророщенный).

Выводы. В результате проделанной работы было выяснено, что опыты с картофелем подтвердили информацию о нем, находящуюся в литературных источниках. Гипотеза работы о том, что химический состав клубней картофеля

разного возраста и сортов будет одинаков, но могут быть отличия в концентрации веществ подтвердилось. Молодой, хранившийся в течение зимнего периода и старый сильно пророщенный картофель совсем незначительно отличается по концентрации различных веществ друг от друга. Весь картофель пригоден в пищу, содержит кислоты, крахмал, сахара, хлорогеновую кислоту, каталазу. Нитраты в норме, соланин отсутствует.

Рекомендации. Для сохранения полезных веществ, свойств и качеств у картофеля, его необходимо правильно выращивать, собирать и хранить. В среднем рекомендуется хранить картофель при температуре около +4...+6 °С и относительной влажности воздуха 85-90 % - это снизит риск прорастания, гниения и потери влаги. Не хранить на свету. Необходимо периодически осматривать клубни на предмет повреждений, прорастания или заболеваний. Проблемные экземпляры следует удалить. Тогда будет обеспечен максимальный срок хранения и сохранения качества урожая.

Список использованной литературы.

1. Дорогань Л.В., В.П. Филиппов Экологический практикум, 1995. — г. Комсомольск-на-Амуре, 40 с.

2. Практикум по основам сельского хозяйства. Учебное пособие для студентов биологических специальностей педагогических институтов. / И.М. Ващенко, К.П. Ланге, М.П. Меркулов, Т.Д. Олексенко – М.: Просвещение – 1991. – г. Москва, 431 с.

Интернет-источники:

3. <https://agropk.by/itma/kartofel-hranenie#:~:text>. (дата последнего обращения 27.02.2024)

4. https://vseosoke.ru/articles/health_and_beauty/polezniye%20svoistva%20chlorogenoviykh%20kislot/ (дата последнего обращения 27.02.2024)

5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D1%84%D0%B5%D0%BB%D1%8C> (дата последнего обращения 27.02.2024)