

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

# ИНЖИНИРИНГ

350901 Россия Краснодар ул.40 лет Победы 39 оф 535; тел/факс: (861) 257 72 70; 257 72 80

моб. +7861 242 46 82, e-mail: [info@tiobiz.ru](mailto:info@tiobiz.ru) [www.tiobiz.com](http://www.tiobiz.com)

## СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОХЛАЖДЕНИЯ В ПОСЛЕУБОРОЧНЫЙ ПЕРИОД СРЕЗАННЫХ ЦВЕТОВ

Цветоводство является важным сельскохозяйственным сектором во всем мире и имеет первостепенное социально-экономическое влияние в регионах Боготы и Рионегро. В 2003 году в Колумбии была выращена более 5906 га цветов, из которых розы были наиболее экспортными, обеспечивая 28,7%. После уборки цветов, температура является единственным фактором, оказывающим на них наибольшее влияние. Данная работа направлена на оценку различных методов охлаждения, используемых в период после сбора роз, путем измерения их влияния на цветочную долговечность и другие качественные параметры. Остаточные эффекты пассивно-нагнетаемого воздуха и методов вакуумного охлаждения были оценены после моделирования транспортировки. Испытание проводилось на ферме, экспортирующей цветы, расположенной в районе Факататива; стебли роз «Classy», привитые с использованием корневищ «Natal Brier». Было установлено, что эти цветы под воздействием вакуумного охлаждения показали наиболее продолжительный срок жизни (8,3 дней), а те, которые подверглись принудительной подаче воздуха самый низкий срок жизни (7,4 дней). Основной причиной ликвидации цветов было наличие ботритиса (44%) и анабиоза (35%). Никаких существенных различий в этих случаях не было обнаружено среди различных методов охлажденной обработки; тем не менее, было отмечено, что цветы, подвергшиеся пассивно-принудительным методам воздушного охлаждения показали наличие ботритиса гораздо раньше, чем у тех, которые подверглись вакуумному охлаждению. Кроме того согнутые шеи при вакуумном охлаждении цветов наблюдались только через 12 дней, в то время как при других видах обработки в течение первых пяти дней после испытаний. Учитывая количество стеблей, подвергшихся обезвоживанию, никаких различий не было обнаружено среди всех методов обработки, которые опровергают распространенное убеждение, что вакуумное охлаждение ускоряет обезвоживание стеблей.

### ВВЕДЕНИЕ

Колумбия является крупнейшим поставщиком свежесрезанных цветов в США и розы являются наиболее важными в этом рынке. В свою очередь, Колумбия является четвертым по величине поставщиком в Европейский Союз и шестым в Японию. Сегодня существует более 450 фермерских хозяйств, выращивающих цветы свыше 5906 га, большинство из которых занимаются выращиванием роз (ASOCOLFLORES, 2003).

Большинство цветочных хозяйств сформированы с учетом управления, планирования, производства, персонала и послеурожайных подразделений. Основная цель каждого из вышеуказанных видов работ является окончательное получение продукции отличного качества. Послеурожайная деятельность является очень важным этапом в процессе производства, так как экономические потери в результате снижения в процентах от

экспортных цветов и претензий со стороны покупателей, в основном приписывается к отсутствию послеуборочной обработки.

Основные проблемы, связанные с качеством цветов на этапе производства, являются несоответствующий срез по длине стволов и раскрытию на этапе среза, изогнутые стебли и механические повреждения, а также санитарно-гигиенические проблемы. К послеуборочным относятся классификация и формирование пучка, старение, увлажнение и холодная цепь. Срезанные цветы все еще живые и метаболически активные и поэтому имеют те же физиологические процессы, как и растения. Тем не менее, после срезки они стареют быстрее в аналогичных условиях окружающей среды (Rogers, 1973).

Таким образом, долговечность срезанных цветов определяется теми же факторами, которые влияют на рост растений, такие как температура, влажность, вода, свет и наличие питательных веществ (Халеви и Маяк, 1981).

Транспирация определяется как потеря воды из растений в виде пара. Из всей воды, которую поглощает растение, менее 5% остается для его роста и еще меньше используется в биохимических процессах. Несмотря на то, что традиционно принято считать, что транспирация необходима для регулирования температуры растения и для передачи питательных веществ, получаемых корнями, данная полезность в настоящее время ставится под сомнение (Хопкинс, 1999).

Интенсивность транспирации зависит от относительной влажности, температуры и скорости воздуха (Хопкинс, 1999). Когда потеря влаги ствола выше, чем водопоглощение (снижается водопроводимость), набухание клеток сокращается, что приводит к увяданию и/или как принято говорить изогнутые шеи (Халеви и Маяк, 1981).

Дыхание представляет собой процесс, в котором клеточные метаболиты окисляются и электроны переносятся через ряд носителей в  $O_2$ ,  $H_2O$  и  $CO_2$  и энергия, производимая в несколько этапов преобразуется в АТФ (Azcón-Bieto и Talon, 2000).

При увеличении интенсивности дыхания в растениях, резервы питательных веществ (фотоассимиляция) используются быстрее и жизнь цветов сокращается. Температура является очень важным фактором для растений, так как совсем небольшие изменения могут представлять драматические последствия на их физиологические процессы. В общих чертах, такие процессы происходят в два-четыре раза быстрее, если температура увеличивается на  $10^\circ$ , и в два-четыре раза медленнее, если она снижается на ту же величину (Staby, 1998).

Таблица 1. Показатели интенсивности дыхания (выделение тепла) у гвоздик и роз при различных температурах.

Температура ( $^\circ C$ - $^\circ F$ )	Показатели интенсивности дыхания	
	Гвоздика	Роза
0 – 32	1.0	1.0
20 – 68	24.6	28.3

Источник: Staby (1998) из Макси соавт. (1973)

Интенсивность дыхания влияет на качество цветов гораздо больше, чем испарение. Смотрите таблицу 1, розы и гвоздики дышат в 25 раз быстрее, когда температура повышается с  $0^\circ$  до  $20^\circ C$  ( $68^\circ F$ ).

Не только факторы окружающей среды влияют на долголетие цветов. Среди растительных гормонов, этилен является основным фактором, оказывающим влияние на их старение (Халеви и Маяк, 1981).

Цветы синтезируют этилен, особенно перед увяданием и у большинства видов, это вызывает старение и опадение. Кроме того, этилен участвует в индуцировании изменений в проницаемости клеточных мембран, в том числе изменений в составе, физических и функциональных свойств: небольшое увеличение проницаемости мембран характерно для цветов с поздней стадией старения (Фарагер и Маяк, 1984).

Этилен и температура также взаимодействуют между собой, влияя на качество цветов. Говоря простыми словами, по мере повышения температуры не требуется большое количество этилена, чтобы нанести вред. Стоит отметить, что даже при самом низком уровне этилена как 0,03 мг L-1 достаточно, чтобы нанести вред цветам, хранящихся 20°C (68°F) (Staby, 1998, адапт. Макси соавт., 1973).

Поэтому, очевидно, важно помочь сохранить цветы при нужной температуре (2-5°C, 36-41°F) во время их транспортировки и хранения во избежание проблем с качеством, вызванных нежелательным повышением интенсивности транспирации, дыхания и этилена.

### Транспортный учет

Среди факторов, ставящих под угрозу температурный диапазон посредством обработки и транспортировки растений, было установлено, что циркуляция воздуха между коробками и внутри них, как правило, недостаточная. Следствием вышесказанного является очень плохой контроль за температурой.

После уборки цветы находились в неблагоприятных погодных условиях, главным образом, в условиях высоких температур и низкой относительной влажности, которые повлияют на их послеуборочное качество. Флорес и др. (2001) обнаружили, что не более 21% всех ферм в плато Боготы увлажняют свои цветы в своих теплицах, в то время как 88% перевозят их сухими в их послеуборочные камеры. Кроме того, 67% хозяйств получают цветы в послеуборочных камерах, где температура в среднем составляет 19.1°C (66.4°F) и только одна треть хозяйств применяет предварительное охлаждение. Из вышесказанного следует, что забота уделяемая цветам после сбора в Боготе не самая лучшая, в то время как на данном этапе целесообразно хранить срезанные розы при 0-5°C (32-41°F), чтобы обеспечить долгий срок жизни (Staby, 1988).

При транспортировке их в аэропорт, большинство флотов не оснащены системами охлаждения. По прибытии в грузохранилище авиакомпаний в аэропорту, пройдя рентгеновскую дефектоскопию и установку в паллеты, цветы находятся по крайней мере, один час за пределами холодильных камер, в которых обычно около 6-8°C (43-47°F), что не соответствует требованию (Глейзера, 2003). В таблице 2 показан оптимальный диапазон температур для цветов, чтобы прибыть в аэропорт и действительный диапазон температур прибытия с использованием современных методов обработки после сбора.

Таблица 2. Оптимальный и действительный диапазон температур прибытия в Боготе и аэропорты назначения. Транзитное время (часы) между фермами и импортерами.

Условие	Исход. температура (°F)	Транспортировка в (часы)*		Температура в месте назначения (°F)	
		Майами	Амстердам	Майами	Амстердам
Идеальное	32 – 39	16 - 24	24 – 36	39 - 41	39 – 41
		16 - 24	24 – 36	62 - 75	64 - 82
Фактическое	51	16 - 24	24 – 36	62 - 75	64 - 82

\* От фермы до прибытия на склад импортера.

Источник: Глейзер (2003).

### Методы предварительного охлаждения, используемые для срезанных цветов на послеуборочных объектах на плато Боготы

Наиболее важным аспектом в сохранении качества свежесрезанных цветов заключается в охлаждении как можно скорее после сбора, а также в сохранении в нужном температурном диапазоне (2-5°C / 36-41° F) до их продажи. Цель охлаждения заключается в удалении теплового поля путем понижения температуры на время сбора к идеальному для транспортировки. Вышеуказанные преимущества состоят в том, что цветы снижают интенсивность дыхания и транспирации, следовательно, исключаются повреждения в результате обезвоживания. Кроме того, снижается выпуск этилена, замедляющий старение во время транспортировки и распределения и увеличивая продолжительность жизни.

Тем не менее, качество хранимых цветов никогда не будет лучше свежих цветов. Недостаток хранимых цветов заключается в потере продолжительности жизни, трудности в потускнении, обесцвечивании лепестков, пожелтении листы и увеличение случаев заболеваний таких, как Botrytis (Галеви и Маяк, 1981).

После того, как цветы упакованы, им требуется больше времени для охлаждения, поэтому предварительное охлаждение имеет важное значение. Высокие температуры в теплицах и упаковочные зоны увеличивают интенсивность дыхания стеблей цветов, что делает очевидным необходимость принятия срочных мер во избежание таких ситуаций или, по крайней мере, свести к минимуму их воздействие (де Хуг, 2001).

### **Три способа охлаждения, используемые после сбора:**

#### **1 - Пассивный воздух**

Это нормально хранить продукт после предварительного охлаждения, так как он не подлежит быстрому удалению тепла, поглощенному в теплице. Если растение хранится в течение длительного времени (более одного дня) в холодном помещении, он будет проявлять симптомы обезвоживания раньше (Prange, 1994).

Традиционно, цветы предварительно охлаждают в открытых коробках в течение двух часов, после того, как пучки были подготовлены и упакованы. Через два часа воздействия при 2-5°C (35-41°F), ящики закрывают, обвязывают и хранят до их отгрузки.

#### **2 - Принудительная подача воздуха**

Этот способ охлаждения заключается в введении холодного воздуха в коробки через ее отверстия, замещая теплый воздух внутри них. Среднее время обработки варьируется от 20 до 60 минут в зависимости от продукта. Это используется чаще для гвоздик и помпон, чем для роз.

Скорость охлаждения зависит от температуры холодного воздуха и скорости его потока через коробку. Как правило, этот способ на 75-90% быстрее, чем с использованием пассивного воздуха (Бойетте и соавт., 2001).

После упаковки, необходимо разместить пучки аккуратно в ящиках, чтобы убедиться, что поток холодного воздуха не будет заблокирован цветами. В соответствии с Reid (2004), в настоящее время, цветы часто упаковывают таким образом, что делает предварительное охлаждение невозможным. Большое количество используемой бумаги замедляет процесс предварительного охлаждения, что приводит к обильной конденсации на цветах и упаковке.

#### **3 - Вакуумное охлаждение**

Этот способ является достаточным для растений, которые имеют удобную гладкую поверхность относительно массы, и может легко выделять влажностью, например, листовые продукты (Томпсон и соавт., 2002). Вакуум (около 4,6 мм рт.ст. или 6 миллибар) предусматривает некоторую влажность на поверхности растений для легкого выпаривания и

испарения, так как при понижении давления, критическая точка также идет вниз, а материал снижает свою температуру (Прейндж, 1994).

Некоторое оборудование сконструировано для коммерческих целей может снизить температуру цветов от 15°C (59°F) до 1°C (34°F) примерно в течение 28 минут. Этот процесс может привести к увяданию, если потеря влаги слишком высока (Бойетте и соавт., 2001).

Боуэр и Вирсма (1974), цитируемые в Life Network (2004), пришли к выводу, что использование предварительного вакуумного охлаждения не имеет никаких негативных воздействий на фрезии, тюльпаны, нарциссы, гвоздики, розы и хризантемы. Кроме того, что обработанные цветы имеют более долгую продолжительность жизни и перевозятся лучше, чем не обработанные. Сан и Броснан (1999), также цитируемые в Life Network (2004), сообщили, что вакуумное охлаждение может продлить жизнь нарциссов.

Данная исследовательская работа по оценке воздействия пассивного воздуха, принудительной подачи воздуха и вакуумного охлаждения в качестве методов предварительного охлаждения для увеличения цветочной продолжительности жизни роз «Classy».

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на ферме по выращиванию цветов, предназначенных исключительно для экспорта, и расположенной в Факататива, на высоте 2586 м (9370 F) средней температурой 14°C (57.2°F) и относительной влажностью 70%.

Розы, используемые в исследовании, были сорта «Classy», привитого из корневищ «Natal Brier». Все образцы пришли из того же участка, блока и пластиковой оранжереи, и поэтому были одинаково обработаны, протравлены, с теми же условиями питания и обработки.

Сбор был выполнен в ранние утренние часы и цветы были немедленно упакованы в пластиковые сетки и перевезены сухими из теплицы в послеуборочное помещение посредством несущего троса. Перед входом в приемную все цветы были обработаны фунгицидом внутри туннеля применения во избежание Botrytis.

В это время их держали в приемной, цветы были увлажнены раствором для кондиционирования (гипохлорит кальция и лимонная кислота) при pH 5.2. Градация стеблей была сделана, как обычно это делалось на той ферме, выбирая 50 см стебли, которые были обработаны кондиционирующим раствором. Цветы были сгруппированы в пучки по 25 каждый, 10 из которых были упакованы в отдельной коробке, перед применением каждого метода предварительного охлаждения (Таблица 3).

Таблица 3. Охлаждение применяемое для срезанных роз сорта «Classy».

Обработка	Время	Наблюдения
Пассивная	2 часа	Цветы хранятся в открытых коробках внутри холодного помещения при средней температуре 2°C (35.6°F).
Принудительная подача воздуха	45 мин.	Отверстия в коробках были открыты для удобства подачи воздуха и направлены к установке предварительного охлаждения воздухом принудительной подачи.
Вакуум	30 мин.	Вакуумное охлаждение

## Имитация транспортировки

Все коробки с цветами были покрыты пластинами из полистирольного пенопласта вплоть до конечного пункта назначения (Факультет сельского хозяйства, Национальный университет Колумбии, кампус Боготы), чтобы изолировать состав растений от воздействий наружной температуры и исправить воздействие какой-либо коробки, расположенной на паллете внутри

самолета во время транзита.

Имитация полета между Боготой и Майами и дальнейшее хранение и распространение в США было выполнено в следующей последовательности, в то время как коробки находились упакованными в пенопласт: 5 часов при комнатной температуре, т.е. 14°C (57°F); 4 часа при 4°C (39°F); 7 часов при 8°C (46°F); 7,5 часа при 4-6°C (39-43°F); и 6 часов при 2°C (35.6°F). Затем пенопластовая изоляция была снята и коробки остались на 8,8 дней при 6°C (43°F) и 14 часов при 4°C (39°F). Последующее изучение регистраторов температуры, установленные внутри каждой коробки, показало, что температура растительного материала соответствовала точно определенному протоколу. Затем образцы были готовы для испытаний на продолжительность жизни в стеклянных вазах. Стволы соответствовали стандарту 50 см длиной, основная листва была снята, а три настоящих листа остались. После чего все цветы (в группах по 10 каждый) были помещены в стеклянные вазы, наполненные одним литром дистиллированной воды. Оценка была сделана в лаборатории по физиологии растений, факультет сельского хозяйства национального университета Колумбии, где средняя температура была 19.6°C (67.3°F); относительная влажность 58% и интенсивность светового излучения 107 сил света на уровне пола.

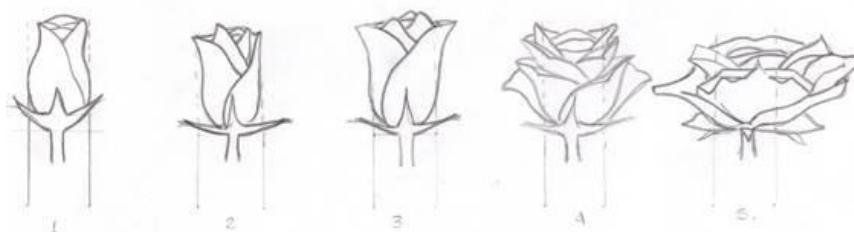
Для оценки параметров продолжительности жизни в вазе была зафиксирована средняя цветочная долговечность в днях с самого первого дня в вазах до дня усушки. Цветочное раскрытие также оценивали, как на Рис.1. Параметры оценки и их соответствующие критерии усадки, используемые в процессе оценки цветочного долголетия описаны в таблице 4.

### Статистический расчет

Полностью рандомизированный план эксперимента с пятью повторениями с использованием в общей сложности 50 стволов для обработки. Были проведены дисперсионный анализ и дальнейший тест множественных сравнений (Tukey HSD) цветочной долговечности, который был параметром основного ответа, а также в отношении водопоглощения.

Учитывая их характеристики в рамках соответствия стандартам и однородности их дисперсий, вариационный анализ и сравнительные тесты (Tukey HSD), используя сложные средние были выполнены для каждой и всех переменных усушки. Для анализа анабиоза использовали логарифмическое преобразование. Относительно изогнутой шеи использовали непараметрический тест, так как было замечено нарушение предположений параметрического анализа. Для параметров раскрытия и обесцвечивания использовался описательный анализ, чтобы объяснить результаты цветочного долголетия по каждому виду обработки. Для анализа данных было использовано программное обеспечение SAS 8.0 (SAS Inc. New York).

Рисунок 1.  
Степень раскрытия цветов учитывалась при оценке продолжительности жизни срезанных роз сорта «Classy».



Переменные	Критерии	
	Исследуемые переменные	
Средняя продолжительность жизни цветов	Время в вазе с декоративной ценностью.	
Водопоглощение	Сравнение объема воды в начале и в конце.	
Раскрытие цветка	Сравнение на основе пяти ступенчатой шкалы раскрытия (рисунок 1).	
Изменение цвета	Сравнение на основе цветовой шкалы Королевского садоводческого общества-Лондон (2001).	
Переменные усушки		
Ботритис	Два лепестка, каждый из которых имеет свыше 50% своей поверхности, пораженной болезнью.	
Изогнутая шея	Бутоны цветка наклонены на 45° по отношению к стволу.	
Обезвоживание	Более 50% из обезвоженных лепестков или листьев.	
Анабиоз	Раскрытие ниже 3 степени (рисунок 1) на 7-й день нахождения в вазе.	

Таблица 4. Параметры и критерии усушки, рассматриваемые при оценке продолжительности жизни срезанных роз сорта «Classy»

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Как была нарушена холодильная цепочка вследствие имитации транспортировки сразу после применения всех трех методов охлаждения, ниже приведены записанные результаты остаточных эффектов этих методов охлаждения.

## Продолжительность жизни цветов

Как показано в графе 1, некоторые различия между обработками заметны для этой переменной: увеличение продолжительности жизни за счет вакуумного охлаждения по сравнению с нагнетаемым воздухом было статистически значимым, в то время как результаты пассивного воздуха носили промежуточный характер между двумя другими видами обработки.

Следует отметить, что те 5 часов, когда цветы были изъяты из холодильной цепочки при имитации транспортировки, могли повлиять на долговечность всех стеблей.

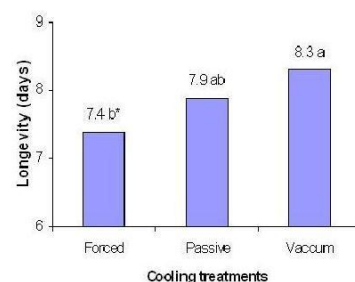
Полученные результаты подтверждают отчеты, сделанные Боуэром и Вирсманом (1974) в отношении роз, приведенные в Life Network (2004). Вакуумное охлаждение оказалась статистически превосходит нагнетаемый воздух и даже при том, что его средние показатели были лучше пассивного воздуха, со статистической точки зрения между ними не было существенных различий.

Стоит отметить также, что в то время как пассивный воздух занимает 2 часа, вакуумное охлаждение только 30 минут. Это может быть преимуществом при больших экспортируемых объемах и коротком времени подготовки.

Граф. 1.

Средняя продолжительность жизни роз сорта «Classy» представлена тремя различными методами охлаждения.

\* Средние показатели, отмеченные той же буквой, не показали существенных различий как при тесте Тьюки HSD с надёжностью 95%.



## Водопоглощение

Было отмечено, что принудительная подача воздуха вызывает наибольшее водопоглощение, а вакуумное охлаждение самое низкое (График 2). Это результат сильно отличался от ожидаемого результата, так как предполагалось, что вакуумное охлаждение должно вызывать большую потерю влажности и поэтому вода в вазах должна уходить больше для их восстановления. На основе данного результата можно сделать вывод, что наибольшие потери воды связаны с методом принудительной подачи воздуха.

Этапы раскрытия и обесцвечивания цветов Никаких различий не было обнаружено при применении всех методов на этапах раскрытия цветов и средний степень 4,5 (Рисунок 1) наблюдался на 15 день. Также не было различий в цвете между методами, и во всех случаях цветы показали постепенное изменение цвета от красно-коричневого до фиолетового на всех стеблях (таблица 5).

Граф. 2

Среднее водопоглощение стеблей розы «Classy» представлено тремя различными методами охлаждения.

\*Цифры, указанные той же буквой, не имеют значительных различий согласно Тьюки HSD, с надёжностью 95%.

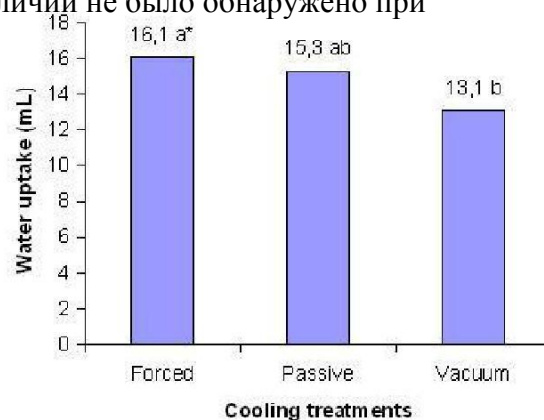




Таблица 5.

Изменение цвета лепестков роз «Classy» представлено тремя различными методами охлаждения. Найденные методы обработки, и во всех случаях цветы показали постепенное изменение цвета от красно-коричневого до фиолетового на всех стеблях (таблица 5).

Методы охлаждения	Продолжительность жизни в воде (дней)													
	3			6			9			12			15	
Пассивный	[Color scale from red to purple]													
	78*	68	18	33	32	23	42	18	14	50	25	25		
Принуд.подача воздуха	[Color scale from red to purple]													
	90	69			46	24	22	42	19	17	33	22		
Вакуум	[Color scale from red to purple]													
	90	60	22	18	55	19	12	47	22	10	33	25	16	

### Переменные усушки

Среди переменных усушки цветов было замечено, что Botrytis и анабиоз являлись двумя наиболее важными факторами в опадении стеблей (график 3). На основе проведенного статистического анализа были установлены различия между методами, результаты приведены в таблице 6.

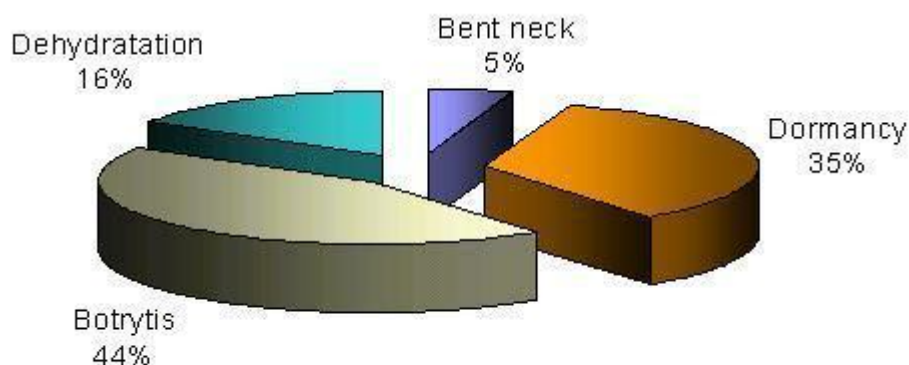


График 3.

Процент опавших стеблей по различным критериям с учетом различных методов охлаждения.

Таблица 6. Среднее значение опавших стеблей вследствие различных критериев усушки роз сорта «Classy».

Обработки	Переменные усушки			
	<i>Botrytis</i>	Изогнутая шея*	Обезвож.	Анабиоз
Пассивный	0.40 a(1)	0.14 a	0.17 a	0.32 a
Принудит. воздух	0.44 a	0.26 a	0.14 a	0.32 a
Вакуум	0.40 a	0.11 a	0.17 a	0.42 a

(1) Средства, указанные той же буквой, не имеют значительных различий согласно Тьюки HSD, с надежностью 95%.

\*Различия согласно критериям Крускала-Уоллиса.

Несмотря на то, что в конце анализ продолжительности жизни срезанных цветов не было найдено существенных различий между переменными усушки, необходимо подчеркнуть, что различия были заметны в процессе анализа (график 4).

### **Botrytis**

Цветы, охлаждаемые принудительным воздухом, превзошли 50% уровня опавших стеблей вследствие Botrytis примерно на 6 день. В случае пассивного воздуха, это произошло примерно на 8 день, а при вакуумном охлаждении на 10 - 11 день, тем самым, обеспечивая самую долгую продолжительность жизни с такой переменной (График 4А).

Бойетте и др. (2001) отметил, что вакуумное охлаждение может привести к обезвоживанию овощей при чрезмерном применении данного процесса. Вполне вероятно, что потеря воды с поверхности продукта в ходе этого процесса предотвращает более позднее действие ботритиса.

### **Изогнутая шея**

В этой переменной поведение было довольно однородным, так как все три метода достигли 50% усушки на 12 день, а 75% стеблей опали между 13 и 14 днем (График 4В). Тем не менее, надо отметить, что те цветы, которые подверглись только вакуумному охлаждению, показали первыми изогнутые шеи после 12 дня, что повышает их декоративную ценность. Другие методы обработки показали первые признаки изогнутых шеек за пять дней.

### **Обезвоживание**

В этой переменной поведение было одинаковым для всех методов, достигнув 50% и 75% уровней усушки между 13 и 14 днем (График 4С). Даже притом, что ожидалось обнаружить более ранние симптомы обезвоживания на тех, которые подверглись вакуумному охлаждению, никаких различий не было найдено при сравнении с другими методами обработки, где обезвоживание предполагалось быть менее вредящим.

### **ВЫВОД**

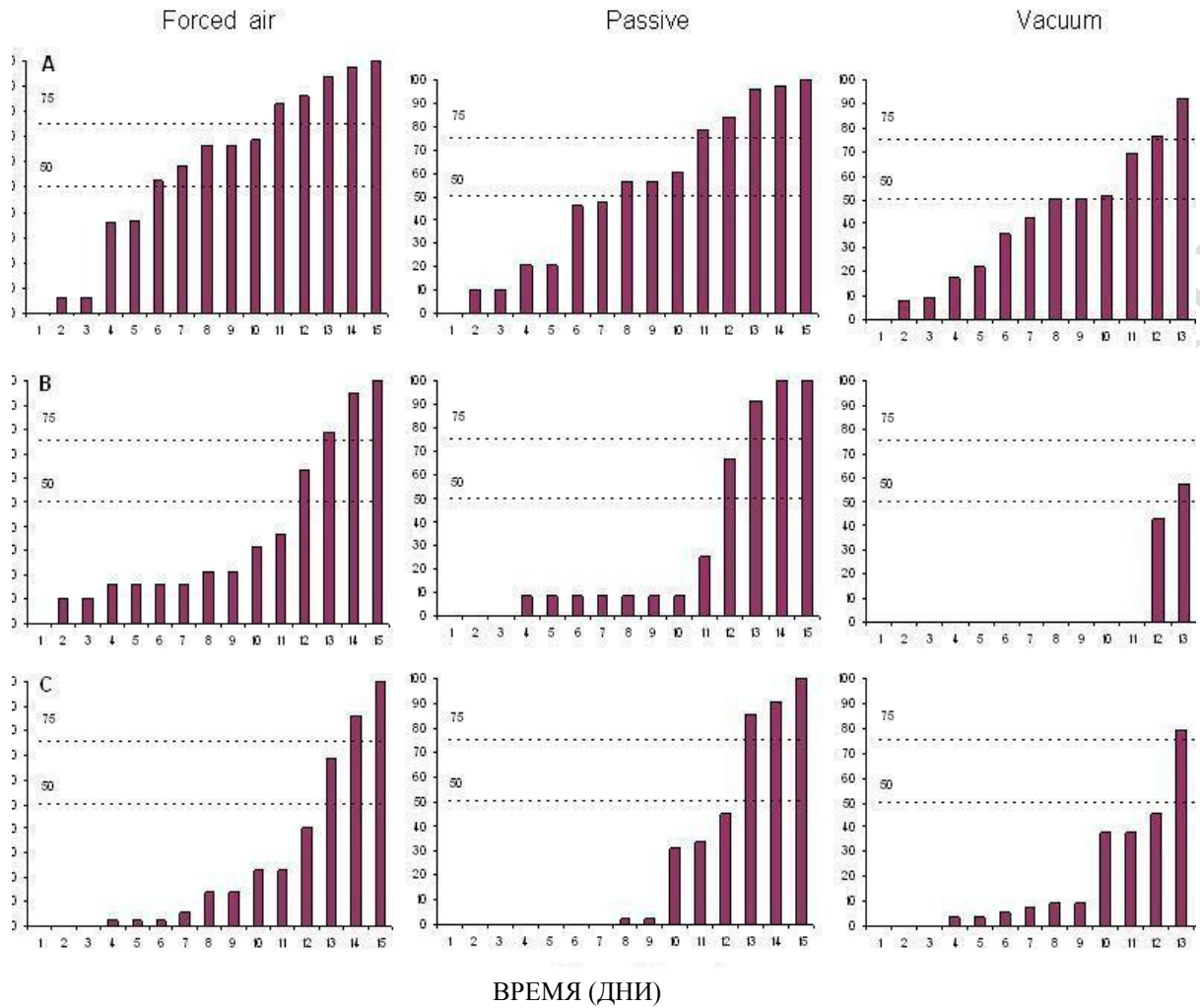
- Вакуумное охлаждение обеспечивает более долгий срок жизни всех исследованных цветочных стеблей.
- Несмотря на ожидания, цветы при вакуумном охлаждении не показали более ранние признаки обезвоживания, чем при других методах охлаждения.
- Принудительная подача воздуха со статистической точки зрения показала наименьшую долговечность цветов и высокое водопоглощение по сравнению с вакуумным охлаждением. Также этот метод показал самые ранние согнутые шеи, симптомы обезвоживания и самый высокий уровень ботритиса.

Со статистической точки зрения не были найдены различия между вакуумным и пассивным охлаждением с учетом всех исследуемых переменных, что является хорошим аргументом при выборе между ними

ПРИНУД.  
ВОЗДУХ

ПАССИВНЫЙ

ВАКУУМ



Граф. 4.

Формирование суммарных процентов опадения стеблей роз сорта «Classy» при различных методах охлаждения за счет: А) Ботритиса; В) Изогнутые шейки; и С) Обезвоживание