

УДК 633.49:631.526.3:581.19

ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Оксана ЗАВАДСКАЯ, Ангелина КОВТУН

Національний університет біоресурсів і природопольовання України, Україна

Abstract. Nutritional and biological value of potato tubers is determined by the content of basic biochemical components, and primarily – dry matter, carbohydrates, proteins, vitamins, etc. The amount of biologically valuable components also determines the suitability of tubers for processing or for long-term storage and it depends very much on the varietal characteristics. In this study, different potato varieties grown in the conditions of southern Polissya of Ukraine, were investigated according to their biochemical and organoleptic indices before and after the long-term storage. Six potato varieties were used in the experiment, and namely: three varieties of German origin (Adretta, Bellarosa, Vineta), two domestic varieties (Svitanok kyivs'kui, Borodyans'ka rozheva) and one Dutch variety (Condor). The highest nutritive and biological value after six months of storage was recorded by the tubers of the varieties Svitanok kyivs'kui (control variant) and Vineta. A high content of starch (18.6 and 17.2%, respectively) and ascorbic acid (15.5 and 15.6 mg%, respectively) was maintained in these two varieties. A close direct correlation between the starch content and taste of boiled tubers was established. As a result of the correlation analysis it was revealed that the sugar content in potato tubers significantly affect their susceptibility to rotting ($r = 0,84 \pm 0,11$). After six months of storage, the tubers of Vineta variety received the highest score for the complex of organoleptic characteristics. Consequently, for long-term storage, it is more advisable to grow the potato varieties Vineta and Svitanokkyivs'kui.

Key words: Potatoes; Storage; Biochemical indices; Dry matter; Starch; Sugars; Ascorbic acid

Реферат. Питательная и биологическая ценность клубней картофеля определяется содержанием основных биохимических соединений, в первую очередь – сухого вещества, углеводов, белков, витаминов и т.п. Количество биологически ценных компонентов определяет также пригодность клубней к переработке или длительному хранению и значительно зависит от сортовых особенностей. В статье представлены результаты исследования клубней картофеля разных сортов, выращенных в условиях южного Полесья Украины, по комплексу биохимических и органолептических показателей до и после длительного хранения. В опыте использовали шесть сортов картофеля, в частности: три сорта немецкого происхождения (Адретта, Беллароза, Винетта), два – отечественного (Свитанок киевский, Бородянский розовый) и один – нидерландского (Кондор). Наивысшую пищевую и биологическую ценность после шести месяцев хранения имели клубни сортов Свитанок киевский (контроль) и Винетта. В них сохранилось высокое содержание крахмала (18,6 и 17,2 % соответственно) и аскорбиновой кислоты – 15,5 и 15,6 мг %. Установлена тесная прямая корреляционная связь между содержанием крахмала и вкусом вареных клубней. В результате проведенного корреляционного анализа выявлено, что содержание сахаров в клубнях картофеля существенно влияет на склонность их к гниению ($r = 0,84 \pm 0,11$). После шестимесячного хранения высший балл по комплексу органолептических показателей получили клубни сорта Винетта. Установлено, что для длительного хранения наиболее целесообразно выращивать сорта Винетта и Свитанок киевский.

Ключевые слова: Картофель; Хранение; Биохимические показатели; Сухое вещество; Крахмал; Сахара; Аскорбиновая кислота

ВВЕДЕНИЕ

В Украине ежегодно выращивают более 20 млн. тонн клубней картофеля. Сезон потребления их в свежем виде непосредственно с поля достаточно короткий (3-3,5 месяца), то есть почти весь выращенный урожай нужно хранить в течение определенного периода. Картофель продовольственного и кормового назначения приходится хранить в свежем виде в течение 8-9 месяцев, семенной – 7-8. Таким образом, при сезонном производстве картофеля в нашей стране продолжительность периода ее хранения значительно превышает период выращивания (Скалецька, Л.Ф., Подпратов, Г.И., Сеньков, А.М. 2002).

Сорта картофеля имеют разное содержание сухих веществ, а, следовательно, – и воды. Они различны по биологическим и физиологическим свойствам, а потому интенсивность дыхания клубней и выход из состояния покоя тоже разные. Сорта различаются между собой также по физическим свойствам, от которых зависит транспортабельность, пористость, объемная масса и в целом – сохранность в течение определенного периода (Кретович, В.Л., Салькова, В.Т. 1990).

Многочисленными исследованиями установлено, что химический состав клубней и его изменения в процессе хранения зависят, прежде всего, от сорта. Однако эти показатели остаются не изученными для многих сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции. Поэтому одной из задач наших исследований была оценка основных биохимических и органолептических показателей клубней различной степени спелости картофеля разных сортов до и после длительного хранения с целью выделения наиболее пригодных из них к хранению.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в течение 2009-2010 гг. по методике однофакторных опытов (Єщенко, В.О., Копитко, П.Г., Опришко, В.П. 2005). Клубни исследуемых сортов выращивали на опытных участках сельскохозяйственного научно-производственного предприятия «Россия». Хозяйство находится в зоне Полесья Украины на правом берегу Днепра. По агроклиматическим и почвенным характеристикам, а также данным об условиях распространения вирусных инфекций, хозяйство расположено в наиболее благоприятной зоне для выращивания высококачественного картофеля.

Для опыта отобрали шесть сортов, в частности: три сорта немецкого происхождения (Адретта, Беллароза, Винетта), два – отечественного (Свитанок киевский, Бородянский розовый) и один – нидерландского (Кондор). Контрольные варианты определялись для каждой группы спелости отдельно. Для этого использовали отечественные, хорошо изученные и рекомендованные для зоны Полесья сорта. Из раннеспелых сортов для контроля использовали сорт Бородянский розовый, районированный в 1993 г., из среднеранних – сорт Свитанок киевский, зарегистрированный в 1987 г. (Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2009 р.).

Повторность закладки полевого опыта четырехкратная с рендомизацией. Учетная площадь в полевом опыте составляла 100 м². Агротехника выращивания клубней картофеля, принятая в производственных условиях. Биохимические и органолептические анализы клубней картофеля перед закладкой на хранение и после нее проводили в научно-учебной лаборатории кафедры технологии хранения, переработки и стандартизации продукции растениеводства Национального университета биоресурсов и природопользования Украины (г. Киев) по общепринятым методикам (Скалецька, Л.Ф., Подпратов, Г.И., Завадская, О.В. 2009). В частности из биохимических показателей определяли содержание сухого вещества, крахмала, сахаров и аскорбиновой кислоты. Органолептическую оценку проводили по 9-балльной шкале по комплексу следующих показателей: внешний вид, цвет, запах, вкус, устойчивость к потемнению. Хранили клубни в условиях стационарного углубленного хранилища без искусственного охлаждения. Температуру в хранилище поддерживали в пределах +1 – +5°C, относительную влажность воздуха – 85-90 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Установлено, что содержание сухого вещества в клубнях колебалось в пределах 20,2-27,8 %. Больше всего его было в клубнях сорта Свитанок киевский (контроль) – 27,8 % (Табл. 1).

Четкой зависимости между скороспелостью сорта и содержанием сухого вещества не наблюдалось. Между содержанием в клубнях крахмала и сухого вещества, как известно, существует прямая положительная корреляционная взаимосвязь. На этом базируется распространенный в практике метод быстрого определения сухих веществ и крахмала по удельной массе клубней. Наибольшее количество сухого вещества и крахмала накапливали клубни сорта Свитанок киевский (контроль) – 27,8 и 21,2 % соответственно.

Содержание сахаров в клубнях изучаемых сортов составляло от 0,44 до 0,62 % в зависимости от сорта. При этом общий показатель сахара не коррелировал с содержанием сухих веществ. Аскорбиновой кислоты содержалось от 14,1 до 20,4 мг %. По этому показателю также отличились сорта Свитанок киевский (контроль) и Кондор – 20,4 и 18,2 мг % соответственно. Следует отметить большее содержание этого витамина в среднеранних сортах (среднее по группе 15,9 мг %) по сравнению с раннеспелыми (среднее по группе 18,3 мг %). Данный факт можно объяснить тем, что высокое содержание витамина С наблюдается в клубнях при максимальном клубнеобразовании. У ранних сортов этот процесс происходит раньше, чем у

Таблица 1. Содержание основных биохимических показателей в клубнях картофеля разных сортов до закладки на хранение, среднее за 2009-2010 гг.

Название сорта	Содержание в клубнях			
	сухого вещества, %	крахмала, %	сахаров (сумма), %	аскорбиновой кислоты, мг %
Раннеспелые сорта				
Бородянский розовый (контроль)	24,2	18,5	0,44	16,0
Беллароза	22,4	16,7	0,55	14,8
Винетта	24,8	19,0	0,48	17,8
Среднеранние сорта				
Свитанок киевский (контроль)	27,8	21,2	0,57	20,4
Адретта	20,2	14,4	0,62	16,3
Кондор	23,9	18,2	0,58	18,2
НСР ₀₅ , %	1,5-1,7			

среднеранних, что и обусловило разницу. Однако чтобы подтвердить выявленную закономерность, следует провести дополнительные исследования.

Как в любом живом организме, в клубнях картофеля в период хранения происходят биохимические превращения. От интенсивности их прохождения зависят размеры потерь, вкусовые качества, устойчивость к болезням и др. Содержание основных биохимических показателей в клубнях картофеля после шести месяцев хранения приведены в табл. 2.

Таблица 2. Изменение содержания основных биохимических показателей в клубнях картофеля разных сортов за шесть месяцев хранения, среднее за 2009-2010 гг.

Название сорта	Содержание в клубнях после хранения				Убыль, прирост, относительные проценты		
	сухого вещества, %	крах- мала, %	сахаров (сумма), %	аскорби- новой кислоты, мг %	крахмала	сахаров	аскорби- новой кислоты, мг %
Раннеспелые сорта							
Бородянский розовый (контроль)	22,0	16,1	0,80	13,0	-12,9	81,8	-18,8
Беллароза	20,4	14,6	1,16	11,1	-12,5	97,2	-25,0
Винетта	22,3	16,4	0,82	14,8	-9,3	70,8	-12,4
Среднеранние сорта							
Свитанок киевский (контроль)	24,8	18,6	0,94	15,5	-12,3	68,4	-24,0
Адретта	17,8	12,8	1,02	12,2	-11,1	64,5	-25,2
Кондор	21,5	15,9	0,88	14,2	-12,6	51,7	-21,3

Как показывают результаты исследований, после шести месяцев хранения в клубнях картофеля содержание сухого вещества было достаточно высоким, в пределах от 17,8 до 24,8 %. Как и до хранения, наибольшее их содержание установлено в клубнях сорта Свитанок киевский (контроль) – 24,8 %. В среднем за период хранения клубни теряли 2,2-3,5 % сухого вещества.

Содержание крахмала после хранения в клубнях изучаемых сортов колебалось в пределах от 12,8 % (сорт Адретта) до 18,6 % (сорт Свитанок киевский). Потери крахмала в процентах за период хранения составляли от 1,6 до 2,6 %. При этом, разницы между сортами по группам спелости по данному показателю не обнаружено. Очевидно, это зависит только от сортовых особенностей.

В клубнях всех вариантов при хранении увеличивалось содержание сахаров. Однако их накопление было в общем незначительным, так как исследуемые сорта создавались как продовольственные и предназначаются для потребления в свежем виде. Накопление сахаров в период хранения снижает их вкусовые качества.

За период хранения клубней содержание сахаров в них изменилось больше, чем содержание

крахмала. Это закономерно, так как сахара являются непосредственным источником энергии и расходуются на дыхание, кроме того, они служат исходным продуктом синтетических и гидролитических процессов обмена, происходящих в клубнях. Сахара, согласно данным литературы, являются также субстратом для развития бактерий и грибов (Кретович, В.Л., Салькова, В.Т. 1990). В нашем опыте наибольшее количество сахара после шести месяцев хранения установлено в клубнях сортов Беллароза – 1,06 % (на 0,26 % больше по сравнению с контролем) и Адретта – 1,02 %. Четкой зависимости между содержанием сахаров и группой спелости сорта за годы исследований не выявлено.

Установлено, что после шести месяцев хранения в клубнях картофеля содержится значительное количество витамина С – в пределах 11,1-15,6 мг %. Наибольшее его количество сохранилось в клубнях сортов Винетта и Свитанок киевский (контроль) – 15,6 и 15,5 мг % соответственно.

Наиболее экономно трагиды крахмал и аскорбиновую кислоту в период хранения клубни сорта Винетта: потери в относительных процентах в этом варианте составляли 9,3 % и 12,4 %. Наибольшее количество сахаров накапливали клубни сорта Беллароза – их содержание при хранении возросло почти вдвое. Установлено, что накопление сахаров в клубнях картофеля существенно влияет на склонность их к гниению ($r = 0,74$).

Как известно, потребители оценивают качество любой продукции прежде всего по ее общему виду, вкусу, цвету, запаху, то есть по органолептическим показателям. Наиболее высокую дегустационную оценку по комплексу органолептических показателей после хранения получили клубни сорта Винетта – 6,8 балла по 9-балльной шкале (на 0,7 балла больше по сравнению с контролем), самую низкую – клубни сорта Адретта (5,2 балла). Они имели пресный, водянистый, горьковатый привкус. В результате проведенного корреляционного анализа установлена тесная прямая корреляционная связь между содержанием крахмала и вкусом вареных клубней – $r = 0,87$. Проведенный регрессионный анализ показал, что с увеличением содержания крахмала в клубнях на 1 % их вкус улучшается на 0,24 балла.

ВЫВОДЫ

Таким образом, по основным биохимическим показателям до закладки на хранение выделился сорт Свитанок киевский (контроль), в клубнях которого накапливалось наибольшее количество сухого вещества (27,8 %), крахмала (21,2 %) и аскорбиновой кислоты (20,4 мг %). Наивысшую пищевую и биологическую ценность после хранения имели клубни сортов Свитанок киевский (контроль) и Винетта. В них сохранилось высокое содержание крахмала (18,6 и 17,2 % соответственно) и аскорбиновой кислоты – 15,5 и 15,6 мг %. Накопление сахаров в клубнях картофеля в период хранения существенно влияет на склонность их к гниению. После шестимесячного хранения высший балл по комплексу органолептических показателей получили клубни сорта Винетта – 6,8 балла по 9-балльной шкале.

Для длительного хранения наиболее целесообразно выращивать сорта Винетта и Свитанок киевский.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВПЕНКО, В.А., 1990. Картопля. Київ: Урожай. 253 с.
2. ЄЩЕНКО, В.О., КОПИТКО, П.Г., ОПРИШКО, В.П., 2005. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія. 286 с.
3. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2009 р. Офіційний бюлетень Державної служби із охорони прав на сортирослин. Київ: Алефа, 2009. 336 с.
4. КРЕТОВИЧ, В.Л., САЛЬКОВА, В.Т., 1990. Биохимия хранения картофеля, овощей, плодов. Москва: Наука. 82 с.
5. СКАЛЕЦЬКА, Л.Ф., ПОДПРЯТОВ, Г.І., 2008. Біохімічні зміни продукції рослинництва при її зберіганні та переробці: навч. посібник. Київ: Видавничий центр НАУ. 287 с.
6. КАЛЕЦЬКА, Л.Ф., ПОДПРЯТОВ, Г.І., ЗАВАДСЬКА, О.В., 2009. Методи досліджень рослинницької сировини: навч. посібник. Київ. 153 с.
7. СКАЛЕЦЬКА, Л.Ф., ПОДПРЯТОВ, Г.І., СЕНЬКОВ, А.М., 2002. Зберігання і переробка продукції рослинництва. Київ: Мета. 342 с.

Data prezentării articolului: 31.03.2014

Data acceptării articolului: 24.09.2014