

УДК 582.926.2

В.Н. Кавцевич,
кандидат биологических наук,
доцент кафедры общей биологии и ботаники БГПУ;
Л.А. Тарутина,
кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник ИГиЦ НАН Беларуси;
М.Н. Шаптуренко,
кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник ИГиЦ НАН Беларуси;
Н.Д. Лисов,
кандидат биологических наук,
доцент кафедры общей биологии и ботаники БГПУ

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПРИЗНАКАМИ ПЛОДОНОСЯЩЕЙ КИСТИ ТОМАТА КИСТЕВОГО ТИПА

Томат является одной из наиболее потребляемых овощных культур в Республике Беларусь, промышленное производство которой ежегодно расширяется и совершенствуется. Свежие помидоры обладают как питательными свойствами, так и антиоксидантными соединениями (благодаря содержанию ликопина), и поэтому считаются естественными протекторами онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний. Государственной продовольственной программой предусматривается значительное увеличение производства овощей, расширение их ассортимента, улучшение качества и снижение себестоимости. В свете названных задач актуальным является создание гетерозисных гибридов томата кистевого типа, адаптированных к условиям Беларуси. Это новое и перспективное направление селекции томата, которому 15 лет назад положили начало голландские селекционеры, создав томаты, убираемые не отдельными плодами, а целыми плодоносящими кистями, что способствовало значительной экономии ручного труда, и поэтому производители многих стран регулярно увеличивают площадь под этими томатами.

Помимо этого, кистевые (кластерные, банч) томаты имеют очень привлекательный вид: кисти небольшие компактные, плоды округлые, яркой окраски, выровненные, плотные, массой 70–150 г, располагаются симметрично, при этом прочно прикрепляются к плодоножке и поэтому не осыпаются при созревании, длительно хранятся в комнатных условиях [1–2].

Начальным этапом для успешной реализации селекционной программы по созданию томата, специализированного на уборку кистями, является правильно подобранный исходный материал, обеспечивающий широкую генетическую основу для поиска желаемых

генотипов. В исходной коллекции необходимо наличие доноров с высокой урожайностью, отличным завязыванием плодов, хорошего качества в условиях резких перепадов температур, адаптированных к региону возделывания. Кроме того, для гибридов, предназначенных для сбора кистями, необходимо наличие специфических признаков: простая неветвящаяся кисть с короткими прочными плодоножками, выравненность плодов по размеру, форме и темпам созревания в пределах кисти и устойчивость плодов к растрескиванию [3]. Сложность процесса создания гибридов такого типа объясняется тем, что в одном генотипе довольно трудно сосредоточить необходимый комплекс хозяйственно ценных признаков.

В связи с этим особую важность приобретает совершенствование методов отбора, идентификации генотипа по фенотипу, позволяющих увеличить выход новых конкурентоспособных форм. Накопление информации о взаимосвязях урожайности с другими экономически значимыми характеристиками является ключевой задачей в генетическом улучшении любой сельскохозяйственной культуры. Знания об относительном вкладе различных компонентов в урожайность культуры, в том числе и косвенных, связанных с урожайностью, могут играть важную роль в идентификации высокопродуктивных генотипов. Информация об ассоциациях признаков и их генетическом варьировании – это ориентир селекционеру для применения соответствующих методов отбора.

D. Lemma указывает на то, что различные факторы, которые включены в улучшенные сорта / гибриды, могут приводить и к снижению продуктивности томата. [4] Наилучшая альтернатива для преодоления проблемы – разработка улучшенных сортов / гибридов пу-

тем манипулирования генетическими ресурсами культуры томата. Для достижения цели важно определить наиболее существенные признаки растения, используемые в различных селекционных программах. Существует ограниченная информация в отношении генетических взаимосвязей между урожайностью и соответствующими признаками растений, которая может быть полезной при разработке селекционных программ по кистевым томатам в Республике Беларусь. Представленные в настоящей статье исследования проведены с целью установить корреляции между характеристиками плодоносящей кисти, а также выделить наиболее важные компоненты, перспективные для селекции томатов кистевидного типа.

Материалы и методы. В качестве исходного материала была использована 21 индетерминантная линия с кистевидным морфотипом, отобранная из сортов / гибридов отечественной и зарубежной селекции: Л-51 (Голдкроун), Л-52 (Педро), Л-53 (Харцфойер), Л-63 (Romus), Л-67 (MoneyMaker), Л-69 (Adam), Л-72 (Фаталист), Л-75 (Интуиция), Л-77 (Инстинкт), Л-78 (Фараон), Л-79 (Боттичелли), Л-80 (Сама-

ра), Л-81 (Свит-черри), Л-90 (Сладкоежка), Л-98 (Сахарный малыш), Л-1 (L1), Л-3 (MoneyMaker № 8593), Л-4 (Sweet 100), Л-5 (Sungold).

Каждая из линий была оценена по 12 параметрам, что позволило составить характеристику исследуемых форм и сравнить их между собой.

Агротехника возделывания растений томата применялась в соответствии с общепринятыми рекомендациями для тепличных хозяйств. Способ посадки ленточный: расстояние между растениями в ряду 40 см, между рядами – 60, между лентами – 80 см, повторность опыта трехкратная.

Для анализа вариантов и значений корреляции среди признаков была применена Statistical Software Package [5].

Существенность фенотипических корреляций была оценена согласно стандартным таблицам (Snedecor and Cochran) [6].

Результаты и их обсуждение. Анализ результатов корреляционного анализа, проведенный у 21 линии по 11 признакам, позволил установить наличие взаимосвязей для большинства изученных характеристик (таблица).

Таблица – Корреляционный анализ связей основных признаков растений томата кистевого морфотипа

	Длина кисти	Ширина кисти	Коэффициент плотности по длине	Коэффициент плотности по ширине	Количество плодов на кисти	Средняя масса плода	Коэффициент формы плода	Длина плода	Ширина плода	Длина плодоножки	Расстояние между плодоножками
Длина кисти	1,00										
Ширина кисти	-0,31	1,00									
Коэффициент плотности кисти по длине	0,76**	-0,64**	1,00								
Коэффициент плотности кисти по ширине	0,77**	-0,50*	0,84**	1,00							
Количество плодов на кисти	0,85**	-0,51*	0,71**	0,81**	1,00						
Средняя масса плода	-0,56**	0,88**	-0,82**	-0,74**	-0,67**	1,00					
Коэффициент формы плода	0,28	-0,31	0,56**	0,40	0,21	-0,48*	1,00				
Длина плода	-0,50*	0,90**	-0,74**	-0,74**	-0,69**	0,91**	-0,16	1,00			
Ширина плода	-0,52*	0,90**	-0,83**	-0,78**	-0,67**	0,98**	-0,48*	0,94**	1,00		
Длина плодоножки	-0,15	0,77**	-0,46*	-0,36	-0,36	0,72**	-0,23	0,72**	0,72**	1,00	
Расстояние между плодоножками	0,40	0,38	0,28	0,10	0,04	0,15	0,38	0,37	0,21	0,45	1,00

Положительные достоверные коэффициенты корреляции наблюдались между:

- количеством плодов на кисти и длиной кисти $r = 0,85^{**}$ (рисунок 1), коэффициентами плотности кисти по длине ($0,51^*$) и ширине ($0,71^{**}$) (рисунок 2);

- средней массой плода и признаками: шириной кисти ($0,88^{**}$), длиной плода ($0,91^{**}$), шириной плода ($0,98^{**}$) и длиной плодоножки ($0,72^{**}$);

- длиной плода и признаками: шириной кисти ($0,77^{**}$), средней массой плода ($0,91^{**}$), шириной плода ($0,94^{**}$) и длиной плодоножки ($0,72^{**}$);

- шириной плода и признаками: шириной ки-

сти ($0,90^{**}$), средняя масса плода ($0,98^{**}$) и длина плодоножки ($0,72^{**}$);

- длиной плодоножки и признаками: шириной кисти ($0,77^{**}$), средней массой плода ($0,72^{**}$) (рисунок 3), длиной плода ($0,72^{**}$) и шириной плода ($0,72^{**}$);

- длиной кисти и коэффициентами плотности кисти по длине ($0,77^{**}$) и ширине ($0,77^{**}$) и количеством плодов на кисти ($0,85^{**}$);

- шириной кисти и признаками: средней массой плода ($0,88^{**}$) (рисунок 4), длиной плода ($0,90^{**}$), шириной плода ($0,90^{**}$) и длиной плодоножки ($0,77^{**}$).

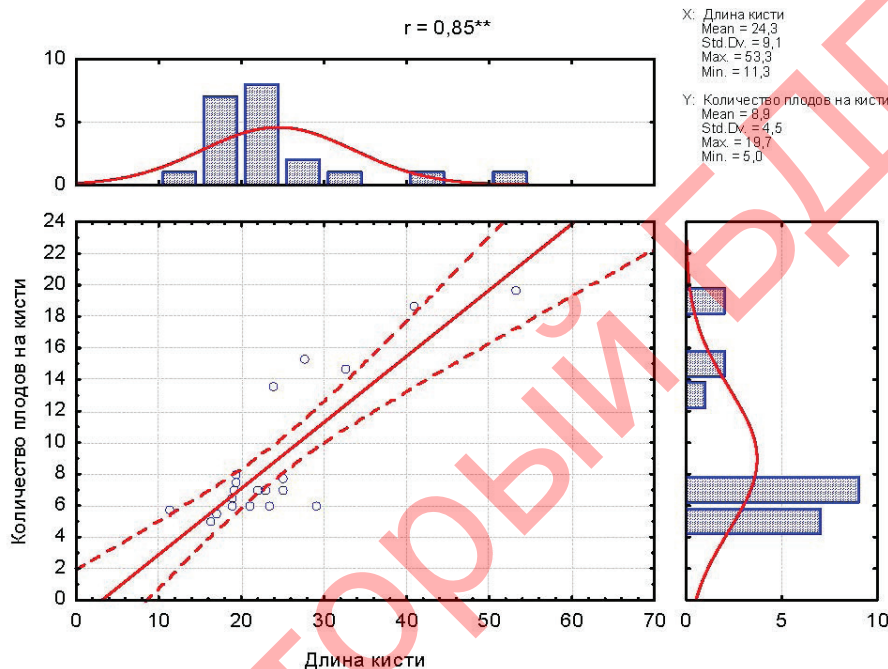


Рисунок 1 – Регрессионный анализ прямой корреляционной связи между признаками количество плодов и длина кисти

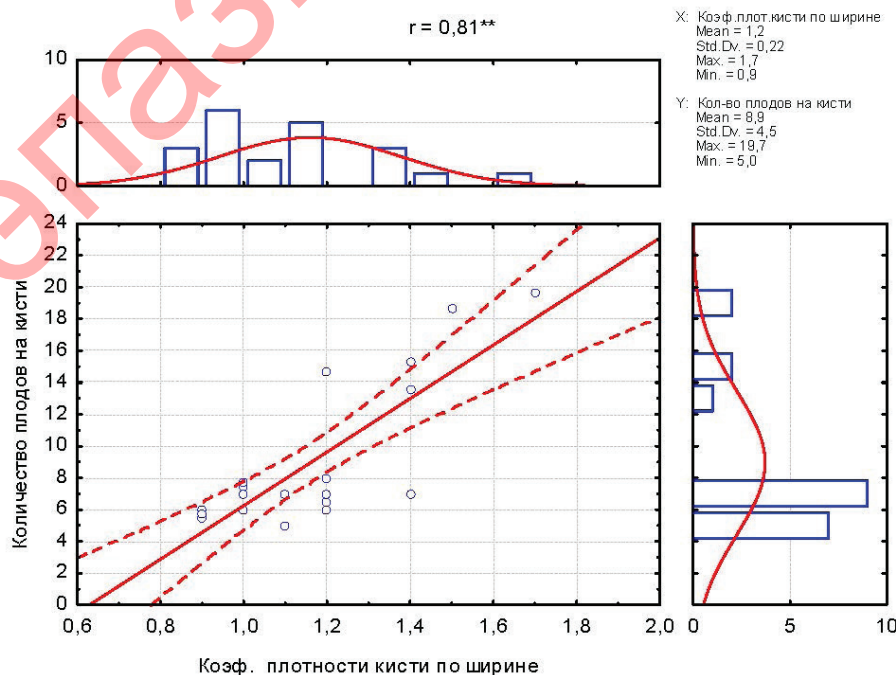


Рисунок 2 – Регрессионный анализ прямой корреляционной связи между признаками количество плодов и коэффициент плотности по ширине

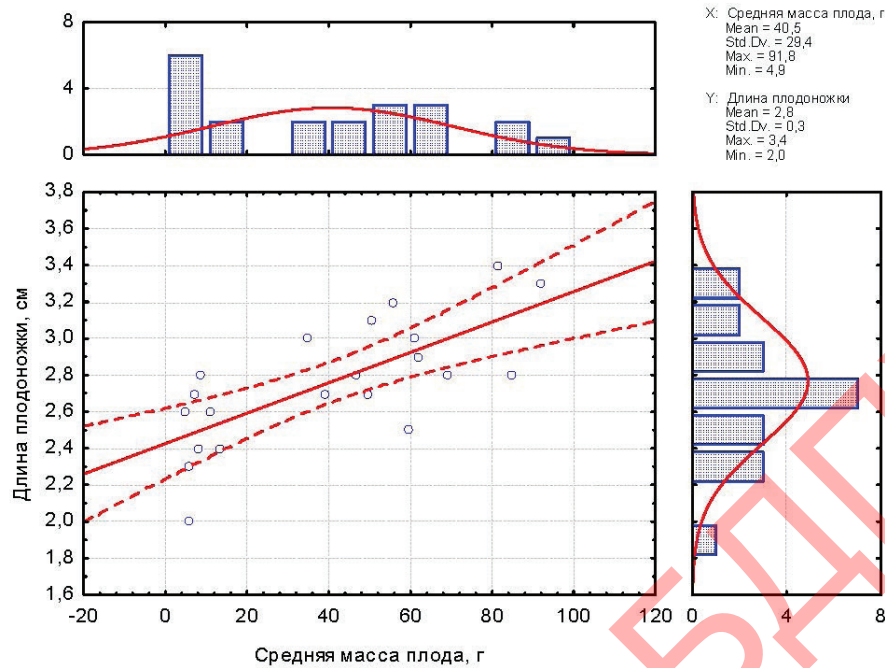


Рисунок 3 – Регрессионный анализ прямой корреляционной связи между признаками длина плодоножки и средняя масса плода

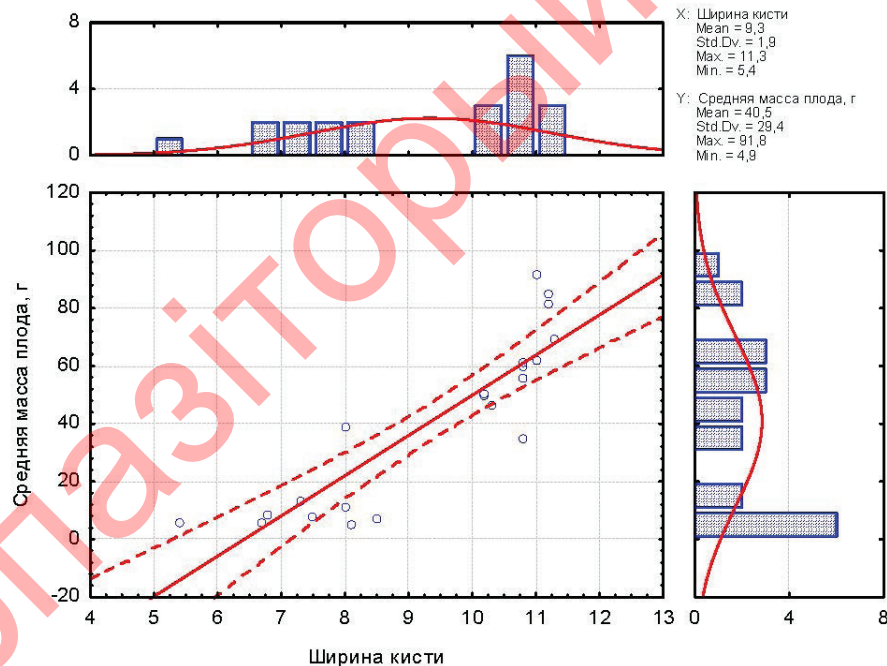


Рисунок 4 – Регрессионный анализ прямой корреляционной связи между признаками ширина кисти и средняя масса плода

Высокодостоверные положительные коэффициенты корреляции свидетельствуют о том, что в пределах каждой конкретной группы из вышеперечисленных признаков увеличение одной из характеристик повлечет за собой увеличение связанной с ней другой, а чаще всего нескольких характеристик. В то же время такой признак, как расстояние между плодоножками, показал положительные и низкие фенотипические связи со всеми анализируемыми признаками (см. таблицу). Это ука-

зывает на константное поддержание некоторых компонент плодовой кисти при увеличении вышеуказанных характеристик. Ряд авторов отмечали в своих исследованиях положительные и значительные фенотипические и генотипические корреляции между средней урожайностью плодов на растении и количеством плодов в кисти [6–12]. По некоторым данным значительный отзыв на продуктивность растений был получен тогда, когда отбор практиковался по косвенным характеристикам, име-

ющим высокую наследуемость и высокую корреляцию с продуктивностью растений [13]. Практическое использование селекции на главный признак посредством улучшения косвенного зависит от интенсивности улучшения главного признака посредством селекции через индикаторный признак [14].

В наших исследованиях отрицательные достоверные коэффициенты корреляции наблюдались между:

- количеством плодов на кисти и признаками: ширина кисти ($-0,50^*$), средняя масса плода ($-0,67^{**}$), длина плода ($-0,69^{**}$), ширина плода ($-0,67^{**}$);

- средней массой плода и признаками: длина кисти ($-0,56^*$), коэффициент плотности кисти по длине ($-0,82^{**}$), коэффициент плотности кисти по ширине ($-0,74^{**}$), количество плодов на кисти ($-0,67^{**}$), коэффициент формы плода ($-0,48^*$);

- длиной плода и признаками: длина кисти ($-0,50^*$), коэффициент плотности кисти по длине ($-0,74^{**}$), коэффициент плотности кисти по ширине ($-0,74^{**}$), количество плодов на кисти ($-0,69^{**}$);

- шириной плода и признаками: длина кисти ($-0,53^*$), коэффициент плотности кисти по длине ($-0,83^{**}$), коэффициент плотности кисти по ширине ($-0,78^{**}$), количество плодов на кисти ($-0,67^{**}$) и коэффициент формы плода ($-0,48^*$);

- длиной плодоножки и коэффициентом плотности кисти по длине ($-0,46^*$);

- длиной кисти и признаками: средняя масса плода ($-0,56^{**}$), длина плода ($-0,50^*$), ширина плода ($-0,52^*$);

- шириной кисти и признаками: коэффициент плотности кисти по длине ($-0,64^{**}$), коэффициент плотности кисти по ширине ($-0,50^*$) и количество плодов на кисти ($-0,51^*$).

Высокозначимые отрицательные коэффициенты корреляции свидетельствуют о том, что в пределах каждой конкретной группы вышеперечисленных признаков увеличение результирующего признака повлечет за собой уменьшение других, связанных с ним, признаков. Из 55 коэффициентов корреляции 17 коэффициентов были существенно положительными, 18 – существенно отрицательными и 20 – не достоверными. Высокий процент обнаруженных коэффициентов корреляции свидетельствует о взаимозависимости, а значит, и взаимообусловленности признаков, относящихся к плодовой кисти томата. И только признак расстояние между плодоножками оказался нейтральным по отношению к изучаемым признакам.

Основываясь на том, что кистевидные формы томата морфологически схожи с крас-

ноплодным типом «черри», однако отличаются от них более крупными размерами плодов, небольшим их количеством (5–7) на кисти, меньшей длиной кисти, можно утверждать, что эти признаки являются агрономически наиболее важными. Анализируя коэффициенты парных корреляций, полученные в данном исследовании, можно с определенной долей уверенности предсказать, что селекция на создание форм томата, отвечающих требованиям «кистевидности», не встретит больших препятствий, поскольку направлена на получение рекомбинантных форм, с достаточно согласованными между собой связями между признаками. На основании анализа коэффициентов корреляции и выделенных взаимосвязанных групп признаков можно наметить определенные векторы в селекции томата на «кистевидность» в пределах плодоносящей кисти. Исследования показали, что количество плодов на кисти находится в тесной прямой связи с длиной кисти и обратной – с длиной, шириной и средней массой плода. Таким образом, отбор растений с более короткими кистями будет способствовать отбору и более крупных плодов. Положительные коэффициенты корреляции между числом плодов на кисти и коэффициентами плотности кисти по длине и ширине также дают благоприятный прогноз, поскольку их уменьшение связано с укорочением кисти, и свидетельствуют о том, что кисть станет более компактной, что тоже является важным критерием, которому должны соответствовать томаты «кистевидного» морфотипа.

Достаточно информативными признаками, как показали данные исследования, могут служить показатели ширины кисти и длины плодоножки, которые достоверно положительно ассоциированы с длиной, шириной и массой плода.

Таким образом, обнаружены разнонаправленные, с разной теснотой сцепления между собой парные корреляции между группами признаков, характеризующих плодоносящую кисть у группы линий томата кластерного типа. Установлены наиболее важные признаки, перспективные в селекции на кластерный морфотип плодоносящей кисти: количество плодов на кисти, длина и ширины кисти, длина, ширина и средняя масса плода, длина плодоножки. Обнаружение высоких ($r = 0,90$) и средних ($r = 0,70$) коэффициентов корреляции как прямо, так и обратно ориентированных, позволяет с большой долей уверенности предположить, что селекция на создание форм томата, отвечающих требованиям «кистевидности» плодовой кисти, не встретит

больших препятствий, поскольку сфокусирована на получение рекомбинантных форм с достаточно согласованными между собой выражениями признаков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазуткина, Е.А. Томаты кистевого типа в теплицах / Е.А. Лазуткина // Мир теплиц, 1998. – № 8. – С. 22.
2. Руттен, Х. Кистевые томаты / Х. Руттен // Мир теплиц, 2005. – № 4. – С. 49–50.
3. Genetic distance as a predictor of heterosis and hybrid performance within and between heterotic groups in sunflower / M.T. Cheres [edc.] // Theor. Appl. Genet., 2000. – Vol. 100. – P. 889–894.
4. Lemma, D. Tomato research experience and production prospects. Research Report-Ethiopian Agricultural Research Organization / D. Lemma // Theor. Appl. Genet., 2002. – Vol. 43. – P. 88–94.
5. He, C. Development and characterization of simple sequence repeat (SSR) markers and their use in determining relationships among *Lycopersicon esculentum* cultivars / C. He, Poysa, V., Yu, K. // Theor. Appl. Genet., 2003. – Vol. 106. – P. 363–373.
6. Snedecor, G.W. Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology / G.W. Snedecor, W.G. Cochran // 6th Edn., Iowa State University Press, 1967. – P. 12–31.
7. Nair, P.I. Correlation studies in certain exotic collection of tomato / P.I. Nair, S. Thamburaj // S. Innd. Hortic., 1995. – Vol. 43. – P. 35–37.
8. Estimates of genetic statistical in three different groups of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) / C. Moya [etc.] // Cultivos-Tropicales, 1996. – Vol. 17. – P. 67–71.
9. Singh, D.N. Genetic variability and orrelation studies in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) / D.N. Singh, A. Sahu, A. Parida // Environ. Ecol., 1997. – Vol. 15. – P. 117–121.
10. Verma, S.K. Studies on phenotypic and genotypic correlations on yield and quality attributes in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) / S.K. Verma, D.A. Sarnaik, D.P. Verma // Orissa J. Hort., 1997. – Vol. 25. – P. 55–57.
11. Das, B. Genetic variability and correlation in fruit charcters of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) / B. Das, M.H. Hazarika, P.K. Das // Ann. Agric. Res, 1998. – Vol.19. – P. 77–80.
12. Prasad, A. Correlation studies in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) / A. Prasad, J.K. Kanaujia, R. Kumar // Recent Hortic, 1998. – Vol. 4. – P. 114–115.
13. Genetic and correlation studies on quantitative characters in processing tomato / L. Wang [etc.] // Adv. Hort., 1998. – Vol. 2 – P. 378–383.
14. Singh, B.D. Plant Breeding Principles and Methods / B.D. Singh // Kalayani Publishers, New Delhi, 1993. – P. 677.

SUMMARY

The work establishes important signs, which perspective for selection on cluster type of a fructiferous bunch; the sings are: quantify of fruit on a bunch, lergth and width of a bunch, length, width and averoge mussof a fruit, fruit stem length. The work also establishes nigh coefficient of come lation between these signs.

Поступила в редакцию 14.02.2013 г.