

ТИПЫ ФАСЦИИАЦИЙ У РАСТЕНИЙ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЁ ПРОЯВЛЕНИЕ

Майоров С.Н. – м.н.с. лаб. селекции и семеноводства капустных культур

Молчанова А.В. – н.с. лабораторно-аналитического центра

Бондарева Л.Л. – доктор с.-х. наук, в.н.с. лаб. селекции и семеноводства капустных культур

Старцев В.И. – доктор с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства капустных культур

ГНУ Всероссийский НИИ
селекции и семеноводства
овощных культур РАСХН
РФ, 143080 Московская
область, Одинцовский район,
п/о Лесной городок,
п. ВНИИССОК,
ул. Селекционная, д.14
E-mail: info@vniissok.ru
Тел.+7 (495)599-24-42;
факс +7(495)599-22-77

В обзоре рассмотрено явление фасциации, ее типы, а также факторы, обуславливающие ее возникновение.

Ключевые слова: фасциация, физиологические фасциации, генетические фасциации.

Фасциация представляет собой весьма известное и широко распространенное среди высших растений явление, которое выражается в резком изменении нормальной формы и структуры осевых органов растения (Шавров, 1959). Она проявляется в виде слияния нескольких апикальных меристематических областей или слияния ближайших стеблей или цветков (Iliev, Kitin, 2011). Фасциация приводит к нарушению в расположении листьев на стебле и резкому умножению числа гомологичных органов цветка (элементов околоцветника, андроеца и особенно гинецея), и, как следствие, к образованию сложных фасциированных плодов (Шавров, 1959).

Фасциации распространены у травянистых однолетних, двулетних и многолетних форм, а также встречаются у лиан, кустарников и деревьев

(Лебедева, 1966). Наиболее часто они возникают у видов с индетерминантным ростовым механизмом вегетативных органов и соцветий (Binggeli, 1990). К экономически важным сельскохозяйственным растениям, на которых наблюдали фасциацию, относятся: соя, томат, дыня, горох, нут и салат (Goldman, 1998).

Проявление фасциации у растений весьма различно. Она может возникать на разных частях растения: корне, стебле (рис. 1, 2), соцветии (рис. 4), плоде (рис. 3). В большинстве случаев фасциация верхней части стебля влияет на формирование соцветия, на котором образуется большое количество цветков. Так, признак деформации головок зачастую связан с фасциацией стебля у клевера лугового (Taylor, Cornelius, Long, 1985). Среди овощных культур фасциация часто встречается на томате, где в основ-

ном затрагивает главные стебли, соцветия и плоды. По некоторым данным в отдельном фасцированном плоде томата сорта Beefsteak содержится 215 локул (обычно 10-20 локул) и 250 семян (Zielinski, 1948). Фасциация на огурце, арбузе и дыне проявляется в виде увеличения ширины стебля, количества листьев, усиков и цветков (Robinson, 1978, 1988; Gabillard, 1988; Guner, Wehner, 2004). У древесных растений фасциация затрагивает побеги, генеративные органы и плоды. Фасциацию неоднократно наблюдали у сирени венгерской (*Syringa josikaeae* Jacq.), смородины черной, яблони, груши, вишни, алычи, сливы и других культур (Витковский, 1984).

Многие авторы считают фасциацию отрицательным явлением. Так, например, у клевера лугового (Taylor, Cornelius, Long, 1985) и нута (*Cicer arietinum* L.) отмечена склонность фасцированных побегов к полеганию (Knights, 1993). У нута (*Cicer arietinum* L.), сои (*Glycine max* (L.) Merr.), салата (*Lactuca sativa* L.) и подсолнечника также наблюдается снижение семенной продуктивности и задержка цветения (Eenink, Garretsen, 1980; Albertsen et al., 1983; Knights, 1993; Jambhulkar, 2002). Фасциация плодов томата значительно снижает их товарную ценность (Zielinski, 1948; Wien, Minotti, 1988). По данным Зыбенко и Назаренко (2007), фасцированные растения из рода *Veronica* L. продуцируют семена с пониженными показателями всхожести и дружности прорастания.

Однако есть и положительные результаты. В последнее время ведется селекционная работа по созданию крупноплодных скороспелых сортов гречихи на основе фасциации (Чернухин, 2002). Некоторые исследователи

рассматривают фасцированные растения гречихи как доноры крупнозерности, скороспелости, дружности созревания и ограниченных ростовых процессов (Петелина, 1966; Петелина, Кадырова, 1998). У свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.) на фасцированных растениях образуются более крупные семена и их созревание более равномерно (Goldman, 1998, 2008), образование крупных семян также характерно и для фасцированных растений нута (*Cicer arietinum* L.) (Knights, 1993). Высокой продуктивностью отличаются фасцированные сорта гороха (Sinjushin, Gostimskii, 2007).

Классическим примером фасциации генеративных органов считается ягода крупноплодной земляники. Известный мичуринский сорт Антоновка полуторафунтовая – тоже продукт фасциации (Витковский, 1984).

Многие фасцированные растения *Celosia* давно введены в культуру и ценятся за их высокие декоративные свойства. В декоративном садоводстве очень часто в последнее время используется сорт ивы *Salix udensis* 'Sekka' с фасцированными побегами (Singh et al., 2011).

Классификация фасциаций

По классификации Шоуте (Shoute, 1936), имеется три морфологических типа фасциации:

Первый тип (рис. 1) – плоская, или лентовидная, фасциация: стебель или корень с нормально цилиндрическим основанием постепенно расширяется и уплощается в своей дистальной (дальней) части; поперечное сечение вытягивается в сагиттальной (плоскость, делящая объект по вертикали, на левую и правую части) плоскости. Как правило, плоский стебель, в отличие от нормального, ребристый или



Рис. 1. Лентовидная фасциация на семенном растении капусты белокочанной

желобчатый, и имеет тенденцию разветвляться в верхней части с образованием более или менее равнозначных побегов, расположенных в одной плоскости. Лентовидный побег может быть в различной степени искривлен и перекручен в результате неравномерного роста абаксиальных (расположенных дальше от оси) и адаксиальных (расположенных ближе к оси) его частей. Стебель в этом случае обычно ребристый и складчатый в верхней части или имеет вид раскрытого веера, как у *Celosia cristata*.



Рис. 2. Радиальная фасциация на семенном растении капусты белокочанной

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Второй тип (рис. 2) – радиальная фасциация. Представляет собой некоторое изменение типичной фасциации. Стебель становится сильно желобчатым, как бы «крылатым», расширенным в различных направлениях. В верхней части он иногда разветвляется на несколько нормальных или фасцированных побегов, расположенных в различных плоскостях.

Для обоих указанных типов фасциации характерно часто встречающееся нарушение листорасположения и сближения листьев в верхней расширенной части.



Рис.3. Фасциация стручка капусты белокачанной (снизу нормальный стручок)

Третий тип – кольцевая, или воронковидная фасциация. Характерную особенность кольцевой фасциации составляет наличие в стебле воронковидного углубления, уходящего у некоторых экземпляров растений на значительную глубину внутрь стебля. Воронка выложена изнутри эпидермисом, сходным в общих чертах с наружным эпидермисом и отличающимся от последнего некоторыми деталями. Так же, как и на наружной поверхности стебля, на поверхности воронки расположены листья

и пазушные почки, иногда имеются развитые побеги.

Таким образом, общими для всех типов фасциации морфологическими особенностями являются: расширение стебля, возникающее иногда в самой нижней части, но чаще всего на некотором расстоянии от основания, ребристость (или желобчатость), разветвление в апикальной части на две или несколько осей, часто наблюдаемые искривление и прекручивание стебля и нарушение филлотаксиса.



Рис. 4. Фасциация цветка капусты белокачанной

Литература

1. Витковский В.Л. Морфогенез плодовых растений. – Л.: Колос, 1984. – 207с.
2. Данилова М.Ф. О природе фасциации у растений // Ботанический журнал. – 1961. Т.46, № 10. – С.1545-1559.
3. Зими́на Т.А. Овощеводство на Сахалине. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1957. – 241с.
4. Зими́на Т.А. Особенности биологии овощных культур на Сахалине. – Новосибирск: Наука. 1976. – 445 с.
5. Зыбенко О.В., Назаренко А.С. Аномальная изменчивость в природных популяциях видов рода *Veronica* L. // Промышленная ботаника. – 2007. Вып.7. – С.105-112.
6. Игнатьева И.П. О проявлении фасциации у некоторых поликарпиков // Доклады ТСХА. – 1961. №62. – С. 231- 238.
7. Лебедева Т.И. Условия проявления фасциации // Ботанический журнал. – 1966. Т.51, №9. – С.1316-1318.
8. Му́рин А.В., Лы́сков В.Н. Разработка методов использования химического мутагенеза в создании нового исходного материала для селекции гладиолуса // Современные проблемы теории химического мутагенеза. – 1988. – С.92-95.
9. Петелина Н.Н. Роль фасциаций в селекции гречихи // Научн. тр. ВНИИЗК. – 1966. Т.1. – С.48-51.
10. Петелина Н.Н., Кадырова Ф.З. О роли фасциации в селекции гречихи посевной на примере сорта Казанка // Селекция и семеноводство. – 1998. №1. – С.7-8.
11. Рарок В.А. Повторное гамма-облучение семян – перспективный метод селекции гречихи // Генетические основы селекции и семеноводства гречихи. – 1985. – С.34-38.
12. Рось В.И. Влияние химических мутагенов и пара-аминобензойной кислоты (ПАБК) на изменчивость морфологических признаков гречихи // Генетика гетерозиса и экспериментальный мутагенез. Ч.2. Тезисы докладов 5 съезда генетиков и селекционеров Украины. – 1987. – С.104.
13. Синская Е.Н. Проблемы популяций у высших растений. – Л.: ВИР, 1961. – 152с.
14. Слепян Э.И. Патологические новообразования и их возбудители у растений. – Л.:Наука. 1973. – 572с.
15. Чернухин В.А. Особенности растений-фасциантов гречихи // Селекция и семеноводство. – 2002. №2. – С. 28 – 29.
16. Шавров Л.А. О природе фасциаций // Ботанический журнал. – 1959. Т.44, № 4. – С. 500-505.
17. Akhtar K.P., Sarwar G., Dickinson M., Ahmad M., Haq M.A., Hameed S., Iqbal M.J. Sesame phyllody disease: its symptomatol-

Причины возникновения фасциаций

Чрезвычайно важным обстоятельством, характеризующим фасциацию, как явление далеко не случайное, а вполне закономерное, возникающее в результате определенных взаимоотношений между условиями среды и внутренними процессами роста и развития растения, является тот факт, что та или иная степень фасциированности, да и вообще проявление этого признака, находится в тесной связи с сочетанием тех или иных факторов среды (Шавров, 1959). По мнению Iliev, Kitin (2011) существует два типа фасциаций:

- ненаследуемые физиологические (реакция на изменение условий среды);
- наследуемые – генетические (мутации).

Физиологические фасциации могут быть обусловлены различными естественными и искусственными факторами.

К естественным факторам относятся:

- 1) Повреждение насекомыми-вредителями стеблей (Binggeli, 1990; Chung, Huh, 2008), в результате отложения в тканях растений личинок (Слепян, 1973).
- 2) Механическое воздействие во время роста некоторыми видами, такими как аспарагус (Binggeli, 1990).
- 3) Ранняя высадка рассады, которая приводит к большому количеству фасциированных растений (Binggeli, 1990).
- 4) Уменьшение площади питания значительно снижает процент фасциированных растений (Лебедева, 1966).
- 5) Температурные колебания: воздействие низких температур в период закладки цветка приводит к фасциации у *Hyacinthus* (Munk, 1989); влияние высоких температур провоцирует образование фасциации у огурца (Robinson, 1988).
- 6) Избыток или недостаток микро-

элементов. Показано, что недостаток цинка – причина фасциации у *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* Barr. and Golf. (Rance, 1982 и др.), а высокие дозы марганца у *Gossypium* L. (Joham, Amin, 1967).

7) Биотический стресс, например, заражение бактериями, грибами или нематодами. Бактерия *Rhodococcus fascians* была ассоциирована с фасциацией (Crespi et al., 1992, 1994; Stange et al., 1996; Jameson, 2000; Goethals et al., 2001). Фасциация, вызванная бактериальной инфекцией, происходит в результате передачи линейного плазмиды, содержащего ген, отвечающий за синтез цитокининов. Фасциация может быть спровоцирована на нормальных растениях при прививке от ген-зараженных растений (Crespi et al., 1992; Galis et al., 2005). Многие авторы связывают появление фасциации в связи с действием цитокининов (Nilsson et al., 1996; Choi и Hwang, 2007). Цитокинины встречаются не только у высших растений, а также у растений более

ogy, etiology, and transmission in Pakistan // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. – 2009. № 33. – p. 477-486.

18. Albertsen M.C., Curry T.M., Palmer R.G. & Lamotte C.E. Genetics and comparative growth morphology of fasciation in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) // Botanical Gazette. – 1983. № 144. – p. 263-275.

19. Armitage A.M., Laushman J.M. (2003) Specialty cut flowers: the production of annuals, perennials, bulbs, and woody plants for fresh and dried cut flowers. p. 177.

20. Behera N.C., Patnaik S.N. Induced fasciation in *Celosia argentea* L. // Current Science. – 1981. № 50. – p. 287-288.

21. Bertaccini A., Fr?nov? J., Botti S., Tabanelli D. Molecular characterization of phytoplasmas in lilies with fasciation in the Czech Republic // FEMS Microbiology Letters. – 2005. № 249. – p. 79-85.

22. Binggeli P. Occurrence and causes of fasciation // Cecidology. – 1990. № 5. – p. 57-62.

23. Choi Jaemyung, Hwang Ildoo Cytokinin: Perception, Signal Transduction, and Role in Plant Growth and Development // Journal of Plant Biology. – 2007. № 50(2). – p. 98-108.

24. Chung B.N., Huh K.Y. Occurrence of *Petunia* flattened stem caused by phytoplasma // Plant Pathology Journal. – 2008. № 24(3).

– p. 279-282.

25. Crespi M, Messens E, Caplan A.B., van Montagu M, Desomer J. Fasciation induction by the phytopathogen *Rhodococcus fascians* depends upon a linear plasmid encoding a cytokinin synthase gene // Embo Journal. – 1992. № 11. – p. 795-804.

26. Crespi M, Vereecke D, Temmerman W, van Montagu M, Desomer J. The function of *Rhodococcus fascians* encodes new genes required for efficient fasciation of host plants // Journal of Bacteriology. – 1994. № 176. – p. 2492-2501.

27. Dostal R. Use of 2,3,5-Triiodobenzoic acid in studies on the growth correlation differences between epigeous and hypogeous seedlings (*Linum* and *Pisum*) // Biologia Plantarum. – 1963. № 5(1). – p. 68-76.

28. Dostal R. Growth Correlations in *Bryophyllum* leaves and exogenous growth regulators // Biologia Plantarum. – 1970. № 12(2). – p. 125-13.

29. Dostal R. Relation of leaf deformities induced by 2,3,5-Triiodobenzoic acid to growth correlations in *Bryophyllum rosei* // Biologia Plantarum. – 1972. № 14(3). – p. 177-185.

30. Eenink A.H., Garretsen F. Research on the inheritance of fasciation in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) // Euphytica. – 1980. № 29. – p. 653-660.

низкого порядка, водорослей и бактерий, а также в паразитических насекомых и нематодах (Stirk и Staden, 2010). Имеются сведения о влиянии фитопатогенных микоплазм на развитие стеблевых фасциаций у *Lilium* spp. и *Petunia* Juss. (Bertaccini et al., 2005; Chung, Huh, 2008). Подобные исследования с использованием молекулярных методов по влиянию фитоплазм на фасциацию у кунжута (*Sesamum indicum* L.) не были подтверждены (Akhtar et al., 2009). Также было показано, что стеблевые фасциации *Lilium henryi* были связаны с наличием нематод преимущественно из видов *Rotylenchus* и *Ditylenchus* (Stumm-Tegethoff и Linskens, 1985)

К искусственным факторам относятся:

1) Травматические.

Повреждение точек роста при сохранении и активной деятельности подземной системы растения. Такое несоответствие приводит к бурному росту побегов и образуется тот или

иной вид вегетативной или вегетативно-генеративной фасциации. Сильная обрезка у лиственных деревьев индуцирует фасциацию (Витковский, 1984; Wien, Minotti, 1988). Известны случаи возникновения фасциации при поражении растений заморозками, а также при декапитации их в семядольном состоянии (Лебедева, 1966).

2) Физические.

Повышенное обеспечение растений питательными веществами, включая высокие дозы удобрений, повышает частоту фасциаций (Данилова, 1961; Binggeli, 1990). Ионизирующее излучение и химические мутагены также являются причиной фасциации в стеблях и соцветиях (Behera и Patnaik, 1981; Рось, 1987; Мурин, Лысиков, 1988). При облучении семян *Gerbera jamesonii* разными дозами гамма-лучей (от 1 до 5 kR) были получены растения с радиальной и линейной фасциацией стебля и соцветия (Singh et al., 2011); облуче-

ние семян гречихи и огурца увеличивает количество фасциированных растений (Папок, 1985; Robinson, 1978, 1988). Фасциации могут быть также вызваны уменьшением или увеличением фотопериода (Зими́на, 1976). Так на многих растениях из разных семейств были замечены фасциации при переходе на короткий день (Sinnott, 1960), а у огурца – при выращивании на длинном дне (Robinson, 1988). У растений *Celosia* не было замечено зависимости образования фасциаций от долготы дня (Armitage, Laushman, 2003).

3) Химические.

Обработка некоторыми регуляторами роста растений также является причиной фасциации. Например, TIBA (2,3,5-трийодбензойная кислота) вызывает кольцевые фасциации и другие уродства, такие как искривления и слияние органов (Dostal, 1963, 1970, 1972). Кроме того, у семян гречихи, замоченных в 0,1 % растворе ИУК (индолилуксусной кислоты), при прорастании

31. Fambrini M., Bonsignori E., Rapparini F., Cionini G., Michelotti V., Bertini D., Baraldi R., Pugliesi C. Stem fasciated, a recessive mutation in sunflower (*Helianthus annuus*), alters plant morphology and auxin level // *Annals of Botany*. – 2006. № 98. – p. 715-730.
32. Gabillard D., Pitrat M. A fasciated mutant in *Cucumis melo* // *Cucurbit Genetics Cooperative Report*. – 1988. № 11. – p. 37-38.
33. Galis I., Bilyeu K. D., Godinho M.J.G., Jameson P.E. Expression of three *Arabidopsis* cytokinin oxidase/dehydrogenase promoter: GUS chimeric constructs in tobacco: response to developmental and biotic factors // *Plant Growth Regulation*. – 2005. № 45. – p. 173-182.
34. Galis I., Bilyeu K., Wood G., Jameson P. E. *Rhodococcus fascians*: shoot proliferation without elevated cytokinins? // *Plant Growth Regulation*. – 2005. № 46. – p. 109-115.
35. Goethals K., Vereecke D., Jaziri M., Montagu M.V., Holsters M. Leafy gall formation by *Rhodococcus fascians* // *Annual Review of Phytopathology*. – 2001. № 39. – p. 27-52.
36. Goldman I.L. Inheritance of ffs, a gene conditioning fasciated flower stem in red beet // *Journal of the American Society for Horticultural Science*. – 1998. № 123(4). – p. 632-634.
37. Goldman I.L., Navazio J.P. Table beet. Handbook of plant breeding. Vol. 1- Vegetables 1 – Asteraceae, Brassicaceae,

Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae. – 2008. – p. 219-240
38. Guner N., Wehner T.C. A fasciated mutant in watermelon // *Cucurbit Genetics Cooperative Report*. – 2004. № 27. – p. 30-31.
39. Iliev I., Kitin P. Origin, morphology, and anatomy of fasciation in plants cultured in vivo and in vitro // *Plant Growth Regulation*. – 2011. № 63. – p. 115-129.
40. Jambhulkar S.J. Growth and morphology and inheritance of fasciation mutation in sunflower // *Journal of Genetics and Breeding*. – 2002. № 56. – p. 327-330.
41. Jameson P. Cytokinins and auxins in plant-pathogen interactions // *Plant Growth Regulation*. – 2000. № 32. – p. 369-380.
42. Joham H.E., Amin J.V. The influence of foliar and substrate application of manganese on cotton // *Plant and Soil*. – 1967. № 26. – p. 369-379.
43. Karakaya H.C., Tang Y., Cregan P.B., Knap H.T. Molecular mapping of the fasciation mutation in soybean, *Glycine max* (leguminosae) // *American Journal of Botany*. – 2002. № 89(4). – p. 559-565.
44. Knights E.J. Fasciation in chickpea: genetics and evaluation // *Euphytica*. – 1993. № 69. – p. 163-166.
45. Mahna S.K., Garg Rashmi Induced Mutation in *Petunia nyctagini-flora* Juss. // *Biologia Plantarum*. – 1989. № 31(2). – p. 152-155.

возникает измененный филлотаксис и фасциированные ветви (Yamasaki, 1940), а на растениях петунии (*Petunia nyctaginiflora* Juss.), выращенных из семян, обработанных алкилирующими агентами, были выделены два характерных проявления фасциации верхнего и нижнего стеблевого типа (Mahna, Garg, 1989).

Кроме того, явление фасциации тесно связано с изменениями условий среды, интродукцией растений в новые, особенно предельные для их существования районы (Зимина, 1957; 1976; Шавров, 1959; Витковский, 1984).

По наблюдениям Е.Н. Синской (1961), максимальное проявление различных форм фасциации отмечается в годы, когда во время дифференциации точек роста имеет место сочетание хорошего питания и оптимальной влажности со сравнительно низкой и колеблющейся температурой при коротком дне.

У поликарпиков фасциация наиболее часто проявляется в годы особен-

но мощного развития растений, когда процессы роста преобладают над процессами отмирания (Игнатьева, 1961).

Иногда фасциированность растений резко возрастает, приближаясь к 100%, тогда как в другие годы, напротив, бывает выражена чрезвычайно слабо, составляя ничтожный процент (Шавров, 1959).

Генетические фасциации

Фасциация может быть обусловлена генетически. В последние годы интересные исследования по фасциации фенотипа стимулируются вследствие увеличения знаний о растительном геноме и о генах, которые контролируют как развитие меристем, так и растительных форм. Исследование генетических фасциаций проводили на сое (Karakaya et al, 2002), нуте (Knights, 1993), салате (Eenink, Garretsen, 1980), подсолнечнике (Fambrini et al, 2006), свекле сахарной (Goldman, 1998, 2008) и многих других культурах.

Таким образом, несмотря на то, что явление фасциации очень час-

то проявляется на различных культурах, преимущественно в репродуктивную фазу развития растений, а причины её возникновения могут быть разнообразны, все они сводятся к нарушению деления клеток в апикальных меристемах.

Для селекции важное значение имеет объем плода у фасциированных растений, который, как правило, больше, чем у не фасциированных. Следовательно, фасциация – еще далеко не использованный резерв увеличения продуктивности растений путем создания крупноплодных растений.

В семеноводстве овощных культур фасциация может значительно влиять на семенную продуктивность растений, как положительно, так и отрицательно.

Вследствие этого изучение генетической природы и физиологических особенностей феномена фасциации имеет не только научное, но и практическое значение.

46. Munk W.J. Thermomorphogenesis in bulbous plants // *Herbertia*. – 1989. № 45 (1&2). – p. 50-55.
 47. Nilsson O., Moritz T., Sundberg B., Sandberg G., Olsson O. Expression of the *Agrobacterium rhizogenes* rol C gene in a deciduous forest tree alters growth and development and leads to stem fasciation // *Plant Physiology*. – 1996. № 112. – p. 493-502.
 48. Rance S. J., Cameron D.M., Williams E.R. Correction of crown disorders of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* by application of zinc // *Plant Soil*. – 1982. № 65. – p. 293-296.
 49. Robinson R.W. Fasciation in the Cucumber // *Cucurbit Genetics Cooperative Report*. – 1978. № 1. – p. 11.
 50. Robinson R.W. Association of fasciation with opposite leaf arrangement // *Cucurbit Genetics Cooperative Report*. – 1988. № 11. – p. 19.
 51. Shoute I.C. Fasciation and dichotomie // *Recueil. Trav. Botanica Neerland*. – 1936. № 33. – p. 649-669.
 52. Singh S., Dhyani D., Kumar A. Expression of floral fasciation in gamma-ray induced *Gerbera jamesonii* mutants // *Journal of Cell & Plant Sciences*. – 2011. № 2. – p. 7-11.
 53. Sinnott E.W. (1960) *Plant morphogenesis*. New York: McGraw-Hill
 54. Sinjushin A.A., Gostimskii S.A. Relationship between different

fasciated lines of pea // *Pisum Genetics*. – 2007. №39. – p. 16-18.
 55. Stange R.R., Jeffares D., Young C., Scott D.B., Eason J.R., Jameson P.E. PCR amplification of the fas-1 gene for the detection of virulent strains *Rhodococcus fascians* // *Plant Pathology Journal*. – 1996. № 45. – p. 407-417.
 56. Stirk W.A., Staden van J. Flow of cytokinins through the environment // *Plant Growth Regulation*. – 2010. № 62. – p. 101-116.
 57. Stumm-Tegethoff B.F.A., Linskens H.F. Stem fasciation in *Lilium henryi* caused by nematodes // *Acta Botanica Neerlandica*. – 1985. № 34(1). – p. 83-93.
 58. Taylor N.L., Cornelius P.L., Long M.G. Phenotypic recurrent selection for multiple-parted flower heads in red clover // *Crop Science*. – 1985. № 25(3). – p. 489-494.
 59. Wien H.C., Minotti P.L. Increasing yield of tomatoes with plastic mulch and apex removal // *Journal of the American Society for Horticultural Science*. – 1988. № 113(3). – p. 342-347.
 60. Yamasaki Y. Studies on the experimental production of fasciation in buckwheat by treatment of seeds with heteroauxin solutions // *Japanese Journal of Genetics*. – 1940. № 16. – p. 171-175.
 61. Zielinski Q.B. Fasciation in *Lycopersicon*. I. Genetic analysis of dominance modification // *Genetics*. – 1948. № 33. – p. 405-428.