

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Л. В. Цаценко

ФАСЦИАЦИЯ В ПРИРОДЕ
И ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ

Краснодар
КубГАУ
2017

УДК 631.527:7.04

ББК 41.4

Ц 24

Рецензенты:

С. Н. Щеглов – профессор кафедры генетики, микробиологии и биотехнологии Кубанского государственного университета, д-р биол. наук;

С. В. Зеленцов – заведующий отделом сои Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур им. В. С. Пустовойта, д-р с.-х. наук

Цаценко Л. В.

Ц24 Фасциация в природе и изобразительном искусстве: монография. Л. В. Цаценко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 100 с.

ISBN 978-5-00097-411-7

В монографии представлен материал, раскрывающий вопросы фасциации у растений различных групп, причины их возникновения и распространения. В объемном виде представлен визуальный ряд явления фасциации.

Работа представляет интерес для специалистов в области ботаники, селекции, генетики, биоиндикации и генетического мониторинга

УДК631.527:7.04

ББК 41.4

- © Цаценко Л. В., 2017
- © ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2017

ISBN 978-5-00097-411-7

ПРЕДИСЛОВИЕ

В монографии рассмотрено явление фасциации на примере высших растений, показано ее влияние на различные признаки как у культурных, так и дикорастущих растений. Приведены многочисленные примеры различных групп растений с фасцированными органами.

В большинстве случаев фасциация рассматривается как исключительное явление, чаще встречается у культурных растений, чем у дикорастущих. Ряд авторов разделяет фасциации на наследуемые и ненаследуемые. Первые вызываются внутренними причинами. Вторые – действием внешних факторов, таких как повреждения насекомыми, увечья, условия погоды. Установлен ряд закономерностей. Это явление фиксируется преимущественно у теплолюбивых и южных растений.

Приведены фотообразы различных культур с фасцированными частями. Обсуждается введение термина «connations», как морфологической аномалии.

Фасциацию можно рассматривать как маркерный признак по причине связи этого явления с нарушением экологической обстановки. Растения с морфозами, в том числе и с фасциацией отдельных органов, могут выступать как индикаторы загрязнения природной среды.

Отдельно рассмотрены вопросы фасциации на примерах культурного растения – огурца и дикорастущего растения – одуванчика. Подкреплен материал различными рисунками и схемами.

Изучение явления фасциации у высших растений можно рассматривать как метод селекции на крупноплодность. Это позволяет установить адаптационные способности вновь создаваемых генотипов. Таким образом, явление фасциации затрагивает многие области науки. С одной стороны, оно является доказательством нарушений, вызванных экологическими факторами среды. С другой стороны – оно выступает наследствен-

ными причинами, а также может выступать как модель для изучения процессов морфогенеза.

В работе приведен обширный анализ литературных источников по явлению фасциации, начиная с самых первых работ и заканчивая последними исследованиями генно-молекулярных причин этого явления.

В монографии показаны примеры явления фасциации в изобразительном искусстве, литературных произведениях и т. п.

Впервые представлена иконическая документация различных форм и видов фасциации у растений. Используются авторские фотографии и рисунки, позволяющие понять тонкости явления фасциации, его типы и формы.

Завершают монографию материалы с электронными базами данных и ресурсами сети Интернет по исследуемому вопросу.

Исследования по каталогизации образов выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Краснодарского края в рамках научного проекта №17-13-23001 «Северный Кавказ: традиции и современность».

1 СУТЬ ЯВЛЕНИЯ ФАСЦИИ, ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ТИПЫ ФАСЦИЙ

Никоим образом нельзя добиться законченного воззрения, не рассматривая нормального и ненормального в их колебаниях и взаимодействиях.

В. Гёте

Фасциация (от лат. «*fascia*» – связка, пучок) относится к наиболее распространенным аномалиям развития у высших растений. Под фасциацией обычно понимают разрастание или слияние тех или иных структур, образующихся в избыточном числе из-за нарушения меристематических процессов. Фасциация рассматривают как резкое изменение нормальной формы и структуры осевых органов (Л. А. Шавров, 1956).

Определение фасциации в Большой советской энциклопедии приводится в следующей трактовке: «уродливая деформация побегов растений, при которой они становятся плоскими, лентовидными, ребристыми».

Фасциация, затрагивающая цветки, соцветия, плоды и соплодия, во многих случаях полезна, так как используется при селекции некоторых сельскохозяйственных растений (например, при выведении крупнозеёрных диплоидных сортов гречихи).

Причина и природа этого явления у растений различна. Распространение фасциации в природе довольно велико и как отмечает ряд авторов, чаще оно встречается у культурных растений, чем у дикорастущих.

В результате фасциации у растений наблюдаются:

- искривление и перекручивание стебля;
- ненормальное разветвление его апикальной части;

– изменение сроков формирования и взаимного расположения листьев, цветков и соцветий;

– чрезмерная разветвлённость соцветий и увеличение количества цветков в них;

– деформация цветка с увеличением количества образующих его органов, возникновение многогнездного гинецея, разрастание плодов и соплодий, смещение ритма деления и дифференциации клеток и т. д.;

– разрастание плодов и соплодий, смещение ритма деления и дифференциации клеток.

Фасциации встречаются у травянистых однолетних, двулетних и многолетних форм, а также у лиан, кустарников и деревьев (М. Ф. Данилова, 1961; С. Н. Майоров, 2012).

Чаще всего они встречаются у видов с индетерминантным ростовым механизмом вегетативных органов и соцветий. У сельскохозяйственных растений чаще всего фасциации встречаются у сои, томата, дыни, гороха, нута, салата и огурца.

Деформацию наблюдают на различных частях растений: корень, стебель, соцветие, плод. В большинстве случаев фасциация верхней части стебля влияет на формирование соцветия, на котором образуются цветки.

У томата сорта Beefsteak содержится 215 локул (обычно 10–20 локул) и 250 семян. Фасциация на огурце, арбузе и дыне проявляется в виде увеличения ширины стебля, количества листьев, усиков и цветков (О. Е. White, 1945; Q. В. Zielinski, 1948).

У древесных растений фасциация затрагивает побеги, генеративные органы и плоды. Фасциацию неоднократно наблюдали у сирени венгерской, смородины черной, яблони, груши, вишни, алычи, сливы и других культур.

Суть явления фасцирования сводится к нерасхождению, неразделению отдельных органов растения. Многочисленные зарубежные авторы считают единодушно фасциацию уродливостью, аномалией, отклонением от нормы. Однако ряд фак-

торов позволяют считать ее нормальным явлением, обуславливающий один из путей формирования растений (G. A. Marx, 1962; I. Iliev, P. Kitin, 2011; H. Cutler, 1946; Y. Tang, H. T. Skorupska, 1994; W. C. Worsdell, 1905; В. Л. Комаров, 1945; Э. И. Слепян, 1973; Л. Н. Чекунова, 1969). Это доказывает наличие большого числа растений в фасцированном состоянии: целлозия цветная, капуста цветная, плод ананаса, плод граната, кактусы. Ненаследованные фасциации у отдельных растений есть только начальная фаза этого эволюционного процесса. Так например, нерасхождение в течение длительного периода веточек соцветий цветной капусты привело к образованию ее головки (А. И. Филов, 1948).

Распространенность фасциации в природе довольно велика, она распространена гораздо больше, чем это предполагают. Среди овощных культур из семейства тыквенных фасциации плетей встречаются у огурцов, арбузов, дынь и тыкв. Фасциации цветков и плодов также распространены у культур этого семейства. Как отмечает А. И. Филов (1948), наследуемая пятикамерность плодов имеет место у огурцов с гермафродитными цветками, так же у некоторых индийских позднеспелых форм. У различных видов и семейств растений фасциация происходит по-разному, например, у пасленовых в большинстве случаев наблюдается фасциация у цветов и плодов. Представителями сильно фасцированных плодов являются сорта томатов «Бычье сердце», «Лотарингская красавица», у баклажана – «Черная красавица», «Альбатрос», гибрид «Бибо F₁».

Все фасцированные плоды являются крупными, в этой связи явление фасциации можно рассматривать как положительный фактор, так как значительная часть растений превратилась в овощные только благодаря процессам фасцирования.

У гороха использовали фасцированную форму как исходный материал для создания сортов гороха овощного на Кубани. Установлено, что признак «фасцированный сте-

бель» наследуется независимо и при скрещивании с мутантной формой выделенная группа растений имела фасциированный стебель, ограниченный верхушечным соцветием. Растения такого типа имеют больше бобов и по архитектонике лучшими формами являлись растения с 2–3 узлами с 3–4 боками (О. В. Аликин, А. Г. Беседин, 2016).

Некоторые растения, особенно из группы декоративных, разводят исключительно из-за своих фасциированных органов, как например, петушинные гребешки (целлозия), амарантус. Явлению фасциации отведено довольно большое количество работ в иностранной литературе. Была отмечена фасциация у примулы, кактусов, цикория, земляники, табака. Рядом авторов отмечены фасциации у диких растений, как у омелы, кислицы, наперстянки (А. А. Федоров, 1958; А. И. Филов, 1948).

Установлено, что часто это явление отмечается у сосудистых растений. Фасциация у дикорастущих растений встречается редко, гораздо чаще у культурных, поэтому в первом случае оно является исключением, а во втором – как правило. Ряд авторов разделяют фасциации на наследуемые и ненаследственные. Первые вызываются внутренними причинами. Вторые – действием внешних факторов, таких как повреждение насекомыми, увечья, условия погоды (А. А. Федоров, 1958).

По мнению А. И. Филова (1948), фасциация может иметь только одну причину, в виде определенного воздействия окружающих условий на растение, а степень наследования этого явления зависит от силы и продолжительности его воздействия. Установлен ряд закономерностей:

- чаще фасцируют органы размножения растения;
- фасцируют преимущественно южные растения, или растения, находящиеся в более теплых южных условиях;
- теплолюбивые формы более склонны к фасцированию.

Фасциация является эволюционным процессом. Целый ряд растений известен как фасциированные, в нефасциированном мы их не знаем: цветная капуста, кукуруза.

Многие авторы рассматривают фасциацию как негативное явление, однако на сегодняшний день деформация у растений становится интересным объектом для исследования процессов морфогенеза (таблица 1).

Как отмечает Г. Е. Титова с соавторами (2016) фасциации могут возникать на стадии микроспориального эмбриоидогенеза у злаков *in vitro*, с формированием особого типа эмбриоидов с множественными органами – щитками, побегами с листьями, а иногда корнями. В этом случае образовавшиеся полимерные зародыши, возникшие спонтанно или индуцированные синтетическими ауксинами, рентгеновским облучением, ингибиторами полярного транспорта ауксинов, служат модельными объектами для изучения феномена «сиамских близнецов» в высших растений (таблица 1, 2).

Исследование данного феномена дало новые знания о типах фасциаций у побегов. Установлено появление «множественных меристемных побегов», как результат радиальной фасциации, которые могут формироваться на самых ранних стадия эмбриогенеза, при становлении оси зародыша.

Появление значительного количества разнообразных отклонений от нормы в структуре растений, оценивается рядом авторов как фактор новообразования или трактуется как адаптивная реакция организма на меняющиеся условия среды. В качестве доказательства служат факты обнаружения большинства аномалий именно у обитателей антропогенно нарушенных территорий, в основном рудеральных растений, которые испытывают на себе не сильные рекреационные нагрузки, а также резкие и различные изменения химизма почв, загазованности воздуха и других негативных факторов.

Анатомическое изучение фасциации показывает, что срастание совершается только за счет паренхимы, проводящие ткани сохраняют свою обособленность, сосудистоволокни-

стые пучки различных органов разветвляются обычным путем, но не расходятся из-за сросшейся паренхимы этих органов, образуя утолщенный стебель, на котором развивается нормальное количество листьев, цветков, плодов, но не ветвей. Листья и цветки этих сросшихся в онтогенезе веточек развиваются также в нормальном количестве и группируются на том же утолщенном стебле.

Ряд авторов отмечает фасциации у таких растений как тропическая омела, кислица, наперстянка и даже красная сосна. Описано явление фасциации у суккулентов, молочая, очатка, кактуса, львиного зева, бодяка, лютика, араукарии.

У водяных растений фасциации встречаются довольно редко. Е. А. Борисова и М. П. Шилова (2016) описали интересную тератную форму *Typha angustifolia* в Ивановской области. У данного растения пестичная часть соцветия состояла из четырех колоновидных частей. Как отмечают авторы, данное тератологическое изменение пестичной части соцветия возникло в результате повреждения верхушечной меристемы мелкими насекомыми, десятки которых были видны при осмотре соцветия. Возможно образование данной морфологической аномалии связано с деятельностью ТЭЦ-2, рядом с которой был найден экземпляр рогаза.

Таблица 1 – Фасциация и сопряженность с другими признаками у растений (отрицательное влияние на признак)

Растение	Влияние на признак
Клевер луговой, (<i>Trifolium pratense</i> L.) Нут (<i>Cicer arietinum</i> L.)	Фасциированные побеги склонны к полеганию
Нут (<i>Cicer arietinum</i> L.), Соя (<i>Glycine max</i> L.), Салат (<i>Lactuca sativa</i> L.) Подсолнечник (<i>Helianthus annuus</i> L.)	Снижается семенная продуктивность и задержка цветения
Томат (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Фасциация плодов томата значительно снижает товарную ценность продукции
Растения рода <i>Veronica</i> L.	Фасциированные растения производят семена с пониженными показателями всхожести и дружности прорастания
	Положительное влияние на признак
Гречиха (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)	Создание крупноплодных скороспелых сортов на основе фасциации. Фасциированные семена – доноры крупнозерности, скороспелости, дружности созревания и ограниченных ростовых процессов
Свекла (<i>Beta vulgaris</i> L.)	Фасциированные растения образуют более крупные семена и их созревание более раномерно
Земляника <i>Fragaria moschata</i> (Duchesne) Duchesne	Крупноплодные сорта (Антоновка полуторафунтовая)
Целозия метельчатая (<i>Celosia argentea f. plumosa</i>)	Введена в культуру за высокие декоративные свойства
Ива	Сорт Sekka с фасциированными побе-

<i>Salix udensis</i>	гами
----------------------	------

Таблица 2 – Фасциация и сопряженность с другими признаками у растений (положительное влияние на признак)

Растение	Влияние на признак
Гречиха (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)	Создание крупноплодных скороспелых сортов на основе фасциации. Фасциированные семена – доноры крупнозерности, скороспелости, дружности созревания и ограниченных ростовых процессов
Свекла (<i>Beta vulgaris</i> L.)	Фасциированные растения образуют более крупные семена и их созревание более равномерно
Нут (<i>Cicer arietinum</i> L.),	Характерно образование крупных семян
Горох (<i>Pisum sativum</i> L.)	Фасциированные сорта отличаются высокой продуктивностью

По данным Г. И. Барабаш (Г. И. Барабаш, Г. М. Камаева, 2006), собранный материал рудеральной флоры Центрального Черноземья показывает, что наибольшее количество аномальных фасциированных растений встречается у представителей сложноцветных, обладающих способностью образовать целые популяции. Фасциации чаще встречаются у однолетних видов, у многолетников отклонения затрагивают в основном репродуктивную сферу, чаще вегетативную, в основном части побега. Интерес таких форм с разными типами фасциаций (стеблевая, листовая, цветочная) представляет значительный интерес, поскольку причины любых отклонений от нормы не всегда можно объяснить однозначно, и как правило, все они значительно дополняют экологическую характеристику конкретных местообитаний.

Существует несколько классификаций фасциаций (рисунок 1).

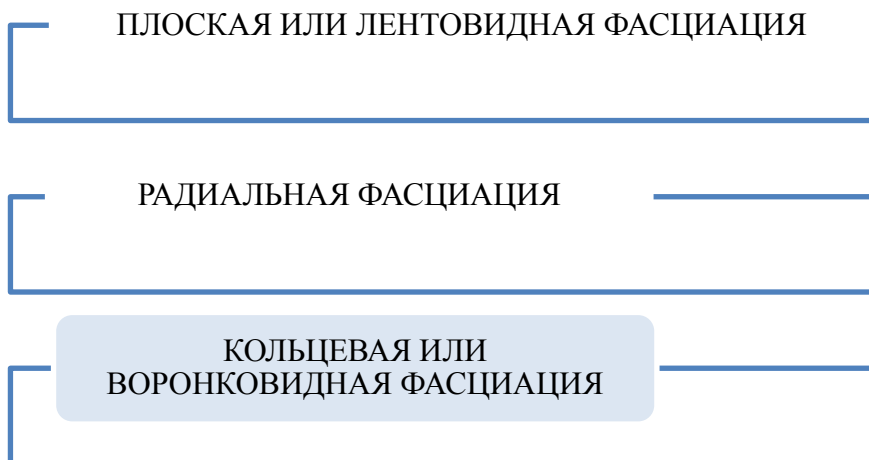


Рисунок 1 – Типы фасциации побегов (Т. Б. Батыгина, 2016)

Плоская или лентовидная фасциация – стебель (иногда может быть и корень) с нормально цилиндрическим основанием постепенно расширяется и уплощается в своей дистальной части; поперечное сечение вытягивается в сагиттальной (плоскость, делящая объект по вертикали, на левую и правую части) плоскости. Для данного типа характерен плоский стебель в отличие от нормального, ребристого или желобчатый. Лентовидный побег может быть в различной степени искривлен и перекручен в результате неравномерного роста абаксимальных (расположенных дальше от оси (адаксимальных (расположенных ближе к оси) его частей). Стебель в этом случае обычно ребристый и складчатый в верхней части или имеет вид раскрытого веера, например целлозия.

Второй тип – **радиальная фасциация**. Представляет собой некоторое изменение типичной фасциации. Стебель становится сильно желобчатым, в верхней части он иногда разветвляется на несколько нормальных или фасциированных побегов, расположенных в различных плоскостях.

Для плоской и радиальной фасциации характерно часто встречающееся нарушение листорасположения и сближения листьев в верхней расширенной части.

Кольцевая или воронковидная фасциация характеризуется наличием в стебле воронковидного углубления, уходящего у некоторых растений на значительную глубину внутрь стебля. Воронка выложена изнутри эпидермисом, сходным в общих чертах с наружным эпидермисом и отличающимся от последнего некоторыми деталями. На поверхности воронки расположены листья и пазушные почки, иногда имеются развитые побеги.

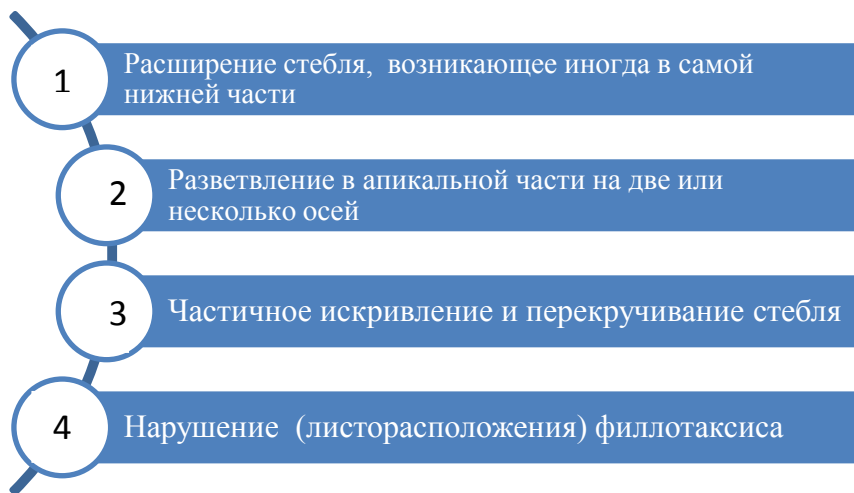


Рисунок 2 – Характерные черты всех типов фасциации

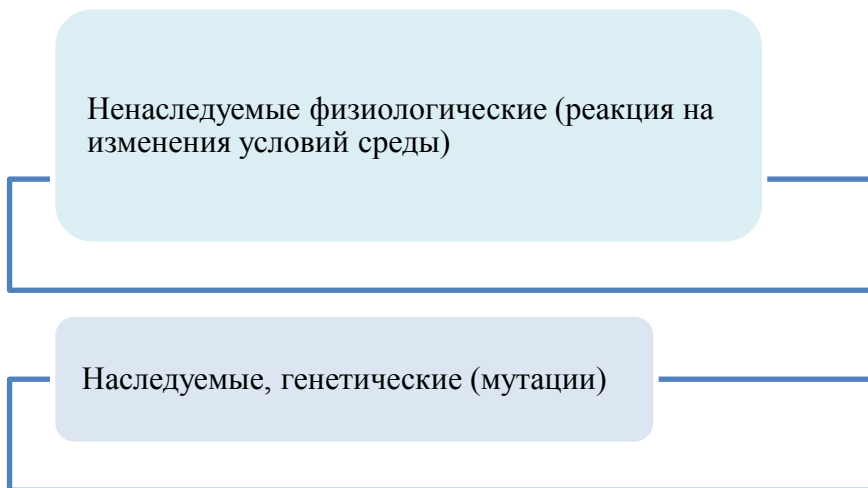


Рисунок 3 – Причины, вызывающие фасциации у растений

Учитывая тот факт, что в большинстве случаев фасциацию рассматривают как явление, связанное с ненормальным, тератоморфным, уродливым развитием растений, ряд авторов дают ей определение как явление деформации побегов, связанное с нарушением ритма клеточного деления (V. Maliarenko, T. Mudrak, 2013). Анализ литературных источников, показал, что выделяют факторы естественные, физические, химические и другие, которые могут приводит к изменению роста растений, развития и вызывать фасциации (таблица 3).

Таблица 3 – Факторы, вызывающие фасциацию у растений

Фактор	Объект
ЕСТЕСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ	
Повреждение насекомыми-вредителями стеблей, в результате отложения личинок в тканях растений	Древесные и кустарниковые породы

--	--

Продолжение таблицы 3

Механическое воздействие во время роста некоторыми видами	
Ранняя высадка рассады, которая приводит к большому количеству фасцированных растений	Огурец, томат
Уменьшение площади питания значительно снижает процент фасцированных растений.	
Температурные колебания: воздействие низких температур в период закладки цветка приводит к фасциации у гиацинта <i>Hyacinthus</i>	Гиацинт
Влияние высоких температур провоцирует образование фасциации у огурца	Огурец
Избыток или недостаток микроэлементов. Например, недостаток цинка – причина фасциаций у <i>Pinus caribaea var. Hondurensis</i> Barr. And Golf., а высокие дозы марганца у <i>Gossypium</i> L.	Сосна, хлопчатник
Биотический стресс, заражение бактериями, грибами или нематодами. Действие цитокининов.	Лилия, кунжут
ФИЗИЧЕСКИЕ	
Высокие дозы удобрений	Огурец
Ионизирующее излучение и химические мутагены являются причиной фасциаций в стеблях и соцветиях	Гербера
Уменьшение или увеличение фотопериода	
Переход на короткий день или при выращивании на длинном дне	Огурец
Долгота дня	Целлозия

Продолжение таблицы 3

ХИМИЧЕСКИЕ	
Регуляторы роста (вызывают искривление и слияние органов)	Семена гречихи, петуния
ДРУГИЕ ФАКТОРЫ	
Изменение условий среды, интродукция растений	
Сочетание хорошего питания и оптимальной влажности со сравнительно низкой и колеблющейся температурой при коротком дне	
Когда процессы роста преобладают над процессами отмирания	

Генетические фасциации отмечали на сое, нуте, подсолнечнике, салате, свекле сахарной и других культурах.

В настоящее время наиболее полно изучены генетические механизмы возникновения фасциаций у модельного объекта – арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh (Brassicaceae)). Детально описаны два семейства генов, мутации в которых приводят к развитию фасциаций, – CLAVATA (CLV) и FASCIATA (FAS). Эти гены являются негативными регуляторами размеров апикальной меристемы побега, взаимодействуют с рядом других генов. Гомологи генов CLV – семейства были описаны у таких растений как кукуруза *Zea mays* L. и соя *Glycine max* (L.).

В практической селекции формы гороха с наследственно закрепленной фасциацией послужили основой для создания нескольких сортов, хотя в некоторых источниках этот признак характеризуется как снижающий продуктивность и проводящий к повышенному полеганию. Ряд авторов отмечали, что у

некоторых растений фасциация приводит к снижению ростовых характеристик и в целом жизнеспособности, например у гречихи (А. А. Синюшин, 2008, 2010). Закономерности наследования фасциации у гороха посевного *Pisum sativum* L. (Fabaceae) впервые были исследованы еще Г. Менделем (рисунок 4). В процессе гибридизации, при скрещивании фасцированных растений с нормальными в первом поколении наблюдались нефасцированные растения, а в F₂ отмечено расщепление с соотношением фенотипических классов 3:1. На основании полученных результатов А. А. Синюшиным и С. А. Гостимским (2010) был сделан вывод о наличии второго гена (FAS), взаимодействующего с FA по типу некумулятивной полимерии: для проявления фасциации необходимо рецессивное состояние по обоим генам и общее число генов, участвующих в развитии фасциации у гороха, составляет не менее 2–3. На сегодняшний день, вопрос о числе и характере взаимодействия генов, ответственных за развитие фасциации у гороха остается открытым.

Интересным и обсуждаемым вопросом остается толкование термина фасциации. По мнению И. Э. Локк (2012) недоразвитие цветков, выявленное при исследовании морфогенеза, можно сравнивать с фасциацией. По словам А. А. Синюшина (2010) «Изучение аномалий развития, тератология, в последнее время приобрело принципиально иное значение, нежели в период своего возникновения. Помимо функции прямого описания тех или иных тератологических феноменов эта область морфологии перешла в плоскость моделирования процессов развития, мутационного анализа и даже эволюционных построений в свете концепции Evo-Devo.



Рисунок 4 – Предметные области, исследующие фасциации

Собственно тератология тесно сомкнулась с современной молекулярной генетикой развития, и последняя существенно вытеснила структурный подход в понимании морфологических аномалий». С этим мнением нельзя не согласиться. Рядом авторов введен термин «connations» (О. А. Сельдимирова, 2015; Г. Ю. Полозов и др., 2006; И. Э. Локк, 2012). Известно, что срастание цветков достаточно распространенное явление, характерное для многоцветковых соцветий с плотным расположением цветков. Например: *Helianthus annuus* L., головки *Fillium*, *Cornus mas*. Большую сложность вызывает интерпретация так называемых «дубликаций» плода у вишни, сливы и других плодов. Эти видоизменения носят спонтанный характер, и из-за их редкости проследить за их развитием сложно. Их можно интерпретировать как результат слияния несколь-

ких флоральных меристем. Разнообразие нарушений, объединяемых как фасциация цветка, очень велико. Интерпретация тех или иных явлений в морфогенезе представляется важным для понимания причин их возникновения, поиска ответов на такие вопросы, как: являются ли они наследственно обусловленными, с какой частотой они возникают, по какому механизму проходит наследование признака.

В последние годы интерес к фасциации возрос, по причине связи этого явления с нарушением экологической обстановки. Растения с морфозами, в том числе и с фасциацией отдельных органов, могут выступать как индикаторы загрязнения природной среды. Нарушение морфологического строения сеянцев сосны носит четкий, выраженный характер, проявляющийся в фасциации проростков, и может служить биоиндикатором загрязнения почвы лесных питомников, что позволяет планировать в них хозяйственные мероприятия. Одним из них может быть замена сосны елью, как породой более устойчивой к загрязнению пестицидами (А. С. Назаренко, 2002; И. А. Фрейберг, С. К. Стеценко, 2014; И. А. Фрейберг, С. К. Стеценко, 2015).

Изучение явления фасциации у высших растений могло бы дать нам, в первую очередь, с одной стороны – метод селекции на крупноплодность, с другой стороны – установить адаптационные способности вновь создаваемых генотипов.

Еще одним важным направлением изучения явления фасциации заключается в использовании тератоморфных растений как индикаторов влияния гербицидов на культурбиогенез с учетом ботанических, анатомо-морфологических и биологических особенностей сорняков и культурных растений. По данным Ю. Л. Полевой (2002), при исследовании влияния почвенных гербицидов: атразин, диален, лантагранком и универсальный гербицид – дуал, которые характеризуются различным механизмом фитотоксического действия на сорняки на растения кукурузы были установлены следующие факты. Производные 2,4-Д (аминная соль, диален) в фазе раз-

вития кукурузы 5–6 листьев наблюдались повреждения растений, а именно фасциация воздушных корней, которые со временем исчезли (фаза 12–14 листьев). Понимание формы реакции высших растений на внесение гербицидов позволяет избежать неправильного использования химических препаратов и отрицательных последствий, вызванных их применением – попаданием в оросительные системы, питьевую воду, продукты питания, нанесения вреда здоровью человека.

Таким образом, явление фасциации затрагивает многие области науки, в одном случае оно является доказательством нарушений, вызванных экологическими факторами среды, с другой – наследственными причинами, а также может выступать как модель для изучения процессов морфогенеза.

2 КАТАЛОГИЗАЦИЯ ОБРАЗОВ РАСТЕНИЙ С ФАСЦИАЦИЕЙ

Мой совет – пиши то, что тебя окружает.

Б. Кустодиев

Френсис Бэкон (1561–1626) в своем труде 1620 г. «Новый органон» писал, что существуют три типа естественной истории, которые «имеют дело либо со свободой природы, либо с ошибками природы, либо с узами природы; так что мы можем сделать хорошее разделение на историю рождений, историю необыкновенных рождений и историю художеств, причем последние мы также часто называем механическим и экспериментальным художеством». Таким образом естественную историю можно разделить на изучение нормальной природы, аберрантной (отклоняющейся от нормы) природы и природы, которая находится под воздействием человека. Бэкон указывает, как приступить ко второй части его программы: «Мы должны создать коллекцию или специальную естественную историю всех уродов и чудесных произведений природы, куда войдет каждое новшество, раритет или аномалия».

Сегодня исследователи имеют большой арсенал вспомогательных средств: электронные микроскопы, цифровые камеры, компьютеры и сканеры, мощные программные продукты, а также робототехнику. Однако графические методы анализа – сложное дело, требующее определенных навыков и культуры в области подачи визуальной информации. Полезно сочетать огромные вычислительные ресурсы современных компьютеров с творческим и гибким человеческим мышлением. Визуальный анализ данных призван вовлечь человека в процесс поиска знаний в данных. Основная идея заключается в том, чтобы представить большие объемы данных в такой форме, в которой человек смог бы увидеть то, что трудно выделить алгоритмически, а также имел возможность погрузить-

ся в данные, работать с их визуальным представлением, понять их суть, сделать выводы и напрямую взаимодействовать с данными. Из-за сложности информации, это не всегда возможно в простейших графических видах представления знаний, таких как деревья решений, дейтаграммы, двумерные графики и т. П.

Визуальный анализ данных особенно полезен, когда о самих данных мало что известно и цели исследования до конца не ясны. За счёт того, что пользователь напрямую работает с данными, представленными в виде визуальных образов, которые он может рассматривать с разных сторон и под любыми углами зрения, в прямом смысле этого слова, он может получить дополнительную информацию, которая поможет ему более четко сформулировать цели исследования.

Под визуальным понимается производимый невооруженным глазом или с помощью оптических приборов анализ или направленное наблюдение за объектом (в отличие от фотография или фотоэлектрических наблюдений).

Другой аспект в визуализация и каталогизация образов является компьютерная биология. Ключевой элемент исследования в компьютерной биологии – возможность прижизненного анализа изображений с помощью специализированного программного обеспечения. Именно оригинальные разработки в этой области науки определяют прогресс или отставание в данном направлении. Практика исследования включает обязательный элемент – верификацию полученных данных. В компьютерной биологии одно и то же изображение должно быть проанализировано с помощью различного программного обеспечения и полученные результаты должны однозначно соответствовать друг другу. Основными объектами компьютерной биологии сегодня являются так называемые «плоские» объекты – те объекты, которые можно точно охарактеризовать с помощью двумерного изображения. К таким объектам относятся листья растений, цветы, лепестки.

Несмотря на то, что фасцированные растения главным образом отличаются контурами от обычных, тем не менее при каталогизации образов важна работа с цветом. Со времен К. Линнея, биологи не использовали цвет объекта, поскольку не было технических средств для работы с цветом. Электронные изображения живых биологических объектов могут быть охарактеризованы, в том числе, по цвету. Это открывает перспективы применения точных цветовых характеристик для описания объектов в целях оценки физиологического состояния растений, а также для задач биологической систематики.

Компьютерная биология, как наука, оперирующая электронными изображениями – образами (имидж) биологического объекта. Работа с образами биологических объектов – фундаментальное отличие компьютерной биологии от биоинформатики и математического моделирования биологических процессов. Принципиальным новшеством является возможность создания имиджей живых биологических объектов, что открывает перспективу неинвазивной работы с биологическим объектом. Это выводит биологию на качественно новый уровень исследований, за счет анализа и обработки изображений и распознавания живых объектов. Важнейшим компонентом компьютерной биологии становится анализ изображений. Разработка и применение различного софта для анализа одного и того же изображения – наиболее надежный путь верификации полученных данных.

Одним из перспективных подходов в решении этой задачи является методология создания и распознавания виртуальных образов, которая плодотворно разрабатывается во многих российских математических школах и находит реализацию в селекционно-генетических работах.

Феномен фасциации широко распространен у растений. На сегодняшний день он описан у ста видов сосудистых растений, у 39 семейств и 86 родов. Фасциацию широко распространена в семействе *Rosaceae* A. L. Juss., *Ranunculaceae* A.L. Juss., *Liliaceae* A. L. Juss., *Euphorbiaceae* A. L. Juss.,

Asteraceae Bercht & J. Presl, *Cactaceae* A. L. Juss., *Asclepiadaceae* R. Br. *Occurrence* и др.

В этой связи собрать образы фасцированных растений интересно и актуально по той причине, что это дает полную палитру возможных изменений в онтогенезе развития организма, понять и исследовать механизмы осуществляющие пути развития, понять факторы, влияющие на онтогенез.

Каталогизация образов по фасциации у растений включает несколько блоков:

- рисунки;
- гербарные формы;
- фотографии;
- произведения искусства.

Рисунки являются неотъемлемой частью любого биологического исследования, прорисовывая образ исследователь проникает глубже в тему изучаемого объекта. Художник рисует то, что видим и с математической точностью отражает увиденный образ, поэтому реальность его передачи очень высока. В живописи XVII–XVIII вв. интенсивно развивался ботанико-декоративный стиль, характеризующийся научной объективностью. Создатели живописных полотен во многом следовали принципам флористического рисунка, интерес к которому возрос настолько, что выделился в особую сюжетную разновидность графики. Благодаря тщательной передаче облика растений картины вполне могли выступать в качестве иллюстраций к ботаническим атласам. В этой связи к передаче образов фасцированных растений привлекались профессиональные художники, которые отражали как внешний вид растений и его фасцированных частей, так и делали внутреннюю прорисовку. Последнее является грамотным научным подходом к передаче явления фасциации, так как позволяет увидеть и изучить тип фасциации (рисунки 5–15). Полный спектр тератологий у овощных культур можно найти в электронной книге Мастера Максвелла (Maxwell T. Masters)

снабженные иллюстрациями Вильямса (E. M. Willams) на сайте <http://www.pgdp.net>.

Следующий тип передачи образа – гербарные листы. С помощью гербарного листа можно узнать в какой местности, в каком году был найден тот или иной редкий тератный образец, в этом и есть большое преимущество данного подхода к сбору визуальных данных (рисунки 16–17).

В некоторых гербарных коллекциях содержатся отдельные образцы с «диковинками». В нашей стране впервые сбор необычных, тератных растений был сделан Абрахамом Энсом. Гербарий петербургского медика и ботаника-любителя Абрахама Энса включает 1700 листов, вложенных по 1–10 экземпляров в обложки из цветного картона, иногда имеющие ярлык с названием рода. Растения прикреплены всей поверхностью на лист белой бумаги, окантованный цветной полоской с золотым тиснением. По обычаю своего времени Энс создает иллюзию букета, как бы погружая основания побегов в изящные, вырезанные из бумаги вазы или горшочки, украшенные орнаментом и аппликациями раскрашенных акварелью гравированных изображений. Снизу на листе указано место сбора и название растения, подтвержденное ссылкой на ботанические и медицинские сочинения, в которых оно упоминалось. Обычно эта запись составляет несколько строк, написанных каллиграфическим почерком черными чернилами, часто со следами предварительной разметки текста карандашом. Иногда приводятся его немецкие и французские эквиваленты, они выполнены скорописью чернилами, порыжевшими от времени. Большую часть коллекции Энса составляют цветковые растения, а меньшую – папоротники и хвойные, совсем немногочисленны водоросли, мхи, грибы и лишайники. Имеется даже один представитель кораллов, относившихся тогда к группе зоофитов. Энс собирал как дикорастущие, так и культивируемые растения и, в совершенстве владея искусством составления гербария, сумел сохранить естественную окраску цветков, не поблекших до сих пор. Почти все растения, за

редким исключением (злаки, хохлатки), лишены подземных частей. Отклонения от нормального развития, привлекавшие коллекционеров XVIII в. как курьезы, представлены немногими экземплярами (*Scabiosa prolifera*).

К сожалению на сегодняшний день в нашей стране нет единой системы сбора и каталогизации фасцированных растений.

Современной формой каталогизации фасциации у растений является фотография, которая позволяет передать цвет, форму, тип деформации.

Еще одной формой образов фасцированных растений является живопись. В настоящее время визуальный анализ образов растений на примере произведений искусства: картин живописцев, мозаики, керамики, гобеленов, ботанических иллюстраций, почтовых марок, фотографий становится неотъемлемой частью в проработки вопросов истории агрокультур. Первые работы в этом направлении были сделаны Джулианом Джеником в генетико-селекционных исследованиях по истории интродукции ряда культур с Американского континента в Европу. Метод иконографического анализа образа по произведению искусства был успешно применен итальянскими учеными Маззола, Раймондо и Чиччи (2003) при исследовании агроботанического разнообразия форм растений Сицилии в древних гербариях и иллюстрациях (Л. В. Цаценко, 2016, 2017). Поисковые работы по созданию и каталогизации иконографии растений позволяют получить объемную информацию о местных генотипах растений в искомом регионе, истории интродукции сельскохозяйственных культур, видовом и генетическом разнообразии. Кроме того, формируется обширный иллюстративный ряд по использованию растений в жизни человека, созданию новых производств и видов труда. Как отмечал Б. Кустодиев живописцу «надо только уметь смотреть и учиться видеть... Потребуется и знание этого предмета, который ты должен написать, и его графическое, верное изображение. Краска может быть такой, как ты хочешь, то есть декоративной, нату-

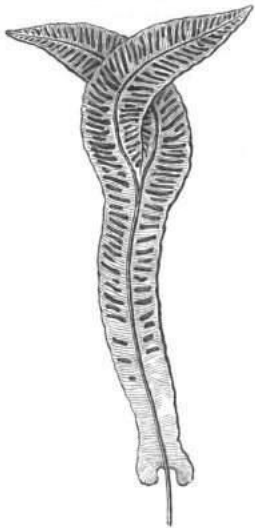
ралистической, условной. С формой же предмета – распоряжаться так свободно, как цветом нельзя».

При анализе баз данных по иконографии сельскохозяйственных растений удалось найти образы растений с фасциацией (рисунки 20–21). Художники разных эпох отразили в натюрмортах фасциированные плоды.

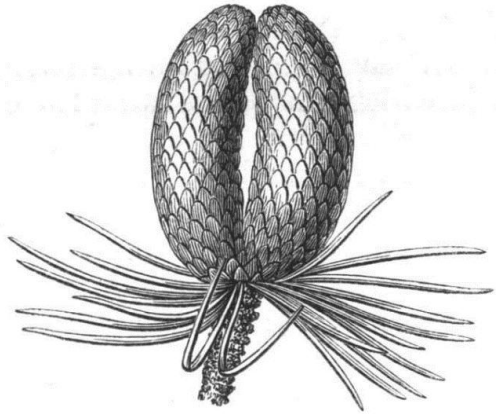
Редкие генотипы сортов земляники можно увидеть в картинах И. Машкова «Клубника. Белый кувшин, 1943; Две розы и тарелка с клубникой», 1942. Ягоды крупные и сросшиеся отдельными частями, т.е. фасциированные. На картине изображен сорт земляники с сросшимися секциями ягоды пользуются фасциированные плоды, которые отличаются крупной ягодой. У земляник фасциация плода используется как положительный селекционный признак, который используется и сегодня. Другая картина, точнее фрагмент, показывает фасциированные плоды томата. Художник Луис Эджидио Менденес отразил их в натюрморте. Для культуры томата фасциации являются характерным явлением. Фасцируют стебли, соцветия, цветы и плоды. В начале XX в. фасциированные плоды томатов были доведены до сорта Лотарингская красавица.



Рисунок 5 – Фасциация листьев пеларгонии (*Pelargonium*)



а



б

Рисунок 6 – Сросшиеся пластинки у папоротника *Scolopendrium vulgare* (а), сросшиеся шишки у кедра ливанского (*Cedrus libani*) (б)

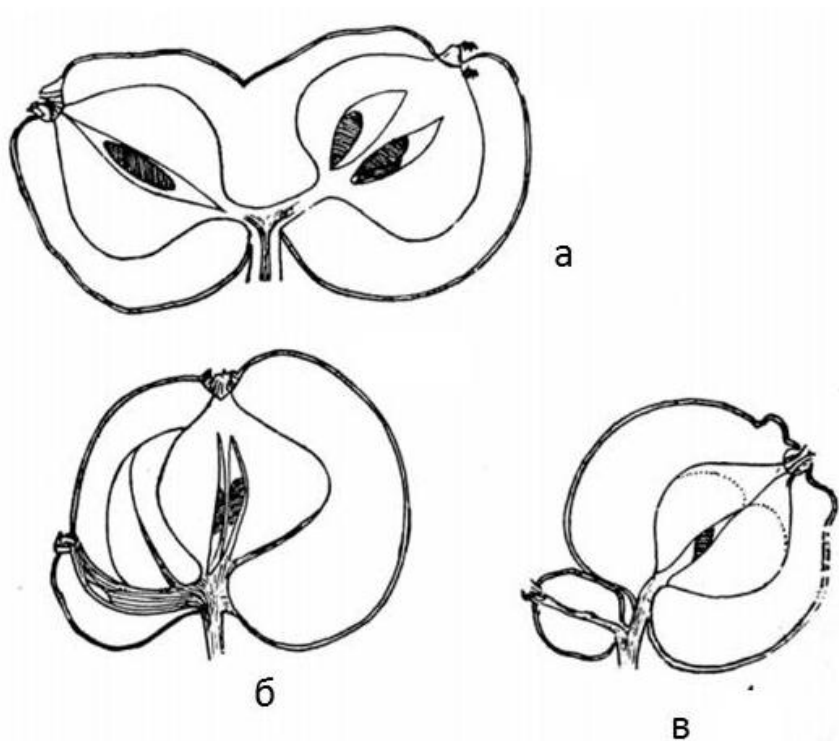


Рисунок 7 – Сросшиеся плоды яблони:

а – равноправное развитие и частичное соединение срастание по типу двойного яблока, плоды отделены друг от друга, б – срастание по плодовой ножке, развитие неравноправное; в – неравное развитие, по рисунку Worsdell W. C., 1905 г.

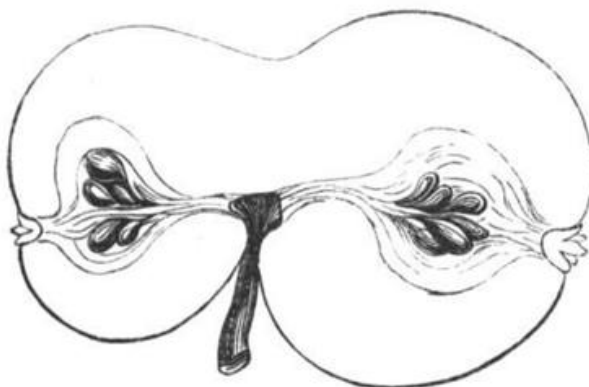
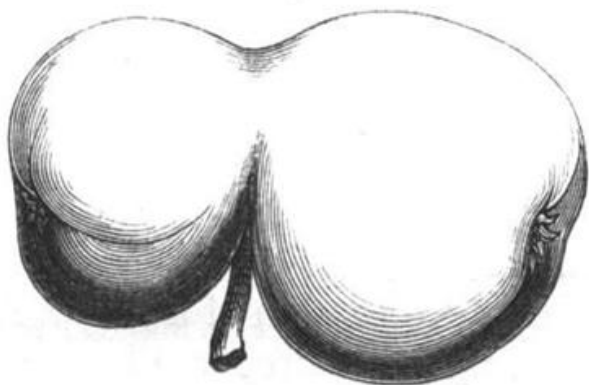


Рисунок 8 – Срастание двух яблок. Рисунок Е. М. Williams
(Источник: <http://www.gutenberg.org/files/23354/23354-h/23354-h.htm>)

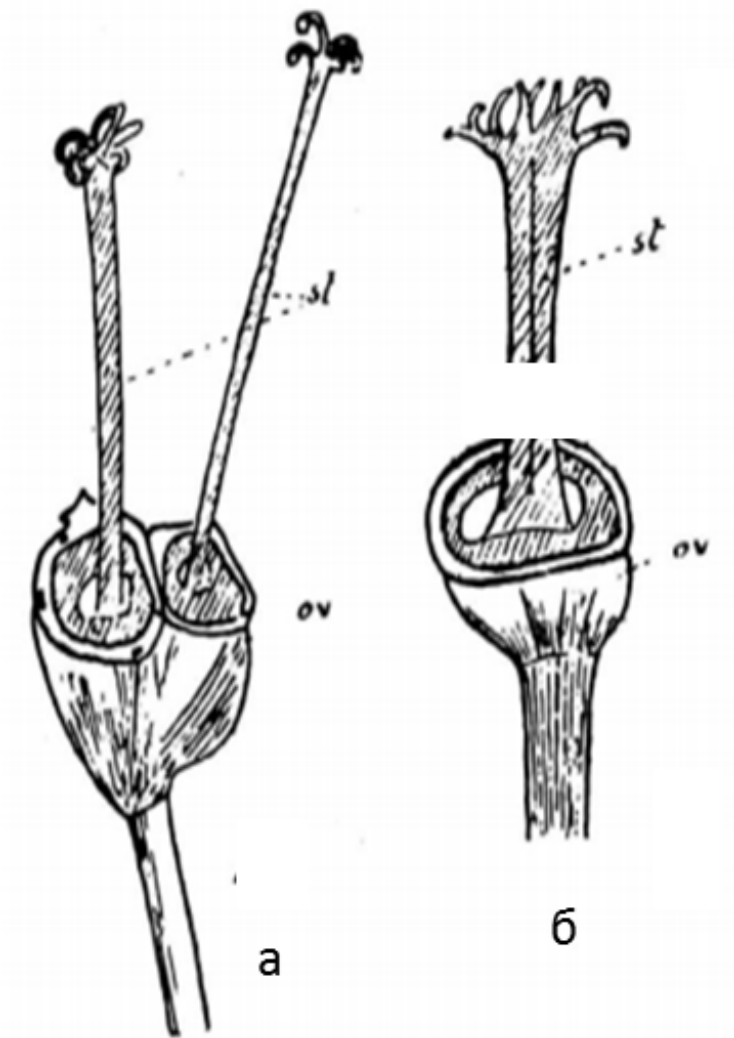


Рисунок 9 – Пестики колокольчика среднего
Campanula media (B), по рисунку Worsdell W.C., 1905 г.:
 а – норма; б – сросшиеся

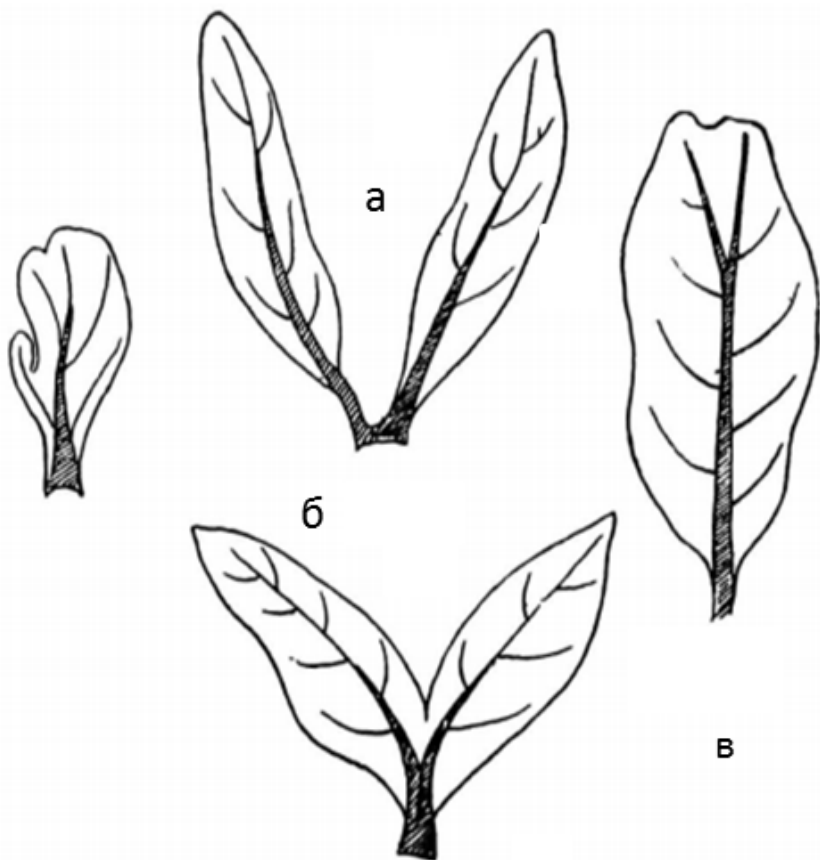


Рисунок 10 – Двойные листья у жимолости вьющейся (*Lonicera periclymenum*):
а – глубоко раздвоенные листья;
б – сросшиеся листья в апикальной части;
в – развитие двух листьев вместо одного,
(по рисунку Worsdell W. C., 1905 г.)

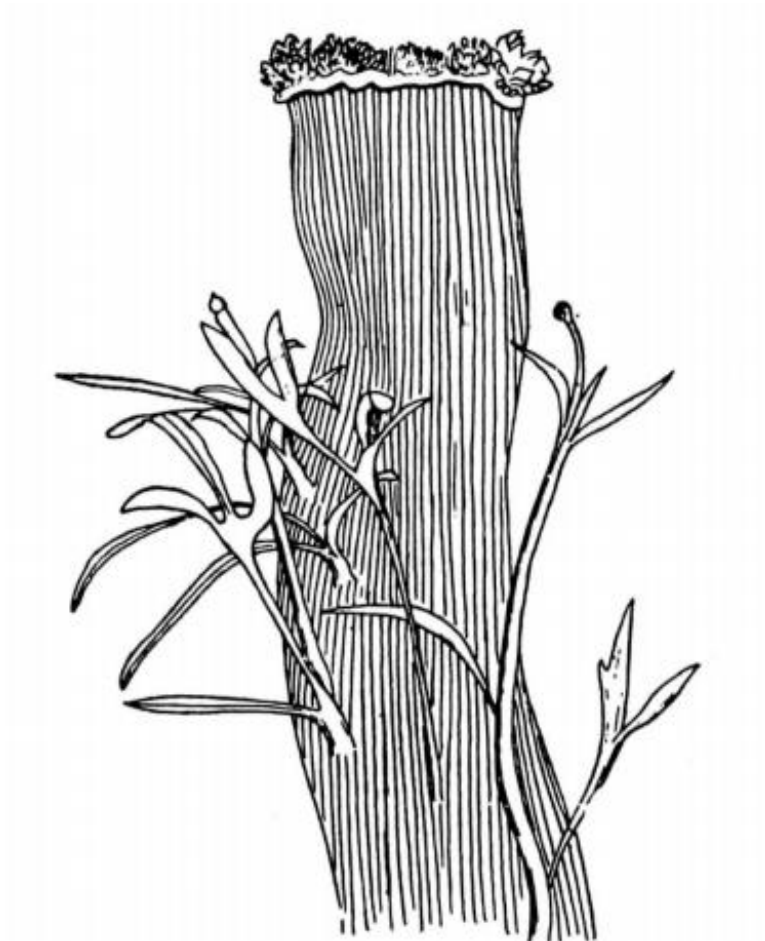


Рисунок 11 – Сросшееся соцветие лютика едкого *Ranunculus aser*.
боковые ветки соцветия нормальные
(по рисунку Worsdell W.C., 1905 г.)



Рисунок 12 – Фасцированный тюльпан по книге Дж. Уэзерса, который отмечает: «в обычном случае тюльпан имеет один цветок, но в случае фасциации количество цветов может колебаться от двух до трех» (источник: <https://thepaintinggardener.wordpress.com/category/fasciation/>)

2 *Pisum mirus*.
Garden and field Pease.



Рисунок 13 – Растение гороха посевного *Pisum sativum* L. с фасциацией
(по рисунку Worsdell W. C., 1905 г.)

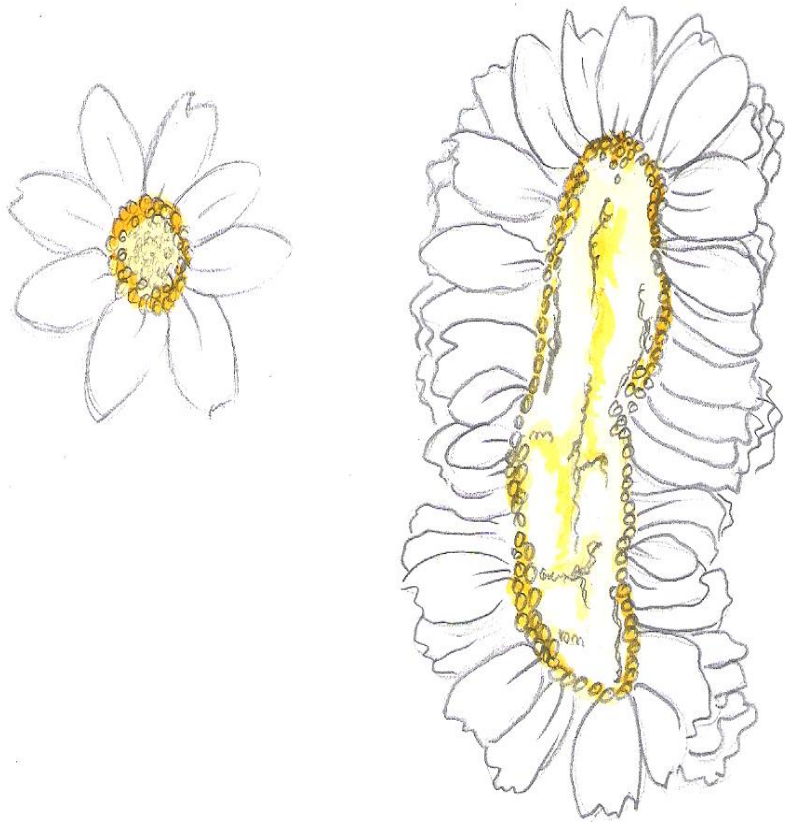


Рисунок 14 – Фасцированное соцветие ромашки
(источник: https://wordpress.com/?ref=footer_website)



Рисунок 15 – Корнеплод моркови: норма (сверху) и фасцированный, содержащий несколько корнеплодов (снизу)
(источник: https://wordpress.com/?ref=footer_website)



Рисунок 16 – Гербарный лист с фацированным одуванчиком.
На листе обозначено место сбора: Канада, Квибек,
2008–05–15. Национальный гербарий Канады

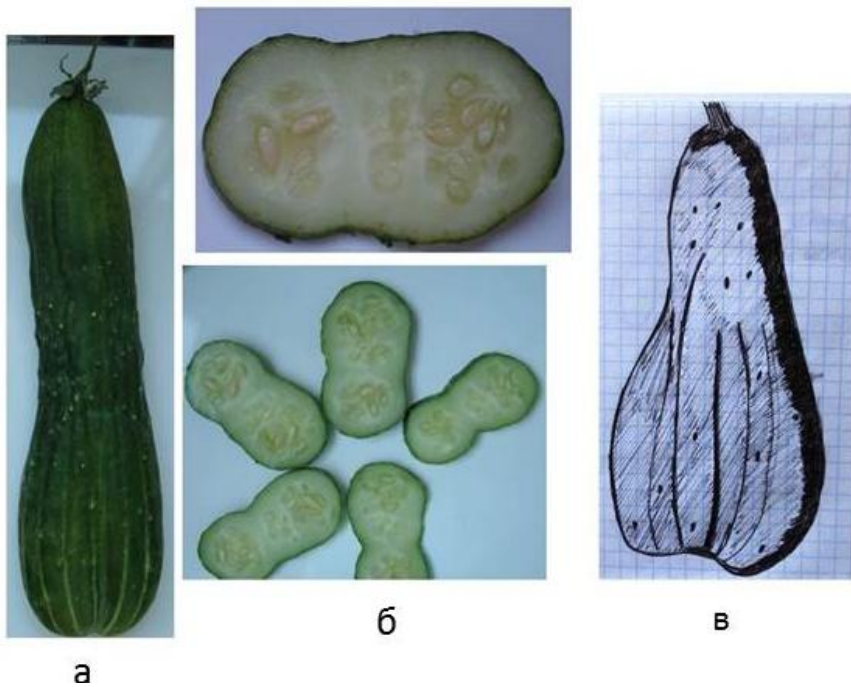


Рисунок 17 – Плод огурца (а, в), фасцированный огурец в разрезе (б),
Флоренция, 2013 г. (фото и рисунок автора)



Рисунок 18 – Фасцированная ягода земляники (сверху):
сросшиеся цветоносы одуванчика (снизу),
Краснодар, 2017 г. *(фото автора)*

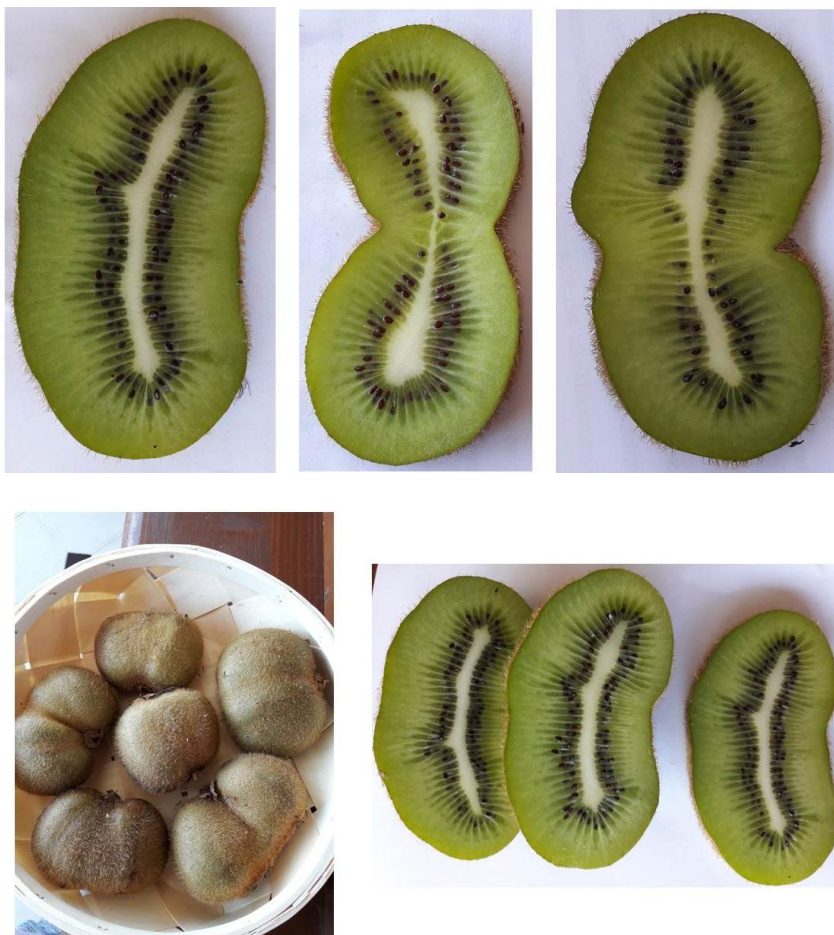


Рисунок 19 – Сросшиеся по два-три плода киви,
Краснодар, 2017 г. (фото автора)

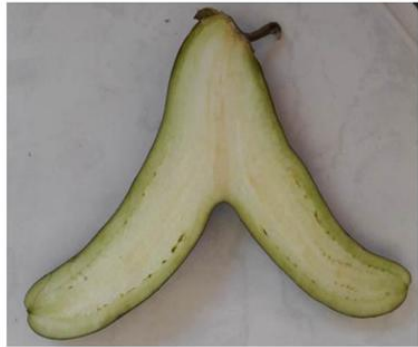
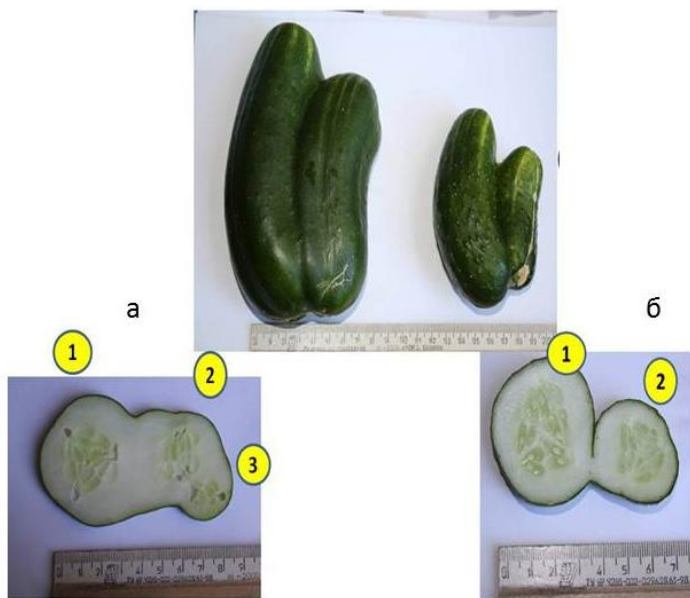


Рисунок 20 – Сросшиеся плоды баклажана, Краснодар, 2015–2017 гг. (фото автора)



в

Рисунок 21 – Сросшиеся тыквины огурца:
 а, в – три модуля, б – два модуля, Краснодар, 2014 г.
 (фото автора)



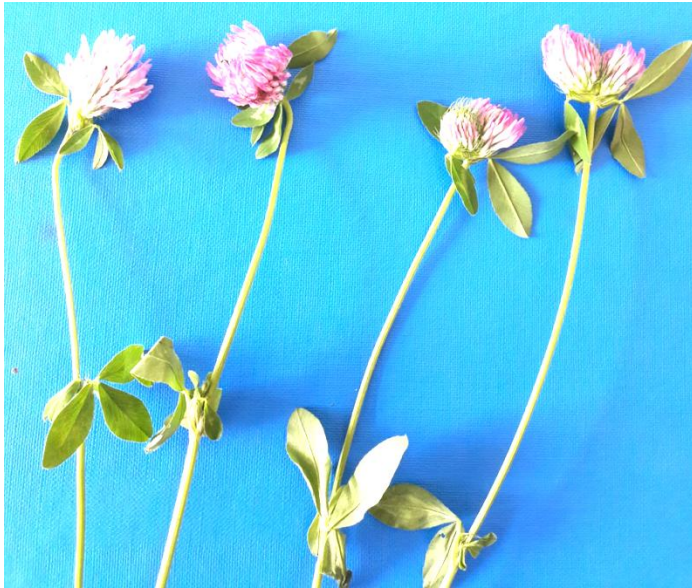
а



б



в



г

Рисунок 22 – Соцветия подорожника:
а – норма, б, в – отклонение от нормы, Краснодар, 2010 г. ;
г – фасцированные соцветия клевера, Краснодар, 2017 г.
(фото автора)



а



б



в



г

Рисунок 23 – Фасцированные плоды в картинах художников:
а, б – Луис Эджидио Мелендес. Натюрморт, 1766 г.;
в – Т. Немых. Натюрморт. 2009 г.;
г – И. Машков. Клубника и белый кувшин. 1943 г.

Таким образом каталогизации явления фасциации представляет широкую палитру для выбора изучения данного явления. Образы помогают понять причины и следствия этого явления, глубже проникнут в механизмы возникновения нарушений и найти причины их вызывающие.

3 ФАСЦИЯ У ОГУРЦА

Кунсткамера определяется дословно как «кабинет редкостей», куда входят различные живые организмы. В нашей работе сделана попытка на примере сельскохозяйственных рынков, как уникального объекта исследований, провести анализ явления фасциации. Сельскохозяйственный рынок метафорично можно представить «кабинетом редкостей», так как на нем можно найти интересные тератные формы. В течение пяти лет с 2013 по 2017 гг., велись наблюдения за сросшимися плодами огурца. Травмами, инфекциями, нарушением минерального питания у растений огурца можно вызвать фасциированные плоды. Возможность развития сходной по фенотипическому проявлению аномалии у столь большого числа таксономических групп указывает на существование сходных принципов генетической регуляции функционирования меристем. Именно поэтому изучение фасциации важно для понимания закономерностей морфогенеза растений. Кроме того, фасциацию можно рассматривать как резерв увеличения продуктивности растений путем создания крупноплодных растений.

Среди овощных культур фасциация часто встречается у тыквенных культур, а именно у огурцов, тыкв, репе у дынь. Известно, что фасцирование идет быстрее в измененных необычных условиях. Так, тепличные огурец Датский не фасциирует в теплице, но легко подвергается этому процессу в открытом грунте (А. И. Филов, 1948). На рисунке 22 приведены примеры фасциированных плодов огурца, довольно часто и в большом количестве встречающиеся на рынке. Фасциация идет несколькими путями: равномерное и неравномерное срастание (рисунок 23). У одних форм при фасциации развиты равномерно две тыквины (1:1), у других – одна тыква в два раза меньше другой (1:2), у третьих – одна тыква недоразвита (1:3). У огурца встречаются формы, сросшиеся одновременно с тремя тыквами. Срастание по выполненности пло-

дов такое же, как и у форм с двумя тыквинами (рисунок 24–28).

Фасциация у огурцов встречается от 2 до 6 камер в плодах. Трехкамерные и пятикамерные огурцы наследственно закреплены. Четное число камер неустойчиво. Как пишет А. И. Филлов (1948), производя многократные отбор формы огурца на фасциацию плетей вместо обычного огурца с трехкамерным строем плодов, была получена новая наследственная форма с пятикамерным строем плодов. Фасциация плетей сопутствовала фасцированию семенных камер плодов в онтогенезе. Результаты работы позволили прийти к выводу о происхождению пятикамерности плодов как результата процесса фасцирования вообще.

Кроме огурца изменчивость по числу семенных камер плода наблюдается у томатов (от 2 до 14), баклажанов (2–18), перцев (2–4), арбузов (2–6), дынь, тыкв, яблонь, груш и других плодовых растений. Фасциации плодов всегда соответствует фасцированию цветка, так многокамерные томаты обладают многолопастным рыльцем и расширенной тычиночной трубкой, состоящей из увеличенного числа тычинок. Такие цветки и плоды крупнее нефасцированных. Число лепестков, тычинок и лопастей рыльца является кратным числу семенных камер. Исходя из этого, селекционеры интуитивно научились определять будущую многокамерность – крупность плодов по фасциации цветка.

Чаще фасциация встречается у короткоплодных форм огурца, однако ее можно обнаружить и у длинноплодных растений. Существует еще один интересный момент, который становится актуальным на сегодняшний день. Учитывая, что современный овощной рынок представлен большим количеством сортов и гибридов огурца, имеется необходимость анализа и изучения появления многокамерных плодов применительно к данным климатическим условиям, а также анализировать технологию возделывания культуры, с тем, чтобы ис-

ключить появление большого количества уродливых, нетоварного вида плодов.

В Европе с 2009 г. отменили закон, который запрещал фермерам продавать уродливые, нестандартной формы овощи, полагаясь на то, что вкусовые качества у них такие же, как у овощей обычной, стандартной формы. В России также не существует ограничений на продажу нестандартной формы плодов фруктов и овощей. Однако на сегодняшний день это является спорным вопросом, поскольку проведенный визуальный анализ овощей с фасцированными органами, указывает на нарушение технологии выращивания. Возникновение множественных фасциаций не является нормой, а выступает индикатором сбоя в технологии возделывания культуры. Фасцированные плоды неравномерно развиты, поэтому часть из них не идет в производство, а выбрасывается. В этой связи при нарушении технологии выращивания производство терпит убытки из-за нетоварного вида продукции.

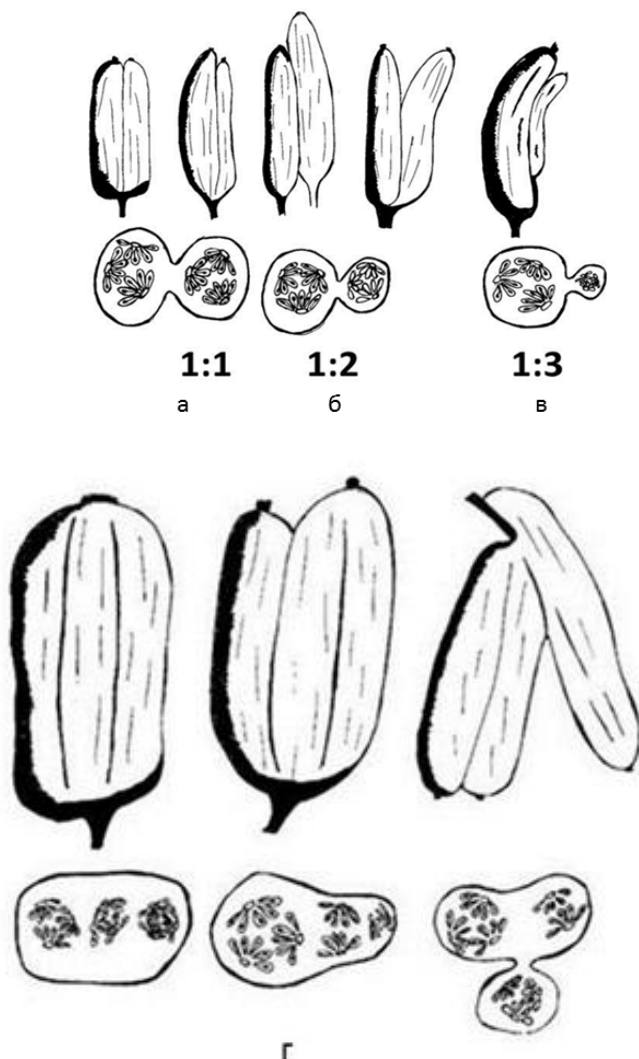


Рисунок 24 – Типы фасциации, наблюдаемые у плодов огурца:
 а – 2 тыквины, равномерное срастание (1:1); б, в – неравномерное срастание (1:2, 1:3); г – 3 тыквины (рисунок автора)

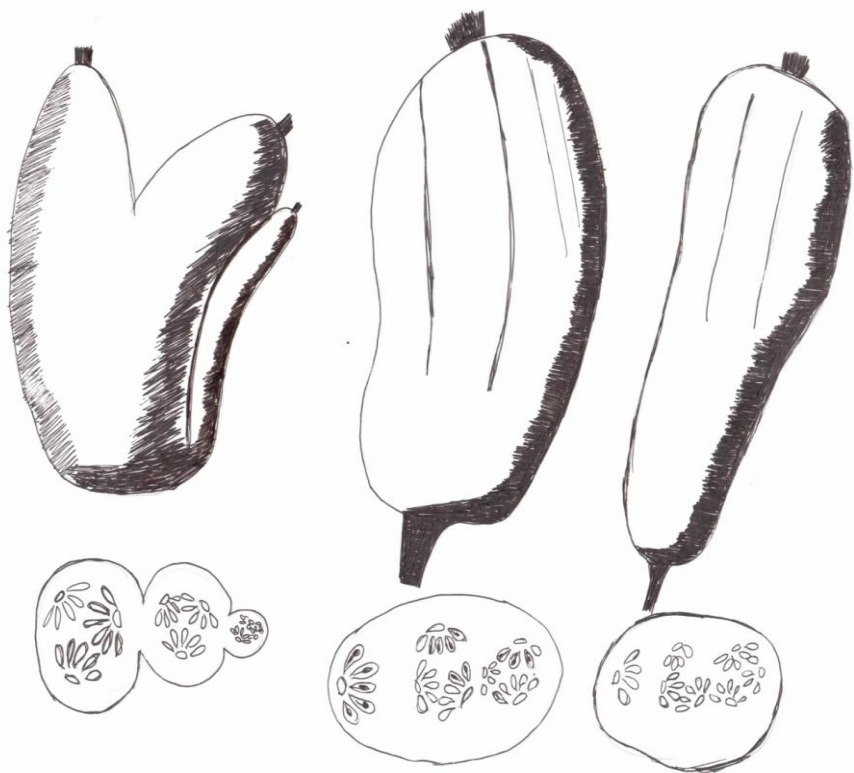


Рисунок 25 – Схема срастания трех тыквин огурца

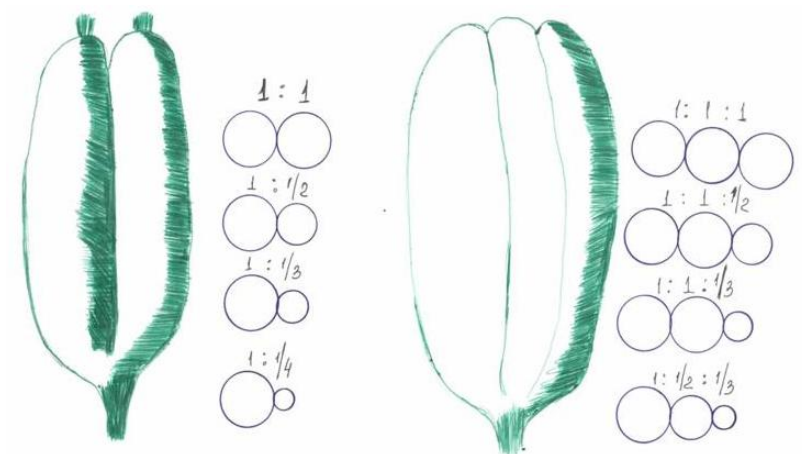


Рисунок 26 – Схема срастания плодов огурца
(на примере двух и трех плодов)

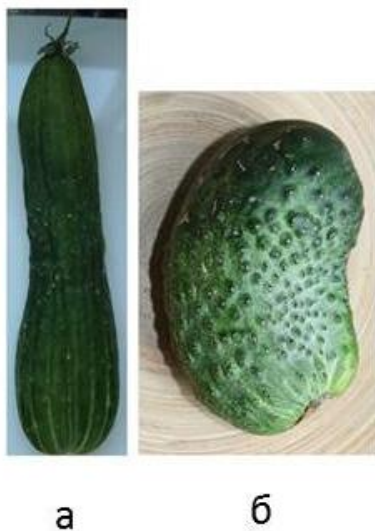


Рисунок 27 – Фасциация плода у огурца:
 а – флорентийский длинноплодный огурец (Флоренция, Италия, 2013г);
 б – три сросшиеся тыквины у короткоплодной формы, фото автора,
 Краснодар, 2013 г.

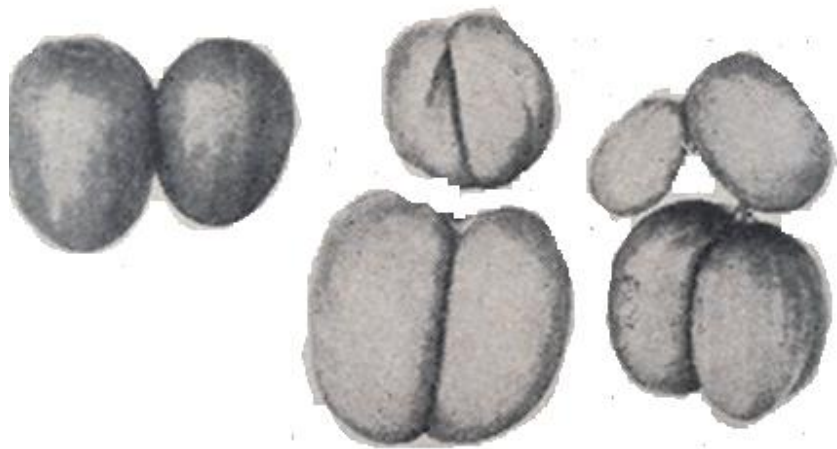


Рисунок 28 – Срастание плодов огурцов под воздействием нитрозометилмочевины (А. И. Филов, 1948 г.)

В теоретическом отношении представление этого вопроса интересно тем, что фасцирование представляет собой один из путей формообразования у растений, играющих в их эволюции важную роль, а сельскохозяйственный рынок является уникальной демонстрационной площадкой и объектом исследований.

4 ФАСЦИАЦИЯ У ОДУВАНЧИКА

Фасциация, как явление срастания различных органов растения, считается редким событием в онтогенезе и может быть вызвана множественными причинами. Авторами проанализирован материал по типам фасциаций у одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.), как модельного объекта при изучении явления срастания различных органов растения. Одуванчик лекарственный распространен в нашей стране как сорное растение. По данным Н. П. Крыловой, в ряде таких стран мира, как Китай, США, Япония, Австрия, Франция, Германия, Швейцария, Нидерланды, Индия это растение встречается в культуре. В современном мире выведены сорта одуванчика лекарственного, овощного и кормового назначения.

Поскольку растение встречается повсеместно, размножается преимущественно семенами, легко приспособливается к самым неблагоприятным условиям, характеризуется длительным периодом цветения, с весны до глубокой осени, все это позволяет рассматривать одуванчик как модельный объект при проведении биоиндикации и генетического мониторинга (Л. В. Цаценко, 2012, Л. В. Цаценко, Д. Л. Савиченко, 2017).

Одуванчик ранее успешно использовался в исследованиях по загрязнению почв, в качестве тест-объекта при проведении генетического мониторинга мутагенного загрязнения природной среды (Э. И. Слепян, 1973).



Рисунок 29 – Общий вид одуванчика в норме

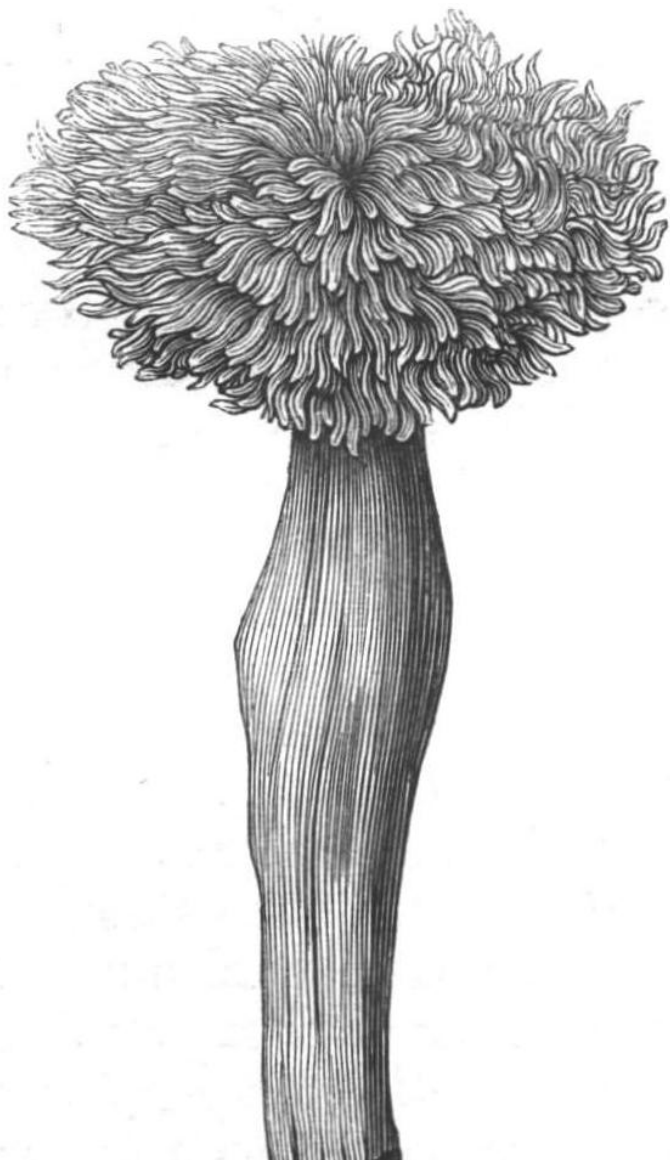


Рисунок 30 – Фасцированный одуванчик
(W. C. Worsdell, 1905 г.)

В работе были изучены различные типы фасциаций у одуванчика лекарственного. Для этой цели наблюдения и анализ проводили у растений, произрастающих на различных территориях: г. Краснодар, г. Пушкин (город в составе Пушкинского района города федерального значения Санкт-Петербурга), г. Кобленц (Германия) в период с 2015 по 2017 гг.

Одуванчик лекарственный является многолетним травянистым растением, высота которого колеблется от 15 до 30 см, отмечались случаи, когда высота достигала 50 см. Корневая система стержневая, листья собраны в розетку. Цветочная стрелка длинная, полая, наверху несет одну корзинку с золотисто-желтыми язычковыми цветками с хохолком. Двойная зеленая обертка из листьев окружает цветочную корзину. Плоды у одуванчика серые или светло-бурые семянки с пушистым хохолком на длинной ножке, часто их сравнивают с парашютом, который раскрывается после созревания семянки. В одном цветке насчитывается около 200 семян. В качестве образа одуванчика в работе использовали произведения живописи (рисунок 29).

Общей характеристикой к различным типам фасциаций у одуванчика относят увеличение числа структур (стеблей, соцветий). При обнаружении в исследуемых местах фасцированных растений проводили фотосъемку, растение засушивали и зарисовывали. Каталогизацию образов проводили в формате JPG, база данных по фасциациям у одуванчика лекарственного оформлена в виде презентации в программе Power Point. Объем базы данных: 26,5 МБ.

База данных, в основу которой вошли образы растений одуванчика лекарственного с фасцированными органами, собрана в период с 2015 по 2017 г. Столь многочисленный объем материала позволяет проанализировать типы фасциации у растения, причины их возникновения, взаимосвязь с морфологией и анатомией растений.

Общими типами фасциаций у одуванчика лекарственного являются:

- срастание двух, трех и более цветочных стрелок по всей длине;
- частичное срастание цветочной стрелки, а затем разделение;
- срастание как цветочной стрелки, так и соцветия – корзинки. Могут срастаться две, три и более цветочные стрелки.
- срастание трех и более цветочных корзинок и одной.

В наших исследованиях срастание листьев не происходило.

Причин появления фасцированных растений одуванчика может быть несколько. К первой можно отнести тот факт, по мнению А. А. Федорова (1958), что это семейство и вид «способно к фасцированию». Появление в природе одуванчиков с фасциями может быть обусловлено воздействием окружающих условий на растение.

Второй причиной появления фасцированных растений одуванчика может быть загрязнение природной среды, так как в течение трех лет отборы велись вдоль автотрассы с сильной техногенной нагрузкой (рисунок 31).

Третьей причиной является механическое повреждение цветочной нити во время стрижки газонов. В течение трех лет наблюдалось множественное появление растений одуванчика лекарственного на газонах с укороченными сросшимися цветочными стрелками от четырех, пяти и более в одном органе.

Изучение фасциации у одуванчика позволяет проанализировать особенности развития этих растений, развивает наблюдательность. Сравнение нормы и отклонения выявляет закономерности онтогенеза. У фасцированных растений одуванчика при срастании соцветия наблюдается растянутое цветение, в множественной корзинке оно начинается с краев к центру (рисунок 32); другой случай – одна корзинка цветет, другая находится в стадии бутона.



а



б



в



г



д



е

Рисунок 31 – Различные типы сращения у одуванчика:
а – норма; б, в – три сросшихся цветоноса и соцветия; г – две сросшиеся
цветочные стрелки и корзинки; д – два сросшихся цветоноса;
е – три сросшихся цветоноса и соцветия

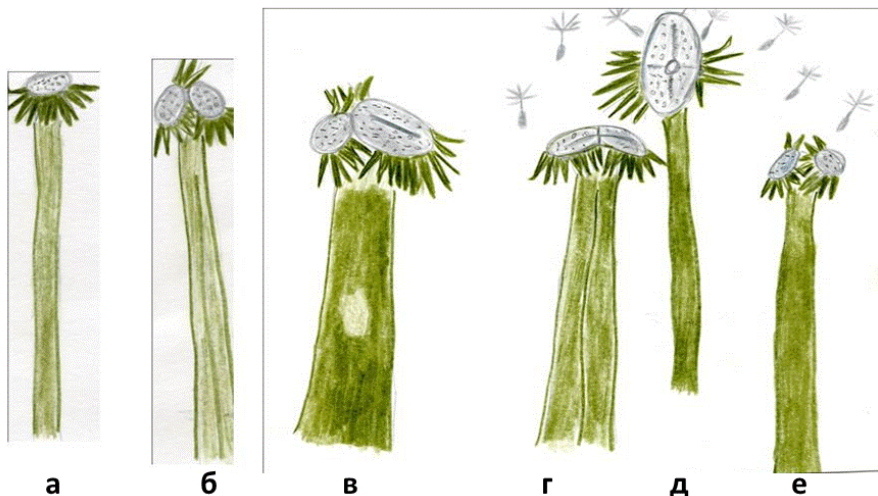


Рисунок 32 – Типы фасций у одуванчика лекарственного:
 а – норма; б, е – две сросшиеся цветочные стрелки; в – множественное срастание цветочных стрелок и сросшиеся корзинка с нормальной;
 г – множественного срастание цветочных стрелок и корзинок; д – сросшиеся корзинки соцветия, *рисунок автора*, (Краснодар, 2017 г.)

Собранные и каталогизированные образы одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) с фасциацией представляют уникальный материал по исследованию процессов онтогенеза, созданию библиотеки образов тератоморфов, методологии проведения поисковых исследований, а также могут быть успешно применены в учебном процессе и в дальнейших исследованиях по генетическому мониторингу и биоиндикации природной среды.

5 ФАСЦИАЦИЯ В СЕЛЕКЦИИ

При проведении селекционных исследований с фасцированными растениями в первую очередь актуальным является вопрос о наследственном закреплении мутации с фасциацией. На ряде культур, таких как киви, горох, лилии, капуста цветная, целлозия метельчатая удалось закрепить и передать этот признак. На основе полученных гибридных форм выведены сорта.

Например, известно, что многие культивируемые сорта Азиатских гибридов лилий подвержены тератологическим изменениям. К ним относят – многолисточковость околоцветника. Тератологические изменения лилий в условиях Центральной Якутии более часты по сравнению с другими регионами за счет высокой солнечной инсоляции. Формирования фасциаций связано с резким нарастанием тепла на фоне низкой относительной влажности воздуха в начале лета, когда происходит закладка цветков и почек. При появлении таких отклонений как линейная фасциация и махровость цветка, по мнению М. А. Игнатъевой (2011), растения лилии не теряют привлекательности, а могут быть успешно использованы в декоративном цветоводстве.

Срастания цветков представляют собой достаточно распространенное явление и характерны для многоцветковых соцветий с плотным расположением цветков. К ним относят *Helianthus annuus* L., головки *Fllium*, *Cornus mas*. Значительную сложность вызывает интерпретация так называемых «дубликаций» плода у вишни, сливы и других плодов. Эти видоизменения носят спонтанный характер, и из-за их редкости проследить за их развитием сложно. Их можно интерпретировать двояко: как результат слияния нескольких флоральных меристем или закладки избыточных плодолистиков в фасцированном цветке.



Lycopersicum

'Reisetomate' Traveler's Tomato

Curiously shaped fruits look like a cluster of mini tomatoes fused together to make one extravagantly lobed fruit. German for "traveler tomato," as you can pull off one lobe at a time for snacking on as you walk. Strong acidic flavor. Plants thrive even in cooler areas. 70 days from transplant.

Рисунок 33 – Плоды томата сорт «Лотарингская красавица» (сверху) и фрагмент буклета известной французской селекционной фирмы Вильморен (снизу), занимающейся популяризацией новых овощных культур, Vilmorin-Andrieux, 1885 г. На буклете представлен сорт томата «Путешественник», плод которого «выглядит как кластер мини-помидоров, слившихся вместе, внешне это смотрится экстравагантно как лопастные фрукты»

При развитии фасцированного цветка формируется плод с увеличенным числом плодолистиков, и во многих случаях наследственные формы фасциации закреплены при создании высокопродуктивных сортов (у клубники, киви, томата) (рисунки 32–34).

Так называемый «флэт» происходит от английского «flat», что означает «плоский». Такие плоды получаются в условиях скученности грозди на ветке. Это происходит, когда обрезка деревьев была проведена некачественно, что привело к плотному расположению плодов киви на ветке, а также по другим объективным причинам.

Баттерфляй (от англ. butterfly – бабочка) – это своеобразные «сиамские близнецы», то есть сдвоенные, либо строенные плоды киви. При некоторой доле фантазии такие плоды действительно можно сравнить по форме с бабочкой. На рисунке 34 представлены плоды киви в разрезе, где отчетливо видна сросшаяся, вытянутая сердцевина (рисунок 34).

Ряд авторов у различных растений явление срастания отмечают в следующих случаях:

1) фасцирование идет за счет нерасхождения боковых плетей растений или частичного утолщения стеблей за счет уменьшения числа ветвей;

2) чаще всего фасцируют органы размножения растений – цветки и завязи,

3) фасциация совершается путем отложения запаса питательных веществ, которые, заполняя собой орган, объединяют отдельные его части в одно массивное образование.

Возможно селекция с фасцированными растениями будет идти по пути поиска уникальных генотипов с закрепленной мутацией. В некоторых случаях создание формы будут решать продовольственные задачи, т. е. больший размер плодов, больше урожая, в других случаях – это создание декоративных форм (рисунок 34–36). Например, найденное тератное растение рогоза в г. Иванове имеет декоративную привлека-

тельность. При искусственном создании такой формы, она будет привлекать внимание своей оригинальной структурой.

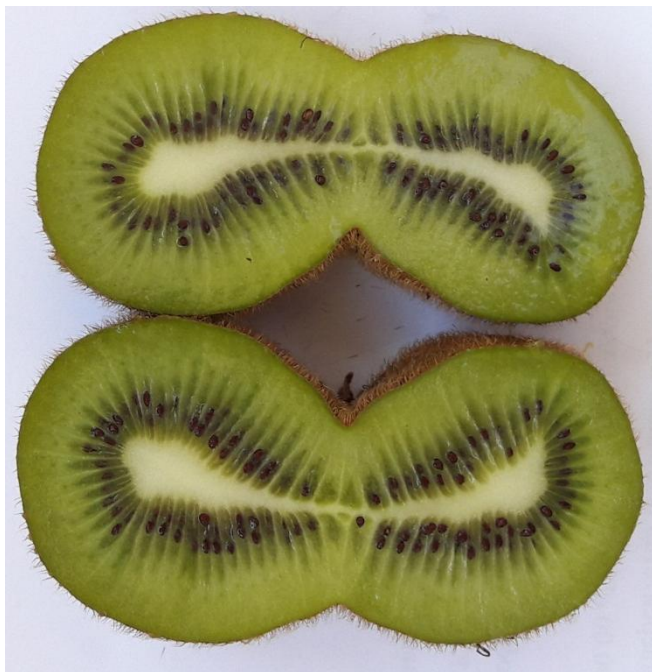


Рисунок 34 – Фасцированные плоды киви (Краснодар, 2017 г.)

В некоторых цветочных фирмах, например в Голландии, ведут разработку декоративных фасцированных соцветий герберы, как модельные объекты для украшения интерьера, как демонстрационное обучающее наглядное пособие (рисунок 35).



а



б

Рисунок 35 – Фасциированные цветы маргариток (а) и калл (б)
Источник: https://wordpress.com/?ref=footer_website



Рисунок 36 – Соцветия герберы с фасциацией
Источник: https://wordpress.com/?ref=footer_website

Таким образом, изучение явления фасциации у высших растений могло бы дать нам с одной стороны, метод селекции на крупноплодность, с другой – установить адаптационные способности вновь создаваемых генотипов.

6 ФАСЦИАЦИЯ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ИСКУССТВА И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

Если мы узнаем виды, прежде всего по морфологическим признакам, то нам необходимо знать, как образуются эти признаки, какие причины управляют формами тела животных и растений.

В. Л. Комаров, «Видообразование»

Красота природы лежит в ее большом разнообразии

Ч. Дарвин

Изучение морфологических аномалий разной природы всегда была интересной темой исследований ботаников, да и биологов в целом. Однако интерес к необычному проявлялся и у художников, которые внимательно и скрупулезно могли передать морфологические особенности тератной формы. По определению Е. С. Кривенькой, визуальные объекты «являются универсальным способом отражения действительности». Поиск и отображение в художественном выражении морфологических аномалий имеет несколько важных моментов. Во-первых, это является своего рода запечатлением образа. При анализе такого образа отображаются все тонкости и особенности срастания, т. е. фасциации.

Во-вторых, запечатленный образ может служить ресурсом информации о видовом разнообразии растительной формы, возможности анализа ответной реакции растительного организма на воздействие факторов среды.

Фасциация встречается как у растений, так и у животных. В искусстве она нашла отражение в глиняной игрушке и предметах домашнего обихода.

Видимо одним из первых образов древней глиняной игрушки были фигурки животных в период неолита (рисунок 36). В России в Калужской, Рязанской, Орловской, Тамбовской, Курской областях по сей день развивается архаический тип глиняной игрушки, сохранивший отголоски древних аграрных культур. Сюжетное разнообразие свойственно каргопольской игрушке, деревенская тема которой оставалась главной.

Мастера-игрушечники стремились привнести в свои потешные изделия чудоковатость, отсюда и появились кони двух- и трехлавые, что-то невиданное, что могло привлечь внимание. Образы, запечатленные в народной игрушке, несомненно встречались в жизни, и в этой связи народная игрушка является уникальной документальной формой фасциации живых организмов.

На ярмарках, базарах среди шумливой разноголовсой толпы слышались в давние времена зызывающие голоса продавцов и разносчиков игрушек:

«Ай да кукула,
Ай да лошадка,
Неслыханное чудо,
Невиданное диво».

Игрушки, купленные на базаре или ярмарке, хранились дома, поэтому девизом русской избы были следующие слова:

«Наша хата – утехами богата» (рисунки 37–38).



Рисунок 37 – Глиняная статуэтка, двуглавая лошадка.
Музей керамики, Бонн, Германия,
(фото автора)



Рисунок 38 – Конь-трехголовка, 1978 г., Е. А. Смирнова (1935–2004).
Русский музей, г. Санкт-Петербург



а



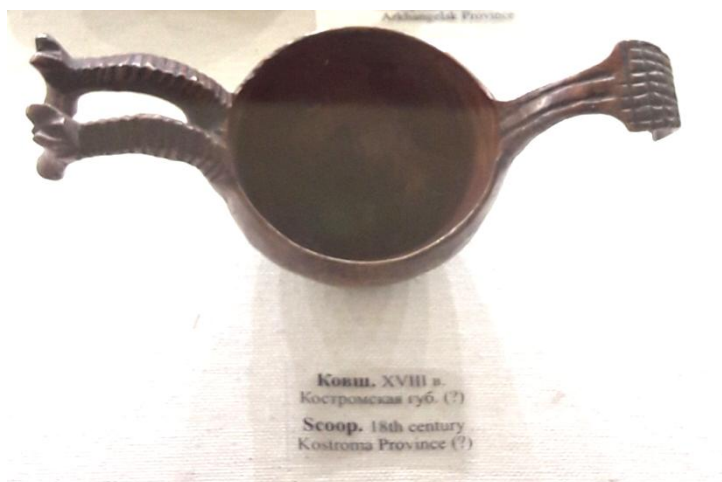
б

Рисунок 39 – Дымковская игрушка (а); «Тяни-толкай» (б),
Музей Дарвина, Москва, 2015 г.

Фигурка «Тяни-толкая», вымышленного животного, представлена на рисунке 38 б. Его придумал Хью Лофтинг и описал в своей книге «Доктор Дулиттл» в 1922 г., а Корней Иванович Чуковский в 1936 г. пересказал и переработал это произведение в повесть «Доктор Айболит».

«Других зверей вы можете поймать, когда они заснут и закроют глаза. Вы подойдете к ним сзади и схватите их за хвост. Но к Тинитолкаю вы не можете подойти сзади, потому что сзади у Тянитолкая такая же голова, как и спереди.

Одна голова спит, другая глядит по сторонам, чтобы не подкрался охотник. Вот почему ни одному охотнику не удалось поймать тянитолкая, вот почему ни в одном цирке, ни в одном зоологическом парке этого зверя нет».



а



б

Рисунок 40 – Деревянный кувшин в виде коня с двумя головами (а), кувшин в виде коня с тремя головами (б), Санкт-Петербург, Русский музей



Рисунок 41 – Д. Спесивцев. Фигурный сосуд,
Суджа, 2000



Рисунок 42 – Зооморфная фигура, Балхар, вторая половина XIX в.
Частная коллекция, Санкт-Петербург

Фасциацию некоторые авторы рассматривают как адгезию, т. е. сцепление поверхностей. Иногда это явление можно наблюдать у деревьев, когда сцепление происходит между ветвями и стеблями (рисунки 43–44). Есть мнение, что огромные деревья – это результат срастания нескольких стволов. Интересный пример фасциации или адгезии у деревьев можно найти в парке Цирк деревьев Акселя Эрландсона (Axel Erlandson's Tree Circus) – уникальное собрание живых скульптур причудливых форм, расположенное в штате Калифорния, США. Необычные формы деревьев семейства платановых – следствие кропотливой работы Акселя Эрландсона, основателя и вдохновителя парка.

Цирк деревьев был создан в горах Санта-Крус в 1947 г. За годы существования Эрландсон, родоначальник арбо-скульптуры, вырастил 74 диковинных дерева. Им созданы удивительные композиции:

«Дерево-корзина», «Дерево-лестница», «Звено цепи», «Двойное сердце», «Дерево-петля», «Четырехногий гигант», «Дерево куб». После его смерти за деревьями не ухаживали в течение двадцати лет – и часть платанов потеряла форму и погибла. Лишь в 1984 г. Цирк деревьев перевезли в новое место – парк Gilroy Gardens. Сейчас в парке насчитывается около трех десятков платанов удивительных форм – сердца, лестницы, корзины, птичьи клетки, телефонные будки и поражающие воображение спиралевидные круги.

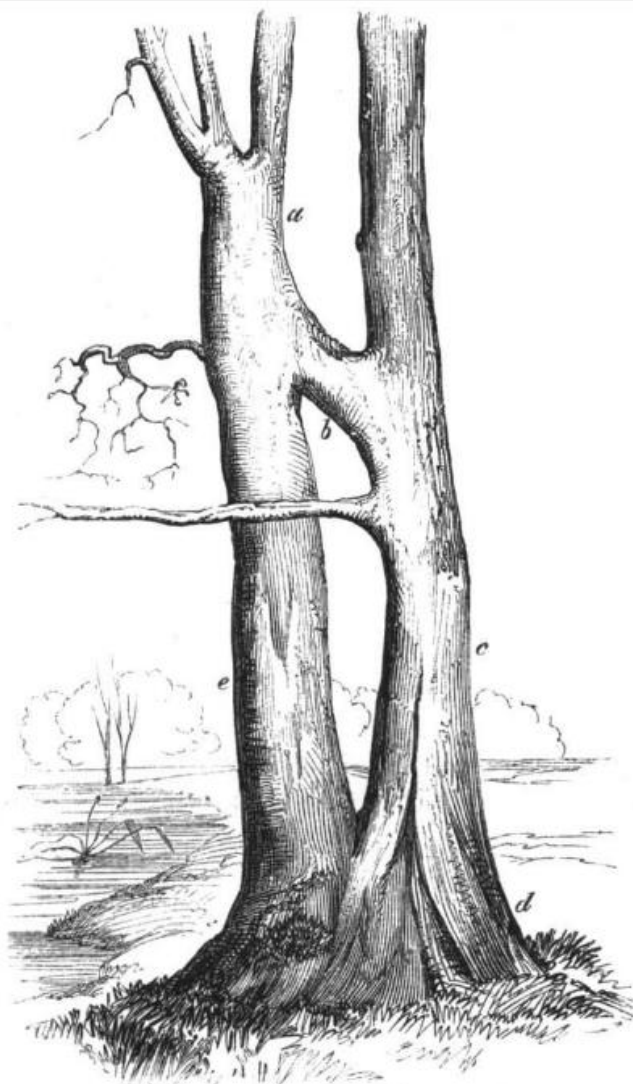


Рисунок 43 – Адгезия двух различных стволов дуба, или, возможно, сплоченности ветви одного дерева

(источник:

<https://thepaintinggardener.wordpress.com/category/fasciation/>)

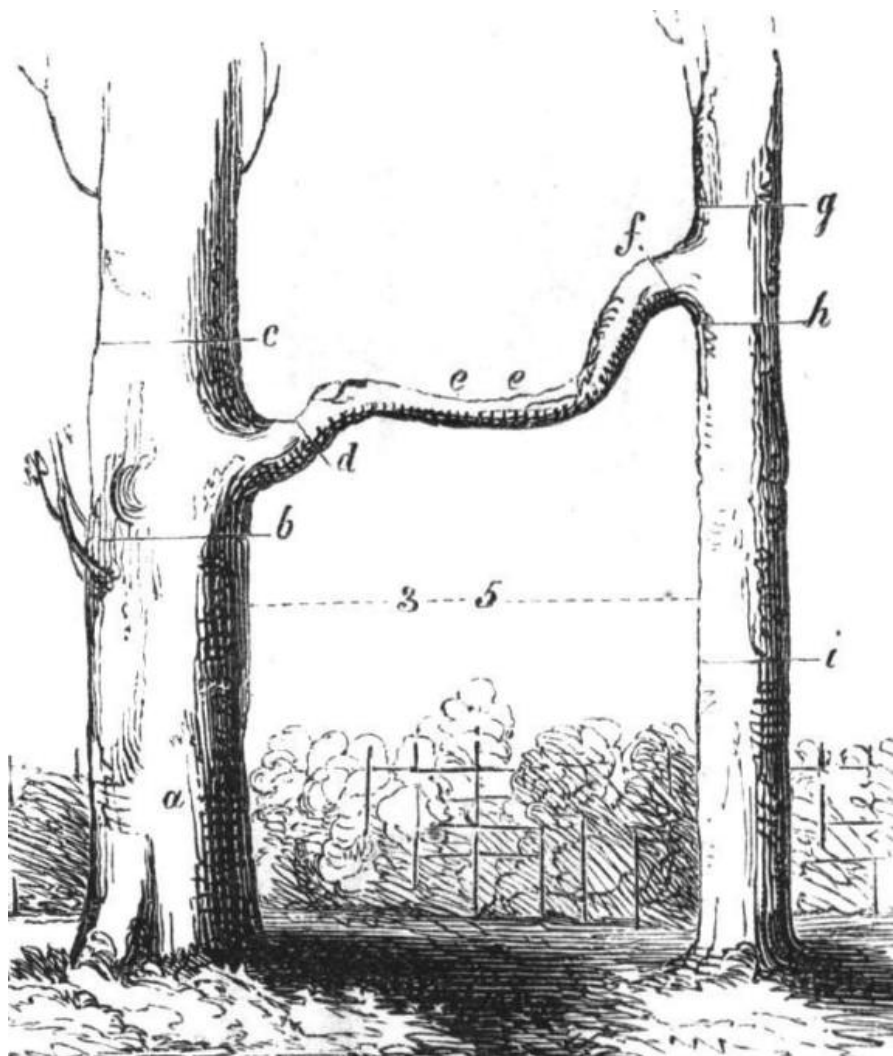


Рисунок 44 – Сцепление ветви двух Вязов.

(источник:

<https://thepaintinggardener.wordpress.com/category/fasciation/>)

Все эти прекрасные деревья-скульптуры были посажены и выращены фермером Акселем Эрландсоном, который умер, так и не раскрыв своего секрета. Для Акселя его деревья не были предметом науки или продажи, он занимался этим, чтобы порадовать свою жену и дочь. Однажды он заметил, как деревья сращиваются в природе, что привело его к мысли, попробовать сделать это самому. Аксель Эрландсон прививал деревья и, на протяжении многих лет, «общаясь» с ними и кропотливо трудясь, выращивал свои детища. Он использовал адгезию как метод получения новых скульптурных форм. На этом примере можно увидеть, как фасциацией можно управлять на определенных этапах органогенеза деревьев, таким образом получать заданные формы и создавать новые (рисунки 45–46).



Рисунок 45 – Скульптурные формы деревьев платана с явлением адгезии, фасциации



Рисунок 46 – Искусственно созданные Акселем формы деревьев Эрландсоном, путем фасцирования

Образ, как объект понимания, становится объектом исследования и получения новой информации. Через иконография фасциации, (т. е.) поиска и создания базы образов, нами предпринята попытка посмотреть дальнейшие шаги в использовании знаний о фасциации. Питер Уорд в своей книге «Эволюция будущего» метафорически представил, какие могут быть домашние птицы (рисунок 47). Как отметил Чарльз Дарвин в книге «Происхождение видов», «...одна из самых замечательных особенностей наших домашних рас заключается в том, что мы видим у них адаптацию, конечно, не на пользу самого животного или растения, а к потребностям или прихотям человека».

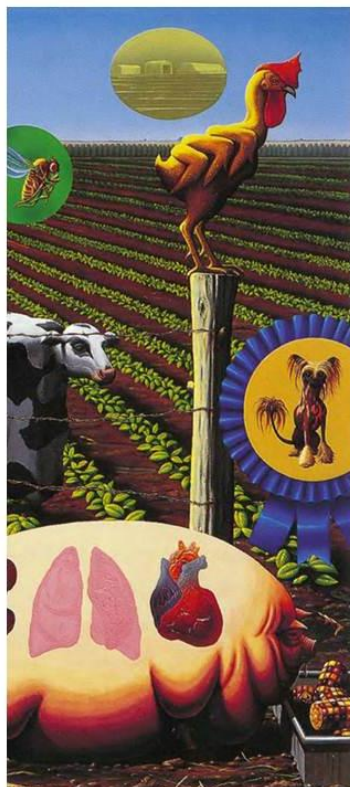
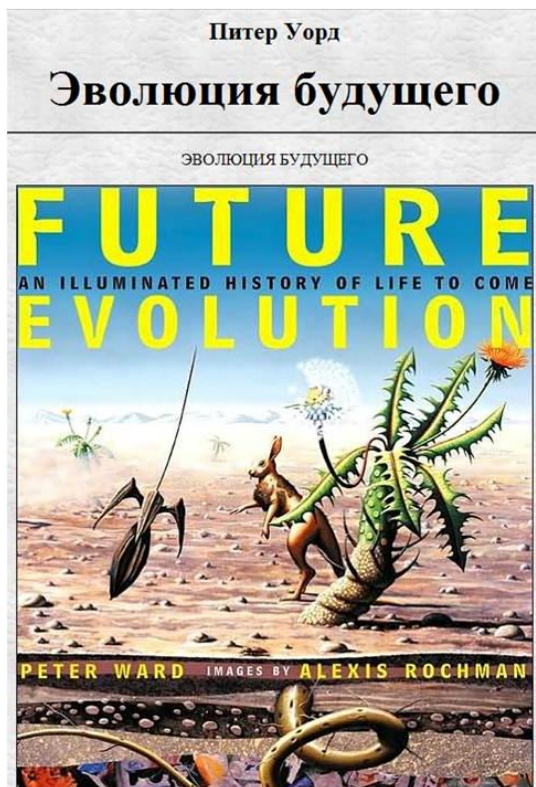


Рисунок 47 – Курица с множеством крыльев, как эволюция будущего (Источник:http://www.sivatherium.narod.ru/library/Ward/00_ru.htm#img)

Будучи явлением редким – фасциация привлекала к себе внимание не только художников, но и писателей. Выразить сущность явления фасциации удалось Гёте в стихотворении написанном о листике дерева Гинкго билоба. Гинкго является самым древним видом деревьев, сохранившихся на земле. Гинкго двулопастной относится к классу гинкговых отряда голосеменных. Это растение появилось 250 млн лет назад. С XII в. гинкго выращивают в Японии, где оно было известно под названием «серебряный абрикос». Сегодня деревья гинкго можно встретить в парках и на улицах городов.

По мысли Гёте, этот ...листик дерева с Востока ...заставляет размышлять о такой загадке... : есть ли он единое существо, которое раздваивается, или это двое, которые выбрали для себя существование в единстве?



Рисунок 48 – Пластинка листа Гинкго билоба

GINGO BILOBA

(И. В. Гёте)

Этот листик был с Востока
В сад мой скромный занесен,
И для видящего ока
Тайный смысл являет он
Существо ли здесь живое
Разделилось пополам,
Иль напротив, сразу двое
Предстают в единстве нам?
И загадку и сомненья
Разрешит мой стих один:
Перечти мои творенья,
Сам я двойственно-един.

Явление срастания встречается у животных и у людей. Сросшихся людей называют «сиамскими близнецами». Термин «сиамские близнецы» появился благодаря двум братьям, Чангу и Энгу, которые родились в Сиаме, однако были известны далеко за пределами родины. Большая часть их жизни была на удивление спокойной – братья разбогатели, обзавелись собственным домом, женились и обзавелись немаленьким потомством – у братьев в общей сложности был 21 ребенок.

Тонко передать мир сросшихся близнецов удалось Владимиру Набокову в произведении «Двуглавая невидаль. Сцены из жизни сросшихся близнецов» :

«Чрезвычайная эластичность связующей нас перепонки позволяла нам занимать более или менее латеральное поло-

жение относительно друг друга, когда же мы научились ходить, мы так и ковыляли везде бок-о-бок, что вероятно, выглядело менее естественно, чем оно было на самом деле...

...Само тело наитием обнаружило средства к их преодолению, а впоследствии мы уже не задумывались о них. Все наши движения сделались разумным следствием компромисса между обычным и особенным...

...К девяти годам от роду я отлично понимал, что мы с Алойдом являли собой образец редчайшего уродства...

...Желал бы я знать, были ли у Аллойда также видения. Врачи предполагали, что в состоянии сна мозговая деятельность у нас иногда передавалась от одного к другому. Как-то, серым утром, он подобрал прутик и нарисовал на пыльной земле корабль, о трех мачтах – а перед тем, ночью, мне приснилось, что я рисую этот самый корабль в пыльном облаке своих сновидений».

7 ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Электронные ресурсы по фасциации представлены в виде базы данных и интернет-ресурсов. Наличие электронного формата позволило создать уникальную коллекцию образов видов рясковых в природе и эксперименте. Кроме того, они постоянно обновляются и пополняются новой информацией.

Электронные ресурсы по явлению фасциации созданы по нескольким блокам (рисунок 49).

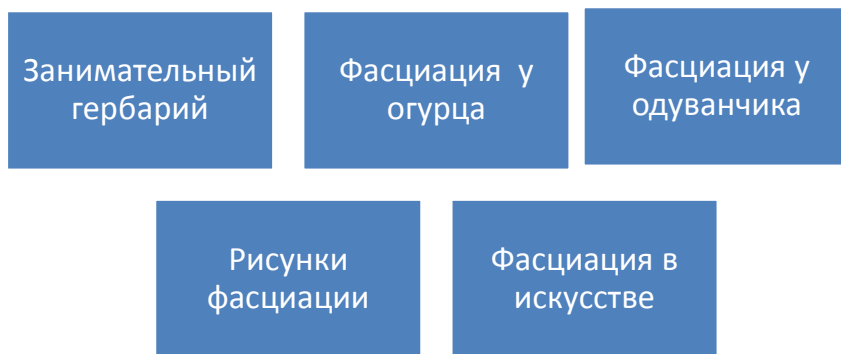


Рисунок 49 – Блоки электронного ресурса по явлению фасциация

Каждый блок пополняется изображениями, которые обрабатываются, этикируются, т. е. указывается дата и место, размещаются в базе.

Блок «Занимательный гербарий» составляют фотографии овощей, фруктов, цветочных растений, которые собираются с 2014 г.

Блок «Фасциация у огурца» содержит иллюстративные образы: как фотографии, так и рисунки фасциаций стеблей и плодов огурца разных сортов и форм.

Наполнение этого блока «Фасциация у одуванчика» происходит с 2014 г. В него вошли фотографии, рисунки, гербарные листы растений одуванчика с фасциацией цветочных стрелок и сросшихся корзинок.

Блок «Рисунки фасциации» наполняется рисунками из книг, альбомов, интернет-ресурсов и рисунками автора.

Блок «Фасциация в искусстве» содержит образы картин художников, изобразивших плоды с явлением фасциации, а также глиняные игрушки, предметы обихода, карикатуры с фасцированными животными.

Создание последнего блока подводит нас к пониманию многообразия жизни, в чем состоит и ее красота.

Л. В. Цаценко

ТЕРАТОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Свидетельство регистрации базы
данных № 201262186 от 7.12.2012,
Заявка № 2012621181 от 29.10.12

Аннотация: База данных посвящена всестороннему анализу тератологии растений, которая встречается у многих представителей различных видов и семейств растительного царства. В основу базы данных легли знания о различных типах тератологии растений, приведена обширная их классификация, рассмотрены области биологической науки, где изучаются эти вопросы, а также каждый раздел подкреплён иллюстративными образами. В предоставленном иллюстративном

материале имеются рисунки, фотографии различных исследователей и самого автора.

База данных включает в себя определение понятий «тератология», главнейшие типы уродливостей; уродливости растений, состоящие в нарушении нормальной формы органов; уродливости растений, возникающие от уменьшения или увеличения числа органов или их частей; уродливости растений, возникающие на почве внутренних (клеточных) изменений; использование тератологии растений в селекции.

База данных построена по типу мультимедийной презентации в программе Power Point.

В базе данных использовались информационные образы собственных исследований автора, а также проработанных литературных источников, в том числе и ресурсов Internet. Визуальное представление материала в виде различных фотографий и рисунков делает его доступным в понимании и запоминающимся по смысловой нагрузке.

Данная база данных предназначена для бакалавров, занимающихся по дисциплинам: «Цитология» и «Генетический мониторинг», а также магистров, обучающихся по дисциплине «Биологическое тестирование почвы» и аспирантов биологического профиля, обучающихся по направлению подготовки «Генетика» и «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений».

Объем базы данных: 27,7 МБ

Л.В. Цаценко, В.В. Казакова
ФАСЦИАЦИЯ У РАСТЕНИЙ

Свидетельство регистрации база
данных № 2013620985 от 23.08.2013,
Заявка № 2013620726 от 05.07.2013

Аннотация: База данных посвящена всестороннему анализу фасциации у растений, которая встречается у многих представителей различных видов и семейств растительного царства. В основу базы данных легли знания о различных типах фасциации растений, приведена обширная их классификация, рассмотрены области биологической науки, где изучаются эти вопросы, а также каждый раздел подкреплен иллюстративными образами. В предоставленном иллюстративном материале имеются рисунки, фотографии различных исследователей и самого авторов.

База данных включает в себя определение понятий «фасциация», главные типы фасциаций характер их проявления у различных групп растений; использование фасциации у растений в селекции.

В базе данных использовались информационные образы собственных исследований авторов, а также проработанных литературных источников, в том числе и ресурсов Internet. Визуальное представление материала в виде различных фотографий и рисунков делает его доступным в понимании и запоминающимся по смысловой нагрузке.

База данных оформлена в виде презентации в программе Power Point.

База данных предназначена для бакалавров, занимающихся по дисциплине «Генетический мониторинг» и аспирантов, биологического профиля, обучающихся по дисциплине «Генетика», в том числе по курсу «Частная цитогенетика».

Объем базы данных: 33,5 МБ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мотивацией написания данной работы послужило то, что в природе случаются редкие явления, которые требуют нашего внимания, изучения, осмысления, смены парадигмы. Объектом нашего внимания в монографии выступает явление срастания различных органов растений или фасциация.

Это явление известно в биологии давно, поскольку оно встречается с разной частотой у различных представителей растительного мира. В работе проанализированы классические и современные литературные источники, чтобы показать характерные особенности данного явления и, учитывая накопленные знания, отразить новое видение проблемы в век биотехнологии и генной инженерии. В этой связи идет обсуждение трактовки термина «фасциация», подвергается сомнению полно ли он отражает суть явления.

Ранее явление фасциации связывали с нарушением условий произрастания, действием биотических и абиотических факторов. Сегодня это явление успешно используют как индикаторный признак при загрязнении территории различными поллютантами. Кроме того, фасциация является удобной моделью при изучении органогенеза у гибридных организмов.

Поскольку фасциация является редким явлением, в работе достаточно внимания уделено иконографии, показаны рисунки классические, современные фотографии. Даются комментарии и пояснения.

Другой блок вопросов в монографии связан с возможностью использования явления фасциации в современной селекции. Приведены примеры успешного решения селекционной задачи на овощных и цветочных культурах.

Ранее изучением явления фасциации занимались ботаники, эмбриологи и частично селекционеры. На сегодняш-

ний день область исследований становится шире. В нее входят экологи, анатомы, генные инженеры. В связи с этим происходит и смена терминологии и акцентов на использование явления фасциации в практических задачах.

Еще один блок вопросов связан с отражением явления фасциации в живописи и литературе. В этих разделах приводятся уникальные образы как растений с фасциацией, так и животных на примере художественных образцов. Кроме того, с помощью юмористических рисунков удалось показать, как может человек менять животных под свои желания. В этой связи встал вопрос и биоэтики решаемых проблем фасциированных организмов.

На сегодняшний день в России нет коллекции гербарных образцов фасциированных растений, нет общих баз данных. На наш взгляд было бы целесообразным создание обобщенных коллекций образцов, поскольку они могут быть успешно использованы как в учебном, так и научном процессе.

В нашей работе преследовалась цель рассказать емко и полно о явлении фасциации, представить информационные ресурсы и показать еще возможные горизонты для дальнейших исследовательских работ.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Адгезия – срастание двух и более стволов или ветвей у деревьев (применительно к живым объектам).

Дупликация плода – удвоение плода.

Иконография – визуальное представление образа с помощью рисунка, графики, произведения живописи, скульптуры, керамики, юмористических рисунков и т. д.

Кольцевая или воронковидная **фасциация** характеризуется наличием в стебле воронковидного углубления, уходящего у некоторых растений на значительную глубину внутрь стебля.

Морфозы – ненаследственные изменения, возникающие в соматических клетках организма под воздействием химических веществ (хемоморфозы), ионизирующей радиации (радиоморфозы) или других факторов.

Плоская или лентовидная **фасциация** – стебель (иногда может быть и корень) с нормально цилиндрическим основанием постепенно расширяется и уплощается в своей дистальной части; поперечное сечение вытягивается в сагиттальной (плоскость, делящая объект по вертикали, на левую и правую части) плоскости.

Радиальная фасциация – представляет собой изменение типичной фасциации. Стебель становится сильно желобчатым, в верхней части он иногда разветвляется на несколько нормальных или фасциированных побегов, расположенных в различных плоскостях.

Тератные формы – уродливые формы.

Тератогенез – это возникновение пороков развития под влиянием факторов внешней среды (тератогенных факторов).

Фасциация – уродливая деформация побегов растений, при которой они становятся плоскими, лентовидными, ребристыми (БСЭ).

Фасцирование – суть явления сводится к нерасхождению, неразделению отдельных органов растения.

Фасцированные растения – растения со сросшимися частями (листьями, стеблями, плодами, соцветиями).

Флоральная меристема – образующая структура цветка: лепестки, чашелистики, плодолистики и тычинки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аликина О. В. Исходный материал для создания сортов гороха овощного на Кубани / О. В. Аликина, А. Г. Беседин // Овощи России. – 2016. – № 1. – С. 14–17.
2. Барабаш Г. И. Тератологические популяции рудеральных растений / Г. И. Барабаш, Г. М. Камаева // Современные проблемы популяционной экологии : сб. тр. IX Междунар. науч.-практ. эколог. конф. – Белгород, 2006. – С. 13–14.
3. Батыгина Т. Б. Биология развития растений / Т. Б. Батыгина // Онтогенез. – 2016. – Т. 47. – № 3. – С. 152–169.
4. Большая советская энциклопедия. – М. : «Советская энциклопедия». – Т 27. – С. 216–217.
5. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 2. Частная генетика растений / науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск : Беларус. наука, 2010. – 579 с.
6. Данилова М. Ф. О природе фасциации у растений / М. Ф. Данилова // Ботанический журнал. – 1961. – Т. 46. – № 10. – С. 1545–1559.
7. Иванова-Казас О. М. Животные в мифологии и в изобразительном искусстве: История размежевания фантастической и научной зоологии / О. М. Иванова-Казас – Спб.: Нестор–История, 2011. – 254 с.
8. Игнатьева М. П. Изучение азиатских гибридов лилий в центральной Якутии на примере сорта «Руфина» / М. П. Игнатьева // Вестник СВФУ. – 2011. – Т. 8. – № 4. – С. 23–27.
9. Игнатьева М. П. Изучение азиатских гибридов лилий в центральной Якутии на примере сорта «Руфина» / М. П. Игнатьева // Вестник СВФУ. – 2011. – Т. 8. – № 4. – С. 23–37.
10. Комаров В. Л. Видообразование / В. Л. Комаров // Избр. соч. Т. 1. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1945. – С. 28–61.
11. Кулепанов В. Н. Морфологические аномалии у бурых водорослей семейства Laminariaceae / В. Н. Кулепанов,

М. В. Суховеева // Комаровские чтения. – 2005. – № 1. – С. 210–218.

12. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений / Ф. М. Куперман. – М. : Высш. школа, 1984. – 240 с.

13. Локк И. Э. Аномальные соцветия *Ruppia cirrhosa* (Ruppiaceae): морфология, анатомия и развитие / И. Э. Локк // Ботанический журнал. – 2012. – № 3. – Т. 97. – С. 345–356.

14. Типы фации у растений и факторы, влияющие на ее проявление / С. Н. Майоров, Н. В. Молчанова, Л. Л. Бондарева, В. И. Старцев // Овощи России. – 2012. – № 2 (15). – С. 54–59.

15. Назаренко А. С. Опыт создания классификационной схемы тератоморф растений юго-востока Украины / А. С. Назаренко // Промышленная ботаника. – 2002. – № 2 – С. 32–36.

16. Немце-Петровский В. А. Получение исходного материала для селекции кориандра методом химического мутагенеза / В. А. Немце-Петровский // Масличные культуры. Научно-технический бюл. Всерос. науч.-исслед. института масличных культур. – 2007. – № 2 (137). – С. 110–115.

17. Полева Ю. Л. Формы реакции *Zea Mays* L. на внесение гербицидов / Ю. Л. Полева // Экология и ноосферология. – 2002. – Т. 12. – № 3–4. – С. 139–142.

18. Полозов Г. Ю. Индукция морфозов у дикорастущих и культурных растений / Г. Ю. Полозов, С. В. Малков, Б. И. Барабанчиков // Ученые записки Казанского университета. Сер. Естественные науки. – 2006. – Т. 148. – №. 2. – С. 112–122.

19. Сельдимирова О. А. Андроклинные «сиамские зародыши» пшеницы *in vitro* / О. А. Сельдимирова, Г. Е. Титова, Н. Н. Круглова // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2015. – № 4 (1). – С. 137–142.

20. Сельмирова О. А. «Сиамские зародыши пшеницы *in vitro* / О. А. Сельмирова, Г. Е. Титова, Н. Н. Круглова // Известия уфимского научного центра РАН. – 2013. – № 4 (1). – С. 137–142.

21. Синюшин А. А. Генетический контроль признака фасциации у гороха посевного (*Pisim sativum L.*) / А. А. Синюшин, С. А. Гостимский // Генетика. – 2008. – Т. 44. – № 6. – С. 807–814.

22. Синюшин А. А. Фасциация цветка. Происхождение увеличенной меристемы / А. А. Синюшин // Вестник Московского университета. – 2010. – № 3. – С. 11–16.

23. Слепян Э. И. Патологические новообразования и их возбудители у растений / Э. И. Слепян. – Л. : Наука, 1973. – 176 с.

24. Титова Г. Е. Феномен «Сиамских зародышей» у злаков *in vivo* и *in vitro*: кливажная полиэмбриония и фасциации / Г. Е. Титова, О. А. Сельдимирова, Н. Н. Круглова, И. Р. Галина, Т. Б. Батыгина // Онтогенез. – Т. 47. – № 3. – С. 152–169.

25. Федоров А. А. Тератогенез и его значение для формо- и видообразования растений / А. А. Федоров // Проблема вида в ботанике. – М.-Л., 1958. – Т. 1. – 269 с.

26. Федоров А. А. Тератология и формообразование у растений / А. А. Федоров. – М.-Л. : Наука, 1958. – 143 с.

27. Филов А. И. Огурцы мира / А. И. Филов. – Сталинабад, 1948. – 114 с.

28. Формирование культур сосны из обработанных пестицидами семян / И. А. Фрейберг, С. К. Стеценко, О. В. Толкач // Лесоведение. – 2010. – № 5. – С. 57–61.

29. Фрейберг И. А. Тератогенез семян сосны – биоиндикатор загрязнения почвы лесных питомников пестицидами /

И. А. Фрейберг, С. К. Стеценко // Научное обозрение. Биологические науки. – 2015. – № 1. – С. 167–168.

30. Цаценко Л. В. Пыльцевой анализ : монография / Л. В. Цаценко, С. Н. Нековаль. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 126 с.

31. Цаценко Л. В. Биоэтика и основы биобезопасности / Л. В. Цаценко. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 111 с.

32. Цаценко Л. В. Произведения живописи в преподавании дисциплины «Генетический мониторинг» / Л. В. Цаценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 10 (104). – С. 1497–1507. – IDA [article ID] : 1041410103. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/103.pdf>.

33. Цаценко Л. В. Фасциация в природе и эксперименте / Л. В. Цаценко, Д. Л. Савиченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – № 09 (123). – С. 1785–1799. – IDA [article ID]: 1231609120. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/120.pdf>.

34. Чекунова Л. Н. Фасциация земляники у других растений : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л. Н. Чекунова. – МГУ. – 1969. – 16 с.

35. Чуб В. В. Фасциация цветка и побега: от феноменологии к построению моделей преобразования апикальной меристемы / В. В. Чуб, А. А. Синюшин // Физиология растений. – 2012. – Т. 59. – № 4. – С. 574–590.

36. Шавров Л. А. О природе фасциаций / Л. А. Шавров // Ботанический журнал. – 1959. – Т. 44. – № 4. – С. 500–505.

37. Alka Fasciated mutant induced by the combined treatment of gamma rays and sodium azide (20 kr + 0.10% sa) in *Linum usitatissimum* L / Alka, M.Y.K. Ansari // International Journal of Pharma & Bio Sciences. – 2013. – Vol. 4. – P. 1196–1200.

38. Boke N. H. Fasciation and dichotomous branching in *Echinocereus* (Cactaceae) / N. H. Boke, R. G. Ross // American journal of botany. – 1978. – № 3. – P. 522–530.

39. Cutler H. Races of maize in South America / H. Cutler // Botanical museum leaflets, Harvard university. – 1946. – Vol. 12. – № 8. – P. 257–291.

40. Iliev I Origin, Morphology, and anatomy of fasciation in plants cultured in vivo and in vitro / I. Iliev, P. Kitin // Plant growth regulation. – 2011. – V. 63. – P. 115–129.

41. Jones D. F. The similarity between fasciations in plants and tumors in animals and their genetic basis / D. F. Jones // Science. – 1935. – Т. 81. – № 2090. – P. 75–76.

42. Knights E. J. Fasciation in chickpea: genetics and evaluation / E. J. Knights // Euphytica. – 1993. – Т. 69. – № 3. – P. 163–166.

43. Maliarenko V. M. Cactus viruses in fasciated plants / V. M. Maliarenko, T. P. Mudrak // Biologija. – 2013. – Т. 59. – № 2. – P. 213–218.

44. Marx G. A. Fascination in *Pisum* / G. A. Marx, D. J. Hagerdorn // Heredity. – 1962. – V. 53. – P. 31–43.

45. Mertens T. R. The morphology, anatomy, and genetics of a stem fasciation in *Lycopersicon esculentum* / T. R. Mertens, A. B. Burdick // American Journal of Botany. – 1954. – № 6. – P. 726–732.

46. Talukdar D. Leaf rolling and stem fasciation in Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) mutant are mediated through glutathione-dependent cellular and metabolic changes and associated with a metabolic diversion through cysteine during phenotypic reversal / D. Talukdar, T. Talukdar // Hindawi publishing corporation BioMed research international [Electronic resource]. – 2014. – P. 1–21. IDA [article ID]: 479180. – Access mode: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/479180>.

47. Tang Y. Expression of fasciation mutation in apical meristems of soybean, *Glycine max* (Leguminosae) / Y. Tang, H. T. Skorupska // American Journal of Botany. – 1997. – № 84 (3). – P. 328–329.

48. White O. E. The biology of fasciation / O. E. White // Journal of Heredity. – 1945. – V. 36. – № 1. – C. 11–22.

49. Worsdell W. C. Fasciation : its meaning and origin / W. C. Worsdell // New Phytologist. – 1905. – V.4. – P. 55–74.

50. Zielinski Q. B. Fasciation in *Lycopersicon*. I. Genetic analysis of dominance modification / Q. B. Zielinski // Genetics. – 1948. – V. 33. – P. 405–428.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1 СУТЬ ЯВЛЕНИЯ ФАСЦИИ, ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ТИПЫ ФАСЦИЙ	5
2 ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И КАТАЛОГИЗАЦИЯ ОБРАЗОВ РАСТЕНИЙ С ФАСЦИЕЙ.....	22
3 ФАСЦИЯ У ОГУРЦА.....	47
4 ФАСЦИЯ У ОДУВАНЧИКА.....	54
5 ФАСЦИЯ В СЕЛЕКЦИИ.....	61
6 ФАСЦИЯ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ИСКУССТВА И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЕ.....	67
7 ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	89
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ.....	91
СПИСОК ЛИТЕРАТУРА.....	93

Научное издание

Цаценко Людмила Владимировна

**ФАСЦИАЦИЯ В ПРИРОДЕ
И ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ**

Монография

В авторской редакции
Дизайн обложки – Н. П. Лиханская

Подписано в печать 26.09.2017. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. – 5,8. Уч.-изд. л. – 4,5.

Тираж 50 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13