

УДК 631.563

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ И СТАБИЛИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ ПРИ ХРАНЕНИИ

Е. П. ШИРОКОВ

(Кафедра хранения и переработки плодов и овощей)

Сохраняемость плодов и овощей определяется многими факторами. На основании анализа специальной литературы и результатов экспериментов, проведенных в ТСХА, в данной статье прослеживается роль каждого фактора в суммарной сохраняемости, рассматриваются методы послеуборочного прогнозирования лежкости плодов и овощей, математические зависимости между факторами сохраняемости и уровнем потерь. Установлена возможность использования метода кругового графика для сравнения количественных характеристик сохраняемости плодов и овощей и определения оптимальных технологий хранения.

Одной из основных причин значительных количественных потерь и снижения качества плодов и овощей при хранении является их специфическая особенность — высокое содержание воды и связанные с этим высокая интенсивность обмена веществ и испарения влаги, неустойчивость к механическим воздействиям, поражению фитопатогенными микроорганизмами и физиологическими расстройствами. Кроме того, на конечном результате хранения плодов и овощей сказывается влияние многих дополнительных факторов выращивания и хранения, учет и контроль которых необходим для разработки рациональной системы снабжения народа качественной плодоовощной продукцией в течение круглого года. Только одно перечисление факторов, определяющих качество и сохраняемость плодов и овощей, дает представление о сложном характере рассматриваемой проблемы. Основные из этих факторов следующие: 1 — природная лежкость сортов; 2 — почвенно-климатические условия зоны выращивания и метеорологические условия сезона; 3 — агротехника выращивания, направленная на получение не только высоких, но и технологически высококачественных урожаев; 4 — уборка, товарная обработка, транспортирование, обеспечивающие наименьшее повреждение продукции; 5 — режим и технология хранения, обеспечивающие наименьшие потери и высокое качество продукции; 6 — обработка после хранения, фасовка, реализация, отвечающие высоким санитарным требованиям, привлекательность оформления, быстрота подготовки к потреблению; 7 — организационно-экономический уровень эффективности комплекса выращивания — реализация плодов и овощей.

Научно-методической основой исследований, направленных на решение проблемы хранения плодов и овощей, являются фундаментальные руководства и монографии по математическим методам и опытному делу. Применительно к плодоовощеводству это труды В. С. Немчинова [12], Б. А. Доспехова [3], Б. Я. Курицкого [6]. По вопросам технологии хранения плодов и овощей существенное значение имеют методические указания, изданные ВАСХНИЛ [8—10], а также руководства и инструкции научно-исследовательских институтов, вузов и других организаций. Однако до настоящего времени исследования в основном касались влияния на суммарную сохраняемость не всего комплекса, а одного — двух факторов.

В сохраняемости плодов и овощей основное значение имеет их биологическая особенность — природная лежкость сортов. Она обусловлена для картофеля и двулетних овощных растений продолжительностью состояния покоя, для плодов и плодовых овощей — временем послеуборочного дозревания. Производственный опыт и научные исследования однозначно свидетельствуют, что успешное длительное хранение плодов и овощей обеспечивается только при использовании лежких сортов. У белокачанной капусты такими являются Зимовка 1474,

Амагер 611, Белорусская 455, у моркови — Московская зимняя А-515, Несравненная, Шантане 2461, у яблок — Ренет шампанский, Ренет симиренко, Голден делишес, Ред Делишес, Старкинг, Бойкен, в меньшей степени — Джонатан, Пеппин шафранный и некоторые другие. Повышенной лежкостью обладают некоторые сорта и гибриды томата, плоды которых отличаются высокой механической прочностью, медленными темпами созревания. По всем видам плодов и овощей использование сортов, отличающихся невысокой природной лежкостью, приводит к недопустимо высоким потерям, утрате качества и пищевой ценности. Таким образом, необходимо сделать вывод, что, во-первых, основным пунктом стандарта (технологической карты) на хранение должен быть перечень лежких сортов по каждому виду плодов и овощей, во-вторых, в селекционную работу по выведению новых сортов должна быть включена оценка такого важнейшего показателя, как лежкость.

Почвенно-климатические условия зоны выращивания — существенный фактор формирования сохраняемости. Они складываются из почвенного плодородия, продолжительности вегетационного периода, типичного уровня температуры, осадков, светового режима. Эти показатели среды определяют как величину урожая, так и его качественные показатели. В нашей стране издавна сложились технологически и экономически обоснованные специализированные зоны выращивания отдельных видов плодов и овощей, в которых получают высокие урожаи продукции с высокими товарными и пищевыми качествами, хорошо сохраняющейся в свежем виде, пригодной для переработки, и все это при минимальных затратах труда и средств. Следует назвать зоны индустриального выращивания, хранения и переработки картофеля — Белоруссия, север Украины, средняя полоса РСФСР, лука — Пензенская, Рязанская, Горьковская, Ярославская области РСФСР, томата — Молдавия, юг Украины, среднеазиатские республики, Северный Кавказ, арбуза — Нижнее Поволжье, дыни — Узбекистан, винограда, цитрусовых, семечковых и косточковых плодов — на крайнем юге страны, капусты, корнеплодов — в средней полосе страны, преимущественно на пойменных и орошаемых участках. Таким образом, оптимизация плодовоовощеводства предполагает получение высококачественной продукции в наиболее подходящих для каждого вида плодов и овощей почвенно-климатических зонах страны. В таких зонах плоды и овощи (разумеется, лежких сортов) отличаются высокой сохраняемостью. Научно обоснованное районирование выращивания, хранения и переработки плодов и овощей по оптимальным для отдельных видов зонам — второе необходимое условие стандарта на хранение.

Важнейшим фактором получения плодов и овощей высокого качества и высокой сохраняемости является рациональная агротехника выращивания. В связи с этим необходимо рассмотреть, по меньшей мере, два вопроса: 1 — недопустимость форсирования высоких урожаев в ущерб качеству и сохраняемости продукции, 2 — контроль содержания в плодах и овощах остаточных количеств химических веществ и метаболитов, неблагоприятных для здоровья человека. В целях увеличения валового количества выращиваемых плодов и овощей растет использование минеральных удобрений и орошения. Однако несбалансированное соотношение доз отдельных удобрений и чрезмерные нормы орошения, особенно незадолго до уборки, могут обусловить задержку созревания плодов и овощей, снижение их качества, устойчивости к механическим воздействиям, поражению фитопатогенными микроорганизмами и физиологическими расстройствами и в итоге — снижение транспортабельности и сохраняемости продукции. Это всегда наблюдается при высоких дозах азотных удобрений и высоких нормах орошения.

Важную роль в формировании качества продукции имеет также питание микроэлементами. Так, в ТСХА изучалось поражение белокачанной капусты точечным некрозом, связанное с недостатком снабже-

ния растений молибденом и бором, поражение яблони розеточностью (мелколистностью), обусловленное нарушениями поступления меди и цинка [13, 16]. Известны и другие отклонения в развитии плодов и овощей, в формировании их урожая и качества, обусловленные недостатком или избытком микроэлементов. Они достаточно полно описаны в специальных монографиях.

С другой стороны, широкое применение высоких и несбалансированных доз минеральных удобрений, химических препаратов по борьбе с болезнями и вредителями растений, физиологически активных веществ для регулирования роста и развития растений может обусловить накопление в плодах и овощах недопустимо высоких количеств названных веществ или других метаболитов, неблагоприятных для здоровья человека. По нитратам в плодах и овощах органами здравоохранения установлены так называемые предельно допустимые концентрации (ПДК). В технологии консервирования установлены ограничительные и запретительные нормы содержания в консервах тяжелых металлов, химических консервантов.

Вывод однозначен: соотношение элементов питания и уровень водоснабжения при выращивании плодов и овощей должен быть сбалансирован так, чтобы качество и сохраняемость продукции не ухудшились; плодоовощная продукция, поступающая на реализацию после выращивания, хранения, консервирования должна проверяться на содержание химических веществ и отдельных метаболитов по действующим ПДК. Данные положения должны быть необходимым элементом соответствующих стандартов (технологических карт).

Уборка, товарная обработка, транспортирование (или сначала транспортирование, затем товарная обработка) — важнейшие после выращивания факторы подготовки плодов и овощей к хранению и реализации. Основная задача на данном этапе — осуществить все операции своевременно и быстро с наименьшим количеством механических повреждений, без значительных потерь массы и увядания, без поражения болезнями, и все это — при минимальных затратах ручного труда. Пути выполнения задачи — комплексная механизация всех операций, использование специализированного скоростного транспорта, специализированной тары и упаковки продукции. В нашей стране ведутся интенсивные разработки, изготовление и широкое применение в производстве уборочных машин и комбайнов, транспортеров, транспортер-загрузчиков, электроштабелеров, поточных линий товарной обработки и фасовки продукции, авто- и железнодорожного транспорта, оборудованного холодильными установками, специализированной тары и материалов для упаковки плодов и овощей.

Значительное сокращение потерь и хорошее сохранение качества как в опытных, так и в производственных условиях достигаются при транспортировании и хранении плодов и овощей в упаковке из полимерных пленок, в условиях измененного состава газовой среды, а также при использовании пенопластов для укрытия овощей при полевом хранении [1, 14, 16, 19]. Очередным этапом применения полимерных упаковочных материалов в технологии транспортирования, хранения и реализации плодов и овощей является разработка и широкое применение поточных автоматизированных линий фасовки продукции.

Что касается режима и технологии хранения, то они изучены к настоящему времени достаточно полно и представлены в специальных монографиях и учебных руководствах. К настоящему времени режимы хранения дифференцированы по видам и сортам плодов и овощей и по планируемому использованию продукции после хранения. Успешно проведены исследования и производственные опыты по установлению оптимального состава газовой среды при хранении плодов и овощей. Разработаны также рациональные технологии хранения плодов и овощей по каждому виду. Сводка современных сведений по оптимальным режимам хранения, полученных советскими и зарубежными исследователями, приведена в табл. 1.

Рекомендуемые режимы хранения плодов и овощей (влажность 95—98 %)

Вид, сорт	t, °C	CO ₂ , %	O ₂ , %	N ₂ , %	Срок хранения, мес
Яблоки:					
Апорт алмаатинский	2—4	3—6	3	92—94	6—7
Антоновка обыкновенная	0	0—1	2—3	96—98	5—6
Джонатан	3	3	3	94	6—7
Голден делишес	0—2	3—5	3	92—94	7—8
Мантуанер	0	3—6	3	91—94	7—8
Пепин шафранный	0	3—5	3	92—94	6—7
Ред делишес	0	2—3	3	94—95	6—7
Ренет симиренко	0—3	3—5	3	92—94	7—8
Ренет шампанский	0—3	3—5	3	92—94	8—9
Старкинг	0—2	3—5	3	92—94	7—8
Груши:					
Любимица клаппа	0—1	2—3	2—3	94—96	6
Пасс-Крассан	2	5	2—3	92—93	6
Слива	0	3	3	94	2—3
Персик	—1—0	2—3	2	94—95	До 1,5
Виноград	—1	3	2	95	6
Капуста кочанная	0	0—3	3	94—97	6—7
Капуста цветная	0	0—3	3	94—97	До 0,5
Лук репка	0	3—6	2	92—95	6—7
Лук зеленый	0—2	6	2	92	До 0,5
Чеснок	0	3—6	2	92—95	5—6
Кочанный салат	0—2	3	2	95	До 1,5

Подготовка плодов и овощей к реализации после хранения имеет чрезвычайно важное значение несмотря на то, что количество и качество продукции остаются при этом стабильными. Потребитель при покупке не в последнюю очередь оценивает, удобна ли фасовка, обеспечены ли санитарные требования, красочность оформления, информацию о технологии подготовки продукции к потреблению, привлекательность внешнего вида и кулинарную подготовленность к потреблению. В нашей стране подготовка плодов и овощей к реализации еще только начинает развиваться.

При анализе в целом проблемы круглогодичного снабжения народа плодами и овощами важнейшее научное и практическое значение имеют: 1 — прогнозирование сохраняемости партий плодов и овощей, 2 — количественная оценка значимости факторов сохраняемости, 3 — перспективные направления оптимизации сохраняемости плодоовощной продукции.

Для обоснованного планирования сроков реализации плодов и овощей перед закладкой на хранение необходимо оценить потенциальную сохраняемость отдельных партий продукции, зависящую от сорта и многих факторов выращивания, варьирующих в широких пределах. Подробно разработана методика оценки устойчивости продукции к фитопатогенным микроорганизмам путем заражения проб чистыми культурами болезней в провокационных условиях. По степени развития поражения в течение нескольких дней судят о потенциальной устойчивости продукции при дальнейшем хранении. Методика диагностики устойчивости приведена в работе [15], она включена в учебное пособие [11]. В монографии [5] приведено описание прогнозирования сохраняемости плодов и овощей на основе определения микробиологической обсемененности перед закладкой на хранение. Кроме того, исследовалась эффективность методов диагностирования устойчивости плодов и овощей при транспортировании и хранении по прочностным характеристикам, соотношению компонентов химического состава, степе-

Оценка факторов сохраняемости капусты сорта Амагер 611 и Слава 1305
(по 5-балльной шкале)

Фактор сохраняемости	Амагер 611	Слава 1305
Лежкость	4,9	3,0
Почвенно-климатические условия зоны	4,8	4,8
Агротехника выращивания (затраты)	3,0	2,5
Уборка, транспортирование, товарная обработка (механическая поврежденность)	4,8	3,0
Режим хранения (затраты)	2,5	3,5
Технология хранения (затраты)	2,0	3,8
Соответствие требованиям потребителя	4,8	3,5
Организационно-экономическая оценка	4,8	3,3

ни окрашивания тканей в специальных красителях, реакции на облущение при различных длинах волн. Однако использование этих методов не нашло пока практического применения. Следует упомянуть об определении начала порчи продукции при хранении по изменению окраски специальных индикаторов в присутствии образующихся при гниении газов — сероводорода, аммиака, меркаптана и других летучих веществ. В данном случае речь идет не о диагностике сохраняемости, а о фиксировании начала порчи продукции при хранении.

Комплексная оценка значимости факторов сохраняемости плодов и овощей предпринималась многими исследователями. Достаточно полная сводка теплофизических характеристик плодов и овощей и описание методов поддержания основных параметров среды при хранении приведены в работе [4]. Зависимости между тепловлаговыведением плодов и овощей, условиями хранения, величиной потерь и продолжительностью хранения обобщены К. Копеком [7, 17]. Приведена интенсивность дыхания овощей при 0°C, которая находится в пределах от 1,5 до 40 мг CO₂/кг·ч. Указывается, что при интенсивности дыхания ниже 7 мг CO₂ овощи отличаются относительно высокой сохраняемостью, выше 7 мг срок их хранения ограничен несколькими сутками или неделями. При повышении температуры хранения интенсивность дыхания возрастает, срок хранения уменьшается. Убыль массы возрастает с увеличением дефицита влажности, причем у корнеплодов моркови, практически не защищенных покровными тканями, — прямолинейно, у лукович репчатого лука, защищенных сухими кроющими чешуями, — лишь незначительно и с затуханием. Для расчета срока хранения овощей К. Копек предлагает следующую зависимость:

$$N = qQ_0^B,$$

где N — срок хранения, сут; q — коэффициент лежкости; Q_0 — интенсивность дыхания при оптимальной температуре, мг CO₂/кг·ч; B — температура хранения, °C.

В статье [20] прослежена связь между тепловлажностным режимом при выращивании моркови и пекинской капусты и уровнем их последующей сохраняемости, причем эта связь выражена в виде уравнения.

Преимуществом немногих приведенных выше работ является привлечение математического аппарата к интерпретации результатов опытов, их недостатком — рассмотрение не всех, а лишь немногих факторов сохраняемости плодов и овощей.

Направленная попытка комплексного анализа влияния многих факторов на результаты хранения плодов яблони сделана исследователем [18, 19]. Рассмотрено значение сорта, доз и соотношений основных удобрений, обработки препаратами по борьбе с болезнями и вредителями в саду, способов уборки и особенно подробно — уровней температуры, влажности и состава газовой среды при хранении. В ре-

зультате сформулированы рекомендации по хранению яблок в ВНР.

Сравнительно полные рекомендации по хранению плодов содержатся в одной из последних монографий «Хранение плодов», вышедшей в ГДР [14].

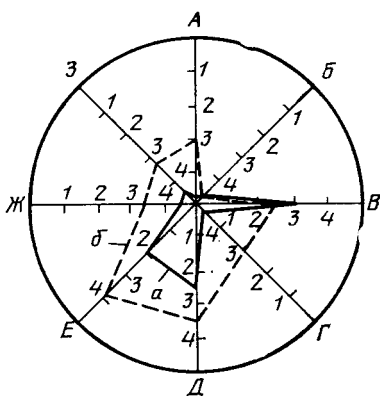
В нашей стране в наиболее полном виде комплексная система технологии и организации хранения яблок и других плодов представлена в работах В. А. Гудковского [1]. Все факторы сохраняемости здесь рассмотрены взаимосвязанно с детальным разложением на составляющие элементы. Особенно подробно описано поражение фитопатогенными микроорганизмами и физиологическими расстройствами, обработка деревьев в саду и плодов после съема хлоридом кальция и антиокислителями, режим хранения в условиях измененного состава газовой среды. Представлена полная система выращивания, уборки, товарной обработки, хранения и реализации плодов. Тот же комплекс факторов рассмотрен в публикации [2], где дан обзор системы выращивания — реализация основных видов овощей в условиях Молдавии. Однако и в этих работах даны описательные, качественные характеристики значимости отдельных факторов, но не их количественные уровни.

В обзоре научных исследований и производственного опыта прослеживается стремление факторы сохраняемости плодов и овощей охарактеризовать в совокупности и выразить значимость каждого из них количественно. Для этой цели наиболее выразительным методом комплексного решения данной задачи является круговой график значимости факторов сохраняемости плодов и овощей, предложенный автором настоящей статьи [16]. Окружность разделяется на равные секторы по числу оцениваемых факторов. Центр окружности — наилучшая, сама окружность — наихудшая оценки значимости фактора по результатам многофакторного эксперимента в относительных или абсолютных единицах. Если соединить точки значимости отдельных факторов, то площадь получившегося многоугольника будет характеризовать суммарную сохраняемость. Чем эта площадь меньше (т. е. чем большая часть значимости факторов приближена к центру окружности), тем лучше конечный результат хранения.

В качестве примера рассмотрим сравнение названным методом суммарной сохраняемости двух сортов капусты — Амагер 611 и Слава 1305 в условиях Московской области. Оценка факторов сохраняемости проведена на основании многолетних опытов и представлена в табл. 2, а также (гораздо нагляднее) на круговом графике.

Сравнение сохраняемости сортов капусты свидетельствует о существенном преимуществе сорта Амагер 611 по всем факторам, кроме агротехники выращивания, что объясняется необходимостью более ранней подготовки рассады с использованием укрытий из полимерных пленок. Если вычислить площади многоугольников, вершины которых представляют оценку факторов сохраняемости сортов, то они будут количественно характеризовать их суммарную сохраняемость.

Дальнейшее исследование перечисленных в данной статье факторов сохраняемости плодов и овощей позволит в итоге составить специальные стандарты (технологические карты) выращивания, уборки, транспортирования, товарной обработки, хранения и реализации про-



Круговой график сохраняемости капусты сортов Амагер 611 и Слава 1305 (по 5-балльной оценке). А — лежкость сортов; Б — почвенно-климатические условия зоны; В — агротехника выращивания (затраты); Г — уборка, транспортирование, товарная обработка (механическая поврежденность); Д — режим хранения (затраты); Е — технология хранения (затраты); Ж — соответствие требованиям потребителя; 3 — организационно-экономическая оценка; а — Амагер 611; б — Слава 1305.

дукции. Только такое комплексное решение проблемы обеспечит круглогодое снабжение народа плодами и овощами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудковский В. А. Длительное хранение плодов. — Алма-Ата: Кайнар, 1978.
2. Дворников В. П., Цуркан Н. В., Габер И. В. Влияние сортов, условий выращивания, хранения и уборки на лежкость овощей и картофеля. — Кишинев: Молд. НИИТИ, 1988.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985.
4. Жадан В. З. Теоретические основы кондиционирования воздуха при хранении сочного растительного сырья. — М.: Пищевая промышленность, 1972.
5. Кудряшова А. А. Микробиологические основы сохранения плодов и овощей. — М.: Агропромиздат, 1986.
6. Курицкий Б. Я. Математические методы в физиологии. — Л.: Наука, 1969.
7. Копек К. Повышение эффективности применения искусственного холода в решении задач агропромышленного комплекса. — Л.: ЛТИХП, 1985.
8. Методы проведения исследований по хранению картофеля. — М.: ВАСХНИЛ, 1973.
9. Методические указания по проведению научно-исследовательских работ по хранению овощей. — М.: ВАСХНИЛ, 1982.
10. Методы проведения исследований по хранению плодов семечковых культур и винограда. — М.: ВАСХНИЛ, 1972.
11. Попкова К. В., Качалова З. П. Практикум по иммунитету растений. — М.: Колос, 1984.
12. Немчинов В. С. Сельскохозяйственная статистика с основами общей теории. — М.: Сельхозгиз, 1945.
13. Тарасов В. М. Розеточность и усыхание побегов яблони как следствие нарушений питания цинком и медью, меры борьбы с ними. — Автореф. докт. дис. М., 1980.
14. Хранение плодов / Пер. с нем.; под ред. А. М. Ульянова. — М.: Колос, 1984.
15. Шевченко В. Н., Топоровская Ю. С. Применение ранней диагностики устойчивости сахарной свеклы к кагатной гнили в селекционном процессе. Методы фитопатологических и энтомологических исследований в селекции растений. — М.: Колос, 1977.
16. Широков Е. П. Технология хранения и переработки плодов и овощей. — М.: Колос, 1978.
17. Копек К. Effect of storage condition on harvested vegetables a. their mathematical Similation. — Acta hort., 1983, vol. 138.
18. Sass P. Einflusse einiger Anbaufactoren u. Lagerungskonditionen auf der Lagerungsfähigkeit der Winteräpfel. — Budapest, 1975.
19. Sass P. Gyümölcstarolas. Budapest, 1986.
20. Weichmann J. Storage ability of vegetables as influenced by weather conditions bevore harvesting. — Acta hort., 1983, vol. 138.

Статья поступила 18 января 1989 г.

SUMMARY

Keeping qualities of fruit and vegetables depend on many factors. The most important of them are: keeping quality of varieties, soil and climatic conditions of the area and technology of crop growing, quality of harvesting, transporting, commercial treatment, storage conditions and technology, methods of treatment after storage, practical and economical estimation. Papers on the problem and results of the experiments conducted in Timiryazev Academy concerning the role of each factor in total keeping quality, methods of forecasting keeping qualities of fruit and vegetables after harvesting, mathematical relation between keeping quality factors and losses rate are discussed. It is established that circular schedule may be used to compare quantitative characteristics of fruit and vegetables keeping qualities and to find optimal storage technologies.