

11.2. Методика проведения научных исследований со срезанными растениями (В.А.Крючкова, Т.С.Аниськина)

Флористика сопровождает людей в течение всей жизни. Цветы принято дарить на выписку из роддома, на торжественную линейку в школе, цветы как признание в чувствах, оформление свадебного торжества, юбилеев, траурная флористика (Басманова, 2013; Коç Keskin, 2020).

Наиболее популярные и востребованные работы - это букет и композиция на флористической пене. Для их создания необходимо, чтобы растения долго сохраняли общую декоративность. Однако, есть ювелирная флористика, которая включает в себя украшения для прически, запястья, шеи, и здесь важно, чтобы отдельные лепестки, листья или тычинки не теряли декоративности как минимум в течение 24х часов. Для текстурных и структурных работ имеет значение как краевое, так и полное изменение начальной формы и фактуры органа (Лерш, 2013; Лерш, 2014)

В основном исследования направлены на подбор температуры послеуборочного хранения, консервирующего раствора, регуляцию физиологических процессов (Doorn, 2008), подбор новых природных материалов для введения во флористику (Maree, 2010; Юдаева, 2016, 2017; Солтани 2017), сравнение сортов (Шеметова, 2015). Как правило, рассматривают потерю общей декоративности в срезке, но это не отвечает всем запросам профессионального флориста. Практический опыт работы флористом показывает, что, например, полная потеря листьев побегами черники все еще дает возможность работать с эффектными зелеными стеблями, хотя общая декоративность потеряна. Поэтому целью работы является подготовка алгоритма проведения комплексного исследования отдельных органов срезанного материала для дальнейших нужд флориста.

Этап 1. Планирование исследования.

Планирование исследования следует начать с обзора литературы для выявления актуальных вопросов по конкретной культуре. Далее необходимо определить объем выборки растений. Для этого можно воспользоваться формулами достаточного объема выборки (Исачкин, 2019):

- если генеральная совокупность стремится к бесконечности:

$$N = \frac{t_{st}^2 \cdot \hat{\sigma}^2}{\Delta^2} = \frac{t_{st}^2}{k^2}$$
 где N - объем выборки,
 t_{st} - значение критерия Стьюдента,
 $\hat{\sigma}$ - среднее квадратическое отклонение генеральной совокупности,
 Δ - допустимая неточность ($\Delta = |\bar{x} - \hat{x}|$)
- если генеральная совокупность является конечным числом:

$$N = \frac{N^2}{N \frac{k^2}{t_{st}^2} + 1}$$
 k - заданная точность $k = \frac{\Delta}{\hat{\sigma}}$

Определяем методы статистического анализа для выявления достоверных различий между вариантами, например: t-test, дисперсионные анализы, методы Краскела-Уоллиса, U-test Манна-Уитни и т.д. (Исачкин, 2019).

Этап 2. Постановка срезанных растений в сосуды.

После получения срезанных растений необходимо провести предварительную обработку и уход: удалить механически поврежденные части, снять нижние листья, обновить срез и восстановить тургор (Хааке, 2013). Далее распределить растения по вариантам опыта.

Этап 3. Ежедневная фотофиксация растений.

Фотофиксация растений необходима, чтобы отследить динамику старения и гибели растения. Обращая внимание на нюансы в изменении окраски, формы, фактуры отдельных органов растения.

Этап 4. Разработка шкалы оценки признаков растений

При постановке научных исследований по сохранению продолжительности жизни срезанных растений для аранжировок оценивают

только потерю общего декоративного вида. Однако, можно продлить декоративность скорректировав один признак. Поэтому стоит рассмотреть нижеприведенный шаблон таблицы признаков (*Таблица 11.3*).

Этап 5. Анализ динамик увядания.

В коммерческой флористике растения с измененными признаками до 3х баллов можно использовать в ряде декоративных композиций, а наличие признаков на 1 и 2 балла приводят к отбраковке и списанию. На этом этапе исследования по каждому признаку рекомендуется рассчитать количество дней сохранения признака до достижения 3х баллов. Далее построить динамики увядания по каждому признаку и указать ряд описательных статистик (например, среднее арифметическое, медиана, размах вариации, коэффициент вариации и т.д.).

Таблица 11.3

Шаблон таблицы признаков

Признак	Балл	Описание
Общий декоративный вид	5	Растение в тургоре, окраска цветка/соцветия и листьев соответствует описанию сорта
	4	Растение в тургоре, наблюдается незначительное изменение окраски лепестков и/или листьев
	3	Легкая потеря тургора, цвет лепестков побледнел
	2	Средняя степень потери тургора, соцветие рыхлое,
	1	Значительная потеря тургора, окраска лепестков сильно отличается от изначального описания сорта
Окраска лепестков	5	Соответствует описанию сорта
	4	Незначительное изменение окраски
	3	Окраска лепестков бледная
	2	Появление коричневатых пятен
	1	Значительная потеря окраски
Фактура и формы лепестков/ листьев	5	Соответствует описанию сорта/вида
	4	Кончики лепестков/листьев слегка закруглились вниз
	3	Кончики лепестков/листьев закруглились вниз, поверхность лепестка начала менять фактуру
	2	Средняя степень изменения фактуры лепестка/листа (сморщенная, ребристая, зернистая)
	1	Значительное изменение фактуры и формы лепестков/листьев
Плотность	5	Соответствует описанию сорта/вида

соцветия	4	Легкая рыхлость в соцветии
	3	Средняя рыхлость соцветия
	2	Сильная степень рыхлости
	1	Распадающееся на части соцветие
Прочность цветоноса	5	Прочный
	4	Очень слабая потеря тургора
	3	Слабая потеря тургора
	2	Средняя потеря тургора
	1	Сильная потеря тургора
Окраска листьев	5	Соответствует описанию сорта/вида
	4	Незначительное изменение окраски
	3	Окраска лепестков бледная
	2	Появление коричневатых пятен
	1	Значительная потеря окраски
Устойчивость к грибным заболеваниям	5	Повреждения отсутствуют
	4	Единичные пятна во всей выборке
	3	Единичные пятна на растении
	2	Значительное количество повреждений
	1	Увядание органа из-за обилия некрозов

Этап 6. Статистический анализ достоверности различий вариантов опыта.

Для проверки различий между двумя вариантами выборки можно использовать t-test (если выборки подчиняются закону нормального распределения) или U-test Манна-Уитни (если выборки не подчиняются нормальному распределению). Для множественных сравнений вариантов (более 3х вариантов опыта) достоверные различия можно определить путем использования методов дисперсионного анализа (для непараметрических критериев подходит однофакторный дисперсионный анализ Краскелла-Уиллиса).

Старение срезанного растения - это скоординированный и многоступенчатый процесс, который происходит не одновременно во всех органах, так как они имеют разное назначение в жизни цветка. Так лепестки являются первыми увядающими тканями из-за их биологической роли (Koshkin, 2012; Shibuya, 2016). В первую очередь старение связано с потерей воды, ионов, образованием чрезмерного количества активных форм кислорода (АФК), с деградацией белков и нуклеиновых кислот (Doorn, 2008; Naing, 2017). Регулируется старение взаимодействием нескольких регуляторов роста, таких

как этилен, цитокинины, гибберелловая кислота, ауксины, жасмоновая кислота, салициловая кислота и абсцизовая кислота (Koshkin, 2012).

Окраска лепестков обусловлена тремя основными группами пигментов - флавоноиды, каротиноиды и беталаины (Schaefer, H., Ruxton, G. 2011). Флавоноиды - водорастворимые молекулы, которые отвечают за спектр окраски от бледно-желтого (флавоны, флавонолы) до сине-фиолетового (антоцианы, проантоцианидины) (Donoso, 2021). Антоцианы обуславливают красный, синий, пурпурный и розовый цвет (Chatham, 2019), причем если pH среда кислая, то будут преобладать красные оттенки, а если щелочная - синие (Calderaro, 2020). Самыми распространенными антоцианидинами являются дельфинидин (дает синие оттенки), цианидин и пеларгонидин (красный и оттенки красного цвета), пеонидин, петунидин, мальвидин (Muñoz-Gómez, 2021). Свет, температура, окислители и восстановители могут значительно влиять на стабильность антоцианов (Bordignon-Luiz, 2007), поэтому, возможно, что коррекция одного из этих факторов продлит декоративность конкретно лепестков. Также на изменение окраски влияет содержание сопутствующих пигментов, pH вакуоли (Tanaka, 2009). Беталаины (водорастворимые молекулы) и антоцианы не встречаются в одном растении одновременно. Беталаины отвечают за оттенки красного, фиолетового, желтого и оранжевого и имеются только у растений нескольких родов порядка Caryophyllales (Clement, 1994). Каротиноиды - жирорастворимые молекулы, которые в основном ответственны за проявление желтого, оранжевого и красного цвета (Tanaka, 2008 ; Chatham, 2019). В целом в растении они участвуют в процессе фотосинтеза и осуществляют защиту от оксидантного стресса от избыточного освещения. На уровень содержания каротиноидов влияет температура выращивания, применение удобрений, освещенность и длительность светового периода.

Коррекция фактуры и формы происходит из-за изменения проницаемости мембраны в связи с утечкой электролитов в лепестках (Arora, 2006). Показатели утечки электролита из лепестков гвоздики постоянно

увеличивались в течение периода старения (Li, 2021), подтверждая постепенное нарушение целостности клеточной мембраны.

Ключевым фактором потери качества побега, а далее листьев и цветка является блокировка микробами сосудов ксилеммы, которые образуют биопленку остатков своей жизнедеятельности. Таким образом микробная закупорка тормозит транспортировку воды, вызывая водный дисбаланс (Lü, 2010; Solgi, 2009; Romero, 2014; He, 2018).

Установлено, что старение срезанных растений протекает не одновременно в разных органах. На изменения окраски влияют рН вакуоли, температура, длительность светового периода. Компрессия формы и края лепестков и листьев связаны с утечкой электролитов, а качество побега сохраняется дольше, если предотвратить образование микробной пленки у среза. Профессиональные флористы используют не только побег с цветком в целом, но и создают композиции отдельно из лепестков, листьев, побегов. Поэтому важно знать, красиво ли увядает орган и какова динамика потери его декоративности. Разработанный алгоритм и шкала для научных исследований помогут лучше установить связь между учеными и практикующими флористами.