

УДК 634.1:631.541:575
ББК 42.35
С-73

Щеглов Сергей Николаевич, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры генетики, микробиологии и биотехнологии биологического факультета ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»; г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149; e-mail: gold_finch@mail.ru;

Доможирова Виктория Викторовна, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории управления воспроизводством в плодовых агроценозах и экосистемах ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»; г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39; e-mail: vetch-dv@yandex.ru;

Ефимова Ирина Львовна, научный сотрудник лаборатории питомниководства ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»; г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39; e-mail: efimiril@mail.ru;

Драгавцева Ирина Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории управления воспроизводством в плодовых агроценозах и экосистемах ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»; г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39; e-mail: i_d@mail.ru.

**СПОСОБ ОЦЕНКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ВЗАИМОВЛИЯНИЯ
ГЕНОТИПОВ ПОДВОЕВ И ПРИВОЕВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР¹**
(рецензирована)

Проведены исследования с целью выяснения возможности использования принципов и математических моделей биометрической генетики для выяснения зависимости количественных признаков привитого плодового дерева от особенностей генотипов привоя и подвоя. Разработаны статистически достоверные адекватные модели зависимости урожайности сорто-подвойных комбинаций от морфо-анатомических особенностей привитых деревьев на основе линейной и нелинейной множественной регрессии.

Ключевые слова: способ, взаимодействие, привой, подвой, прогнозирование, плодовые, моделирование, биометрическая генетика.

Scheglov Sergei Nikolaevich, Doctor of Biology, associate professor, professor of the Department of Genetics, Microbiology and Biotechnology of the Faculty of Biology of FSBEI HPE «Kuban State University»; e-mail: gold_finch@mail.ru;

Domozhirova Victoria Victorovna, postgraduate student, junior researcher of the Laboratory of reproductive management in fruit agrocenoses and ecosystems of FSBSI «North Caucasus Research Institute of Horticulture and Viticulture»; e-mail: vetch-dv@yandex.ru;

Efimova Irina Lvovna, researcher of the Laboratory of Nursery of FSBSI «North Caucasus Research Institute of Horticulture and Viticulture»; e-mail: efimiril@mail.ru;

Dragavtseva Irina Alexandrovna, Doctor of Agricultural Sciences, professor, chief researcher of the Laboratory of reproductive management in fruit agrocenoses and ecosystems of FSBSI «North Caucasus Research Institute of Horticulture and Viticulture»; e-mail: i_d@mail.ru.

¹ Поддержано грантом №13-01-96519-р юга Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края.

WAYS OF ASSESSMENT OF INTERACTION AND INTERDEPENDENCE OF GENOTYPES OF WILDINGS AND GRAFTS TO PREDICT ECONOMICALLY IMPORTANT FEATURES OF FRUIT CROPS

(Reviewed)

Research has been conducted to determine the possibility of using the principles and mathematical models to define the biometric genetics of quantitative traits depending on the grafted fruit tree on the particular genotypes of wildings and grafts. Statistically significant adequate models of the dependence of yielding of the varieties of rootstock combinations on morphological and anatomical characteristics of grafted trees based on linear and non-linear multiple regression have been developed.

Keywords: way, interaction, wilding, graft, forecasting, fruit crops, modeling, biometric genetics.

В мировой практике садоводства накоплен обширный экспериментальный материал о влиянии подвоев в основном на размеры растений, их долговечность. Возможность различных подвоев влиять на повышение урожайности привитого дерева до сих пор не прогнозировалась, а выявлялась только многолетними дорогостоящими полевыми опытами [1-6].

Изменения, возникающие под влиянием подвоя, носят временный характер (не наследуются), хотя и отражаются на жизнеспособности и приспособленности к условиям произрастания, долговечности, продуктивности, качестве получаемой продукции и других свойствах привитых плодовых растений.

В настоящей работе впервые проведены исследования с целью выяснения возможности использования принципов и математических моделей биометрической генетики для познания зависимости количественных признаков привитого плодового дерева от особенностей генотипов привоя и подвоя.

Предпринята попытка оценить влияние привоя и подвоя на формирование количественных признаков привитого двухкомпонентного растения по формулам, предложенным биометрической генетикой для аналогичных показателей родителей и их гибридов F_1 .

Разработка принципов и математических моделей прогнозирования хозяйственно-важных признаков привитых деревьев по характеристикам привоев и подвоев позволит повысить эффективность подбора оптимальных сочетаний привойно-подвойных комбинаций (ППК) плодовых культур и снизить затраты средств и времени на эту работу.

Задача – создание методов изучения влияния генотипов привоя и подвоя на фенотипические признаки привитых плодовых растений (в количественных показателях).

Цель – выявление и математическое моделирование закономерностей влияния генотипов привоя и подвоя на фенотипические хозяйственно-ценные признаки привитых многолетних растений (на примере плодовых культур).

Проведен анализ связи между морфо-анатомическими особенностями привитых деревьев и их урожайностью. Изучены параметры размеров привойно-подвойных комбинаций сортов яблони Корей и Айдаред с подвоями I-48-1, I-47-55, I-48-46, M2, M3, M4, M7: ширина кроны в направлениях с севера на юг и с запада на восток (см); высота (см), диаметр штамба (см) и урожайность привитых деревьев (кг/дерево).

В работе использовались стандартные биометрические методы. Для количественной оценки влияния генотипов привоя, подвоя и их сочетания был использован дисперсионный анализ. Для построения модели, позволяющей прогнозировать урожайность ППК по морфо-анатомическим признакам, использованы различные алгоритмы множественного регрессионного анализа.

Актуальность работы состоит в возможности ускорения получения надежных рекомендаций по выявлению и прогнозу лучших комбинаций подвоя и привоя, обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев привитых плодовых культур.

С помощью методов математической статистики, в частности дисперсионного анализа, доказано влияние на урожайность привойно-подвойных комбинаций таких факторов, как год исследований, генотип сорта (привоя), генотип подвоя и их взаимодействия во всех сочетаниях. Наибольший эффект имеют условия года (37% от общей дисперсии).

Выявлено, что сила влияния генотипа сорта (привоя) на урожайность имеет выраженные интервалы в несколько лет. Доли влияния подвоя и совокупного влияния сорта и подвоя примерно равнозначны.

Установлено, что лучшая урожайность характерна для анализируемых сортов яблони на подвоях М4 и I-46-48, меньшая урожайность – на М2, М3, М7. На последнем месте – урожайность яблони на подвоях I-48-1, I-47-55.

Для всех изучаемых сортов лучшей по урожайности оказалась комбинация с подвоем I-46-48 (СК-1), что совпало с результатами многолетних эмпирических данных, т.е. впервые доказана возможность и надежность ускоренных оценок общей и специфической комбинационной способности привоев и подвоев плодовых культур.

Установлено статистически достоверное совокупное влияние сорта и подвоя на морфо-анатомические особенности: ширину кроны с севера на юг и с запада на восток, высоту, диаметр штамба и урожайность привитых деревьев.

Структура полученных исходных данных по морфо-анатомическим признакам позволила использовать алгоритм линейной множественной регрессии. В результате была получена модель выраженная уравнением:

$$\text{Урожайность} = -30,0149 + 0,183946 \times \text{ширина кроны с севера на юг} + 0,137848 \times \text{ширина кроны с запада на восток} - 0,145484 \times \text{высота} + 0,564993 \times \text{диаметр штамба}$$

Полученная модель статистически достоверна, но объясняет только 28% изменчивости морфо-анатомических признаков.

Как правило, все зависимости, встречающиеся в окружающей нас природе, являются нелинейными. Необходимость в нелинейной регрессии появляется, если исследователь получает данные о неадекватности линейной модели, и для уточнения модели в её уравнение добавляются некоторые нелинейные члены.

Построена адекватная нелинейная (квадратичная) модель зависимости урожайности сорто-подвойных комбинаций от морфо-анатомических особенностей привитых деревьев, имеющая следующий вид:

$$\text{Урожайность} = 171,3953 - 0,4599 \times \text{ширина кроны с запада на восток} - 0,7876 \times \text{высота} + 5,5432 \times \text{диаметр штамба} + 0,0008 \times \text{ширина кроны с запада на восток}^2 + 0,0009 \times \text{высота}^2 - 0,0628 \times \text{диаметр штамба}^2.$$

Данная нелинейная модель оказалась почти в 2 раза эффективнее линейной, так как объясняет уже 53% изменчивости морфо-анатомических признаков.

Таким образом, впервые при работе с биологическими объектами (плодовые культуры), для которых свойственны нелинейные взаимосвязи признаков, выявлено, что при построении модели прогнозирования урожайности привойно-подвойных комбинаций более эффективным оказался нелинейный множественный регрессионный анализ, что является более перспективным методическим подходом, учитывающим неадекватность линейных моделей.

Обнаруженное влияние года исследований на изученные признаки позволит глубже понять проблему генетического их развития при построении эффективных селекционных программ;

Результаты исследования также значимы для обеспечения продовольственной безопасности страны и могут быть использованы:

- проектными организациями при создании проектов закладки промышленных садов;
- фермерскими хозяйствами;

- госсортоучастками по испытанию новых привойно-подвойных комбинаций плодовых культур;
- разрабатываемые подходы и модели позволят осуществлять ускоренный прогноз основных хозяйственно-ценных признаков плодовых культур (урожайность, уровень адаптации, стабильность плодоношения) для новых сочетаний привоев и подвоев в двухкомпонентном растении.

Литература:

1. Будаговский В.И. Культура слаброслых плодовых деревьев. М.: Колос, 1976. 304 с.
2. Еремин Г.В., Ефимова И.Л. Подвой семечковых и косточковых культур для современных интенсивных промышленных технологий // Разработки, формирующие современный облик садоводства. Краснодар: Изд-во СКЗНИИСиВ, 2011. С. 118-139.
3. Еремин Г.В. Разработка программ исследований и принципы подбора комбинаций скрещиваний // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. Краснодар: Изд-во СКЗНИИСиВ, 2012. С. 97-105.
4. Степанов С.Н. Плодовый питомник. М., 1981. 256 с.
5. Татаринов А.Н. Клоновые подвой яблони и груши: метод. указания. М.: Колос, 1984. 79 с.
6. Трусевич Г.В. Подвой плодовых пород. М.: Колос, 1964. 495 с.

References:

1. *Budagovsky V. I. Culture of weak fruit trees. M.: Kolos, 1976. 304 p.*
2. *Eremin G. V., Efimova I.L. Rootstocks of pome and stone plants for modern intensive industrial technologies // Developments forming modern look of horticulture. Krasnodar: NCSRIHV, 2011. P. 118-139.*
3. *Eremin G. V. Development of research programs and principles of selection of combinations of crosses // Modern methodological aspects of the organization of the selection process in the horticulture and viticulture. Krasnodar: NCSRIHV, 2012. P. 97-105.*
4. *Stepanov S.N. Fruit nurseries. M., 1981. 256 p.*
5. *Tatarinov A.N. Clone rootstocks of apple and pear: guidelines. M.: Kolos, 1984. 79 p.*
6. *Trusevich G.V. Rootstocks of fruit trees. M.: Kolos, 1964. 495 p.*