

УДК 631.52

4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки)

АНОМАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ У РАСТЕНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Димитриенко Олег Владимирович

магистрант

РИНЦ SPIN-код: 1915-1940

email: oleg.dimitriyenko@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Цаценко Людмила Владимировна

д-р. биол. наук, профессор, кафедра генетики, селекции и семеноводства

AuthorID: 94468

<https://orcid.org/0000-0003-1022-1942>

Scopus Author ID: 55952841000

lvt-lemna@yandex.ru

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

В ходе активного внедрения в аграрное производство множества разных генотипов подсолнечника актуальным становится изучение специфики развития данного растения в разные фазы развития. Значимость подобного исследования подчеркивает отсутствие собранных сведений о морфологических изменениях растений подсолнечника на разных этапах онтогенеза в условиях меняющейся экологической обстановки. Целью работы является развернутое представление нарушения процессов формирования подсолнечника, их обобщение и классификация. Проведенный анализ позволил дать обзор часто встречающимся аномалиям развития, затрагивающим корзинку, стебель, семянку, семядоли. Тератные формы этих органов предложено рассматривать как сложную реакцию на комплекс внешних и внутренних воздействий. Представление причин возникновения деформаций органов растения позволит лучше понимать эволюцию развития растения, предупредить увеличение распространенности тератных форм в посевах, использовать аномальные формы как индикаторы влияния гербицидов на агроценозы, а также сделать вывод об особенностях реакции генотипа к средовым факторам

Ключевые слова: ФАСЦИАЦИЯ, ТЕРАТЫ, ОРГАНОГЕНЕЗ, ПЛАСТОХРОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ, АНОМАЛИИ РАЗВИТИЯ, ПОДСОЛНЕЧНИК

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-214-015>

UDC 631.52

4.1.2 Plant breeding, seed production and biotechnology (biological sciences)

ABNORMAL DEVELOPMENT IN SUNFLOWER PLANTS

Dimitrienko Oleg Vladimirovich

master student

RSCI SPIN-code: 1915-1940

email: oleg.dimitriyenko@mail.ru

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Tsatsenko Luidmila Vladimirovna

Dr.Sci.Biol., professor, Chair of genetic, plant breeding and seeds

AuthorID: 94468

<https://orcid.org/0000-0003-1022-1942>

Scopus Author ID: 55952841000

lvt-lemna@yandex.ru

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

With the widespread introduction of numerous sunflower genotypes into agricultural production, studying the specifics of plant development at different stages of development has become crucial. The importance of such research is underscored by the lack of collected data on morphological changes in sunflower plants at different stages of ontogenesis in a changing environmental environment. The aim of this study is to provide a comprehensive overview of the disruptions in sunflower development processes, their generalization, and classification. The analysis provided an overview of common developmental anomalies affecting the head, stem, achene, and cotyledons. Terate forms of these organs are proposed to be considered as a complex response to a range of external and internal influences. Understanding the causes of plant organ deformations will allow for a better understanding of the evolution of plant development, prevent the increase in the prevalence of terate forms in crops, use abnormal forms as indicators of the impact of herbicides on agroecosystems, and draw conclusions about the specific features of genotype response to environmental factors

Keywords: FASCIATION, TERATS, ORGANOGENESIS, PLASTOCHRONIC CHANGES, DEVELOPMENTAL ANOMALIES, SUNFLOWER

<http://ej.kubagro.ru/2025/10/pdf/15.pdf>

Норма развития растения, его продуктивность, способность давать оптимальное количество продукции на единицу площади важно для получения урожайности. Среди основных причин потерь продукции растениеводства, таких как: влияние болезней, вредителей, сорной растительности, неблагоприятных погодных условий, также встречаются и отклонения в развитии растения от общей закономерности без определяемых на первый взгляд причин. К таким относят тератные изменения – то есть расхождения от правильной формы и внутреннего строения органов растения [6].

Морфологические отклонения подсолнечника могут быть выражены в виде сросшихся семядолей, стеблей, корзинок, семянок, также в проявлении филлодий, нераскрытии или неравномерном раскрытии корзинки, в нарушении ее формирования, в образовании трех семядолей, а также ненормальном разветвлении апикальной части. Ниже представлено описание наиболее часто встречающихся аномалий [2].

В задачу нашего исследования входил анализ имеющихся аномалий развития у растений подсолнечника, собранных в ходе работы по изучения тератных форм у растений. Наличие визуальных ресурсов, анализа ресурсов сети Интернет позволило нам сформировать базу образов, полномасштабно отражающую нарушение процессов органогенеза у культуры подсолнечника.

В работе использовали термины морфозы, тераты, аномалии развития, которые описывали нарушения процессов органогенеза у растений подсолнечника.

Изменение семядолей. Пластохрон – временной интервал между заложением двух последующих листьев. Соответственно, изменения, происходящие с формой и размером листа, называются пластохромными. Они могут проявляться в виде сросшихся семядолей, образующих, так называемую «трубу» или «рюмку» над поверхностью почвы (рисунок 1).

Либо проявляются в форме неразделенного единого листа, в результате чего у двудольного растения подсолнечника вместо пары свободных семядолей образуется одна.

Такие метаморфозы может сопутствовать задержка в развитии, большая склонность к повреждениям и, как следствие, гибель. Однако, в том случае, если растения продолжат нормально развиваться, то пластихромные изменения не повлекут последствия для урожая, поскольку цветки в корзинке закладываются после образования пятого листа.



а



б



в

Рисунок 1 – Сросшиеся семядоли растений подсолнечника. Отмечено срастание в форме трубы в полевых (а) (Источник: <https://direct.farm/post/chto-s-podsolnechnikom-foto-3418>) и лабораторных условиях (б), 2025г. (Фото Димитриенко О.В.). Также образование единой неразделенной семядоли вместо двух (в), 2025г. (Фото Димитриенко О.В.).

Три семядоли. Первые листья зародыша называются семядольными. По их числу цветковые растения разделяют на два класса: однодольные и

двудольные. Первые образуют при прорастании одну семядолю, вторые – две. Но бывают случаи, когда у двудольных растений образуется три зародышевых листа (рисунок 2).

Семядоли присутствуют в семени еще до прорастания, поскольку закладываются в процессе эмбриогенеза, соответственно, аномальное появление трех эмбриональных листьев обусловлено нарушением внутренних процессов, происходящих на стадии формирования зародышевых листьев.

Наличие трех семядолей может не отразиться на дальнейшем развитии растения, если после них сформируется два настоящих листа, и оно продолжит нормальное развитие. Однако бывают и случаи, когда настоящее число листьев впоследствии равно аномальному количеству семядолей: в таком случае растение может отставать в росте.



Рисунок 2 – Аналогичное развитие трех семядолей и настоящих листьев растения подсолнечника, а – в фазе первой пары настоящих листьев, б – в фазе второй пары настоящих листьев, 2025г. (Фото Димитриенко О.В.).

Отмечены и другие случаи, когда зародышевые листья претерпевают морфологические изменения, создавая многообразие форм (рисунок 3).



а

б

Рисунок 3 – Видоизмененные семядольные листья, а – визуально кажущиеся разделенными на четыре листа, б – сросшиеся две семядоли, 2025г. (Фото Димитриенко О.В.).

Фасциация. Явление фасцирования связано с неразделением, смежением отдельных органов растения [8]. Это одна из наиболее распространенных аномалий развития [7]. Разрастание структур связано, прежде всего, с нарушением меристематических процессов [4]. У растения подсолнечника фасциация проявляется в видоизменении побегов: срастании и увеличении объема стеблей (рисунок 4), главного побега и ветвей, сращивание нескольких точек роста, а также в соединении нескольких корзинок (рисунок 5) и семянок (рисунок 8).



Рисунок 4 – Фасцированный стебель подсолнечника (Фото Димитриенко О.В.).

Сформированность корзинки подсолнечника напрямую влияет на его продуктивность. Растение должно соответствовать приспособленности к производству. Технологичность объединяет выровненность посева по

высоте, диаметру и положению корзинки, неполегаемость, одновременность созревания.

Фасцированную корзинку отличает непригодность к механизированной уборке [5]. Несколько объединенных корзинок делают растение более тяжелым и, соответственно, полегающим, при этом ее размещение может быть хаотичным, созревание семянок неравномерным, выполненностю неполной, и высота самого подсолнечника становится непредсказуемой. Обобщение перечисленных факторов сводится к выводу, что наличие фасцированных корзинок в посеве сокращает общую урожайность, а их большое количество способно повлечь существенные потери.



а



б

Рисунок 5 – Фасцированные корзинки растений подсолнечника, а – три фасцированные корзинки декоративного подсолнечника (Источник: <https://www.chipmaker.ru/gallery/image4363>), б – обратная сторона шести сросшихся корзинок (Источник: <https://7dach.ru/LyudmilaGeneralova/pochemu-deformirovana-shlyapka-podsolnucha-210382.html>).

Редуцирование корзинки. Иногда внешние факторы способны спровоцировать уменьшение в размерах или полное исчезновение генеративной части растения подсолнечника. В таком случае экзогенное воздействие способно нанести непоправимый ущерб урожайности. Причинами редукции выступают угнетение растений, вызванное обработкой ошибочной баковой смесью гербицида. В таком случае

химические вещества оказывают фитотоксичное воздействие, которое, в конечном счете, сказывается на внешнем облике растения (рисунок 6).

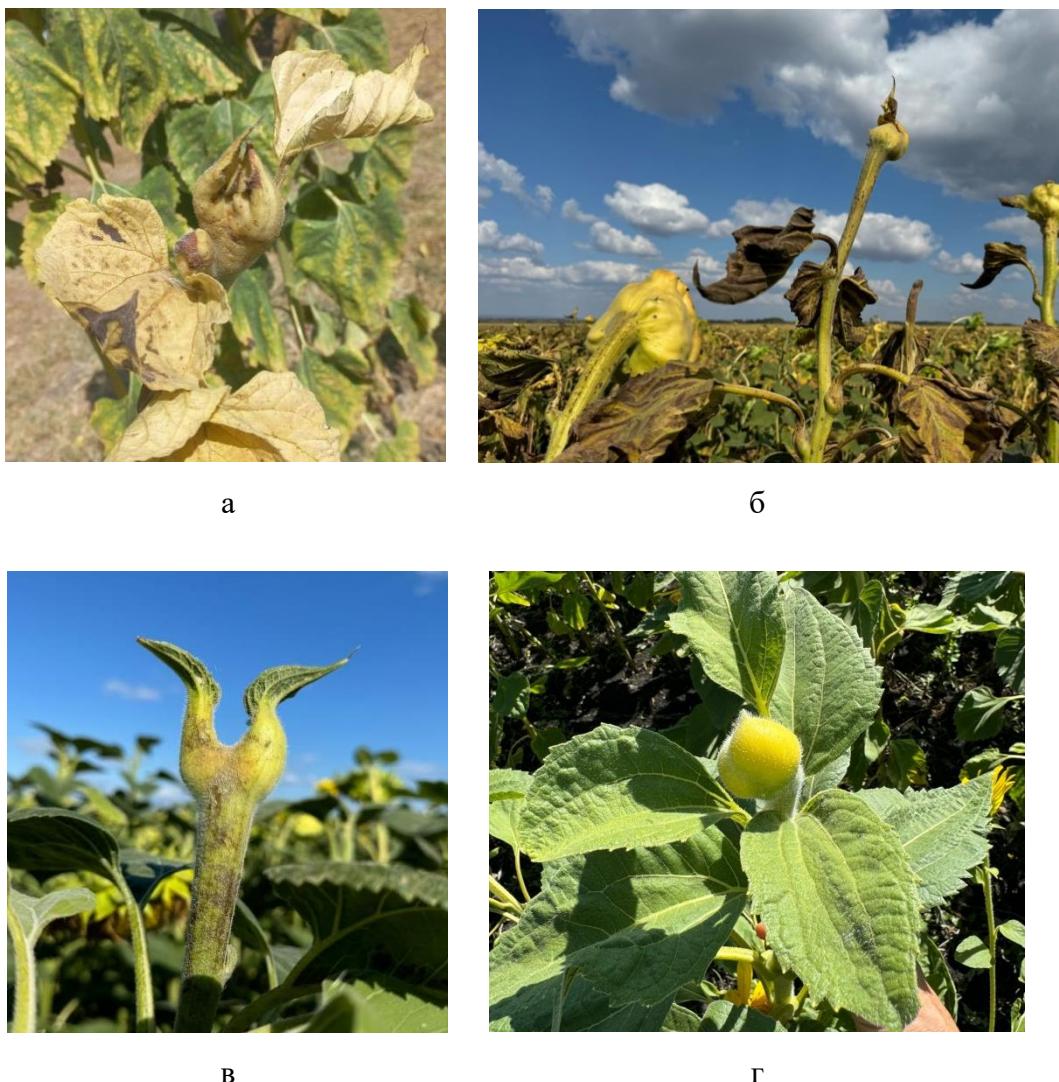


Рисунок 6 – Редуцированная корзинка подсолнечника, а – на сорте ВНИИМК 8883, (Фото Дмитриенко О.В.), 2025 г., б,в,г – реакция растения на совместное применение дикотицидов и граминицидов (Источник: https://vk.com/im/239093853?entrypoint=list_all&w=wall175764033_3924).

Значимым путем исследования недоразвитости корзинок заключается в использовании тератоморфных растений как индикаторов влияния гербицидов на агроценозы с учетом морфологических и биологических особенностей культурных растений.

Филлодия. Корзинки подсолнечника с филлодиями (рисунок 7) характеризуются частичной или полной заменой трубчатых цветков

язычковыми. Растение, пораженное филлодиями, не может формировать цветонос в полной мере.

Причины проявления подобной аномалии могут неинфекционными: дефицит бора на ранних этапах развития, особенно в сочетании с резкими перепадами дневных и ночных температур, гербицидный стресс. К биотическим причинам относят повреждение зачаточной корзинки цикадками-переносчиками фитоплазмов.

Именно поэтому важно отметить, что следствием образования растений с филлодиями в поле служит не генетика посевного материала, а комплекс неблагоприятных факторов. Потери урожая будут зависеть от процента поражения филлодиями всего посева.



Рисунок 7 – Поражение цветоноса подсолнечника филлодиями (Источник: https://kukul.com/news/22591-gibridi-sonyashniku-syngenta-stali-liderami-iz-urajennya-roslin-filodiyami?_escaped_fragment_).

Срастание семянок. Почти в каждой корзинке подсолнечника встречаются сросшиеся семянки, различающиеся по размеру и по числу составляющих их простых семянок [3].

При этом они не образуются в краевой зоне корзинки, откуда начинается формирование цветочных бугорков, и где семянки распределяются спиральными рядами [1]; сросшиеся семянки появляются лишь в центральной части и нарушают строгий паттерн семянок по спиралям, располагаясь хаотично и без упорядоченной спиральной структуры.

Причина подобного явления кроется в характере дифференциации конуса нарастания зачаточной корзинки: если для двух спиральных рядов недостаточно места на зачаточном диске соцветия, а для одного много, то закладывается сросшаяся семянка [3]. Чаще всего она состоит из 2-3 простых, а иногда и из большего количества (рисунок 8).



Рисунок 8 – Сросшиеся семянки подсолнечника, а – две синкарпные семянки, б – три семянки, в – четыре, г – пять (Фото Димитриенко О.В), 2025 г.

Ненормальное разветвление апикальной части верхушечного побега. Рост побегов в длину, их ветвление обусловлены верхушечными меристемами. Апикальная меристема образует конусы нарастания и обеспечивает образование всех органов и тканей побега растения.

При ее повреждении вследствие механических воздействий (града, сильных порывов ветра, травмирования укусом насекомого в точку роста, воздействия гербицида) происходит ослабление апикального доминирования. Впоследствии растение образует новые меристемные зоны, усиливает ветвление. В результате у подсолнечника вместо одной продуктивной корзинки на одном стебле появляется множество маленьких (рисунок 9), дающих суммарно меньше урожая, чем на главном побеге. Также большое число корзинок будут разобщены по срокам созревания, что не соответствует требованиям интенсивных технологий возделывания.



Рисунок 9 – Растение подсолнечника с поврежденной апикальной частью главного побега, создает эффект кущения (Источник:

https://vk.com/im/convo/239093853?entrypoint=list_all&w=wall175764033_3924)

Таким образом, в нашей работе была осуществлена попытка отразить проявление тератных форм растений подсолнечника на основе имеющейся информации и результатов собственных наблюдений. Были изложены различные случаи изменения семядольных листов, отмечены аномалии генеративных органов, приведен пример фасциации стебля. Проведенный анализ позволил сделать вывод, что в проявлении тератных форм играет роль ни одна конкретная причина, а комплекс не взаимоисключающих факторов, среди которых можно выделить такие как: реакция генотипа растения, условия возделывания, метеорологические условия. Собранный материал позволит в дальнейшем проводить исследования данного явления и глубже понимать причины и условия возникновения аномальных растений и выделить механизмы, отвечающие за их формирование, чтобы предупредить распространение новых форм.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта на реализацию Программы развития Кубанского ГАУ на 2025-2036 гг.

Литература

1. Воробьев, Н.Н. Числа Фибоначчи / Н.Н. Воробьев. – М.: Наука, 1984. – 140 с.
2. Кузичев, О. Б. Фасциации у цветочных растений / О. Б. Кузичев, О. А. Мамашукров // Наука и Образование. – 2022. – Т. 5, № 3.
3. Типы и локализация сросшихся семянок в корзинках подсолнечника / Т. А. Васильева, А. Б. Хатит, Ю. Г. Бойко, Г. Н. Илюк // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2012. – № 2(151-152). – С. 53-58.
4. Типы фасциаций у растений и факторы, влияющие на её проявление / С. Н. Майоров, А. В. Молчанова, Л. Л. Бондарева, В. И. Старцев // Овощи России. – 2012. – № 2(15). – С. 54-59.
5. Цаценко Л.В. Феномен фасциации – инновационные решения в селекции растений / Л.В. Цаценко, А.И. Мухин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2025. – №07(211). С. 205 – 217. – IDA [article ID]: 2112507019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2025/07/pdf/19.pdf>
6. Цаценко, Л. В. Тератные формы растений: подходы и методы изучения / Л. В. Цаценко, А. В. Логвинов. – Краснодар : ООО "Просвещение-Юг", 2023. – 110 с.
7. Цаценко, Л. В. Фасциация в природе и эксперименте / Л. В. Цаценко, Д. Л. Савиченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 1785-1799.
8. Цаценко Л.В. Явление фасциации – феномен в развитии у растений / Л.В. Цаценко, Е.С. Дмитрова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2023. – №06(190). С. 117 – 127. – IDA [article ID]: 1902306015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2023/06/pdf/15.pdf>

References

1. Vorob'ev, N.N. Chisla Fibonachchi / N.N. Vorob'ev. – M.: Nauka, 1984. – 140 s.
2. Kuzichev, O. B. Fasciacii u cvetochnykh rastenij / O. B. Kuzichev, O. A. Mamashukurov // Nauka i Obrazovanie. – 2022. – T. 5, № 3.
3. Tipy i lokalizaciya srosshikhsya semyanok v korzinkakh podsolnechnika / T. A. Vasil'eva, A. B. Khatit, YU. G. Bojko, G. N. Ilyuk // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. – 2012. – № 2(151-152). – S. 53-58.
4. Tipy fasciacij u rastenij i faktory, vliyayushchie na eyo proyavlenie / S. N. Majorov, A. V. Molchanova, L. L. Bondareva, V. I. Starcev // Ovoshchi Rossii. – 2012. – № 2(15). – S. 54-59.
5. Cacenko L.V. Fenomen fasciacii – innovacionnye resheniya v selekcii rastenij / L.V. Cacenko, A.I. Mukhin // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KuBGAU) [Ehlektronnyj resurs]. – Krasnodar: KuBGAU, 2025. – №07(211). S. 205 – 217. – IDA [article ID]: 2112507019. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2025/07/pdf/19.pdf>
6. Cacenko, L. V. Teratnye formy rastenij: podkhody i metody izucheniya / L. V. Cacenko, A. V. Logvinov. – Krasnodar : ООО "Просвещение-Юг", 2023. – 110 s.
7. Cacenko, L. V. Fasciaciya v prirode i eksperimente / L. V. Cacenko, D. L. Savichenko // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 123. – S. 1785-1799.

8. Cacenko L.V. Yavlenie fasciacii – fenomen v razvitiu u rastenij / L.V. Cacenko, E.S. Dmitrova // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KuBGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KuBGAU, 2023. – №06(190). S. 117 – 127. – IDA [article ID]: 1902306015. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2023/06/pdf/15.pdf>