ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ДЕСЕРТНЫХ БЕССЕМЯННЫХ ГИБРИДНЫХ ФОРМ ВИНОГРАДА

ECOLOGICAL STABILITY OF TABLE SEEDLESS HYBRID VINE FORMS

В. Ройчев, Н.Т. Керанова

Аграрный университет – Пловдив, Болгария
e-mail: roytchev@yahoo.com

V. Roychev, N.T. Keranova

Agricultural University – Plovdiv, Bulgaria
e-mail: roytchev@yahoo.com

Аннотация. Демонстративно исследована экологическая стабильность нескольких десертных бессемянных гибридных форм винограда. Установлено, что их зависимость от условий внешней среды по отдельным ампелографическим показателям различна, причем ее специфику можно использовать при отборе и выращивании в соответствующем микрорайоне. Примененный подход для установления их экологической пластичности увеличивает хозяйственную эффективность селекционного процесса и дифференциацию агротехнических мероприятий. Существующая тенденция того, чтобы наиболее адаптивные к условиям среды гибридные формы характеризовались более низкими или наиболее низкими значениями соответствующего показателя, нуждается в дополнительных исследованиях.

Ключевые слова: бессемянные гибридные формы винограда, ампелографические показатели, экологическая стабильность и оценка.

Summary. The ecological stability of several table seedless hybrid vine forms has been demonstratively studied. It has been found that their dependency on the conditions of the external environment by the individual ampelographic indices, varies, and its specificity can be utilized in the processes of selection and cultivation within a certain micro-region. The applied approach for the determination of their ecological flexibility increases the commercial efficiency of the selection procedures and the differentiation of the agrotechnological practices. The existing trend according to which the most adaptive to the external conditions hybrid forms are characterized by lower or the lowest values of the corresponding index, requires further research.

Keywords: seedless hybrid vine forms, ampelographic indices, ecological stability and evaluation.

DOI: 10.32904/2712-8245-2021-15-19-29

Введение. Виноград чрезвычайно чувствителен к условиям внешней среды, и его реакция на их воздействие сказывается сильно на количестве и качестве полученной продукции. Пригодность определенного сорта винограда к климату района или микрорайона можно определить с помощью различных методов, один из которых – расчет экологической стабильности (валентности). Она выражается в способности виноградных растений развиваться при определенных изменениях факторов окружающей среды и в их способности приспосабливаться к ним. Что касается винограда, эта проблема имеет бесспорно важное хозяйственное значение, потому что она связана с распространением сортов в различных почвенно-климатических условиях и с их интродукцией в других государствах и областях [1–4]. Анализ и учет особенностей взаимодействия генотип-среда позволяют предотвращать или

уменьшать негативные воздействия на виноградные растения [5–8]. Creasy et al. [9] указывают, что на качество и количество винограда, получаемого с одного виноградного куста, влияют экологические факторы, более важные среди которых – это свет, температура, высота над уровнем моря, склон и другие. Внешние условия влияют в наименьшей степени на изменение гистологических параметров кожицы ягод у сорта Вранец в насаждениях с наибольшей высотой над уровнем моря – в Скопье [10]. Проблема экологической стабильности существует и при отборе новосозданных гибридных винных и десертных форм винограда, и при определении ареала их распространения в различных географических районах. Цель настоящего исследования – продемонстрировать возможность для селекционной оценки взаимодействия генотип-среда по фенотипу посредством количественных признаков у нескольких элитных бессемянных гибридных форм винограда.

Объекты и методы исследований. Экспериментальная работа базируется на методе оценки экологической стабильности при определении взаимодействия генотип-среда [11, 12]. В настоящем исследовании использован алгоритм, составленный Мокревой и др. [13], который базируется на идеи Wrick об исследовании экологической валентности в среде Microsoft Excel. Объектом исследования являются четыре бессемянные десертные гибридные формы винограда – Гибрид 1 [(Чауш × Марсилско ранозреино) × Кардинал] × Италия] × Русалка], Русалка 5А (Мирни × Гибрид V-6), Русалка 5В (Мирни × Гибрид V-6) и Гигант (Нимранг × Червено без семе), у которых в течение пяти последовательных лет прослеживались следующие ампелографические показатели: урожай с одного куста винограда (кг), средняя масса грозди (г), количество сахаров (%) и кислот (г/дм³), развитые глазки (%), плодовые побеги (%), коэффициент плодоносности, длина и ширина грозди (см), длина и ширина ягоды (мм). Определена экологическая валентность (W-эко коэффициент) у каждой из исследуемых гибридных форм по отдельным показателям и произведена сравнительная оценка на базе их средних значений посредством однофакторного дисперсионного анализа и теста Duncan [14]. Комбинирование двух методов позволяет произвести более точную оценку и результативный отбор гибридных форм винограда по фенотипу и экологической пластичности соответствующего показателя. С математической точки зрения, необходимо, чтобы база данных, подвергнутая сравнительной оценке, удовлетворяла тест гомогенности Ливина. Было установлено, что дисперсии обработанных и проанализированных экспериментальных данных равны, и их можно сравнивать по соответствующему критерию. Уровень значимости их общей статистической оценки ниже ошибки ($\alpha = 0,5$), что является достаточным условием принять, что у данных имеются статистические различия и общая модель статистически значима. Графическое представление результатов осуществлено посредством инструментов Microsoft Excel, а математическая обработка – с помощью статистического программного продукта IBM SPSS 24 [15].

Обсуждение результатов. На рисунке 1 визуализирован результат сравнительной оценки четырех бессемянных гибридных форм в соответствии с показателем средний урожай с одного куста винограда и определенной экологической валентностью. Доказывается, что высшее значение W-эко коэффициента установлено у Русалки 5А – 0,063, что означает, что эта гибридная форма обладает самой низкой степенью стабильности урожайности по сравнению с остальными (таблица 1). Сообразно данным, отражающим этот показатель и экологическую валентность, наибольшей устойчивостью к внешним условиям отличается Гигант – 0,022, следом за ним идет Гибрид 1 – 0,026.

Рисунок 1. Графическая интерпретация экологической оценки среднего урожая с одного куста винограда, кг

Таблица 1. Сравнительный анализ среднего урожая с одного куста винограда и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Средний урожай с одного куста винограда, кг	W-эко коэффициент
Гибрид 1	6,90 ^a	0,026 ^b
Русалка 5А	6,99 ^a	0,063 ^a
Русалка 5В	5,96 ^c	0,059 ^a
Гигант	6,36 ^b	0,022 ^b

Самое высокое значение коэффициента экологической валентности в соответствии с количеством сахаров в винограде установлено у Гибрида 1 – 1,16, что означает, что у него самая низкая степень устойчивости, по сравнению со значениями указанного показателя у остальных гибридных форм (рисунок 2, таблица 2). Результаты однофакторного дисперсионного анализа показывают, что наиболее устойчив к среде в данном случае – Гигант – 0,33, следом за которым идет Русалка 5А – 0,42.

Рисунок 2. Графическая интерпретация экологической оценки содержания сахаров, %

Таблица 2. Сравнительный анализ содержания сахаров и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Сахара, %	W-эко коэффициент
Гибрид 1	16,02 ^d	1,16 ^a
Русалка 5А	19,28 ^b	0,42 ^c
Русалка 5В	20,24 ^a	0,71 ^b
Гигант	16,90 ^c	0,33 ^c

После анализа экологической валентности четырех гибридных форм в зависимости от содержания кислот в винограде было установлено, что Русалка 5А наиболее нестабильна по этому показателю из-за наиболее высокого значения W-эко коэффициента – 0,08, а в наибольшей степени независимы от изменений внешних условий Гибрид 1 – 0,02 и Гигант – 0,04 (рисунок 3, таблица 3).

Рисунок 3. Графическая интерпретация экологической оценки содержания кислот, г/дм³

Таблица 3. Сравнительный анализ содержания кислот и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Кислоты/дм ³	W-эко коэффициент
Гибрид 1	3,18 ^d	0,02 ^c
Русалка 5А	4,93 ^c	0,08 ^a
Русалка 5В	5,14 ^b	0,06 ^{ab}
Гигант	6,64 ^a	0,04 ^{bc}

Гибридная форма Гигант имеет самую высокую среднюю массу грозди и в наибольшей степени нестабильна по отношению к ее изменению под влиянием внешних факторов – 657,8 (рисунок 4, таблица 4). Русалка 5А характеризуется минимальной величиной этого показателя и по сравнению с остальными наиболее устойчива к факторам внешней среды – 84,7.

Рисунок 4. Графическая интерпретация экологической оценки средней массы грозди, г**Таблица 4.** Сравнительный анализ средней массы грозди и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Средняя масса грозди, г	W-эко коэффициент
Гибрид 1	530,8 ^c	163,1 ^b
Русалка 5А	364 ^d	84,7 ^b
Русалка 5В	557,6 ^b	548,5 ^a
Гигант	830 ^a	657,8 ^a

Из результатов на рисунке 5 и в таблице 5 следует, что самый высокий процент развитых глазков у Русалки 5В и Гиганта, но обе гибридные формы сильно зависимы от внешних условий по этому показателю. Наиболее стабильна по отношению к среде – Русалка 5А, у которой W-эко коэффициент равняется 2,24.

Рисунок 5. Графическая интерпретация экологической оценки развитых глазков, %

Таблица 5. Сравнительный анализ развитых глазков и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Развитые глазки, %	W-эко коэффициент
Гибрид 1	75,61 ^c	9,95 ^a
Русалка 5А	76,60 ^c	2,24 ^c
Русалка 5В	82,69 ^b	3,47 ^{bc}
Гигант	84,85 ^a	6,78 ^{ab}

Наиболее стабильна к влиянию внешней среды относительно процента плодовых побегов опять гибридная форма Русалка 5А – 1,90, характеризующаяся также высокой величиной этого показателя – 71,50%, а самый нестабильный – Гибрид 1 – 4,88 и 75,45 % (рисунок 6, таблица 6).

Рисунок 6. Графическая интерпретация экологической оценки плодовых побегов, %

Таблица 6. Сравнительный анализ плодовых побегов и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Плодовые побеги, %	W-эко коэффициент
Гибрид 1	75,45 ^a	4,88 ^a
Русалка 5А	71,50 ^c	1,90 ^b
Русалка 5В	72,77 ^b	4,10 ^a
Гигант	64,64 ^d	4,85 ^a

В результате проведенной сравнительной оценки исследуемых гибридных форм по коэффициенту плодородности было установлено, что минимальное значение у Гиганта – 0,86, и вместе с тем он наиболее устойчив к среде. Остальные гибридные формы отличаются большей плодородностью, но зато сильнее поддаются воздействию условий окружающей среды (рисунок 7, таблица 7).

Рисунок 7. Графическая интерпретация экологической оценки коэффициента плодородности

Таблица 7. Сравнительный анализ коэффициента плодородности и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95$

Гибридная форма	Коэффициент плодородности	W-эко коэффициент
Гибрид 1	0,95 ^c	0,0017 ^b
Русалка 5А	1,25 ^a	0,0027 ^a
Русалка 5В	1,16 ^b	0,0029 ^a
Гигант	0,86 ^d	0,0008 ^c

Что касается длины грозди, Гигант характеризуется наиболее длинными гроздьями – 26,56 см, и сравнительно устойчив к воздействию внешних факторов; его W-эко коэффициент – 0,17 (рисунок 8, таблица 8). Русалка 5А самая стабильная гибридная форма – 0,05, но у нее меньшая длина грозди – 18,20 см.

Рисунок 8. Графическая интерпретация экологической оценки длины грозди, см

Таблица 8. Сравнительный анализ длины грозди и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Длина грозди, см	W-эко коэффициент
Гибрид 1	23,50 ^c	0,43 ^a
Русалка 5А	18,20 ^d	0,05 ^b
Русалка 5В	25,76 ^b	0,34 ^a
Гигант	26,56 ^a	0,17 ^b

Как самый независимый от среды по отношению к ширине грозди выделяется Гибрид 1 – 13,86 см и 0,22 (рисунок 9, таблица 9). У Гиганта самая большая ширина грозди – 16,54 см, но он в наибольшей степени поддается воздействию внешних условий – 0,43.

Рисунок 9. Графическая интерпретация экологической оценки ширины грозди, см**Таблица 9.** Сравнительный анализ ширины грозди и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Ширина грозди, см	W-эко коэффициент
Гибрид 1	13,86 ^b	0,22 ^b
Русалка 5А	12,08 ^d	0,24 ^b
Русалка 5В	13,14 ^c	0,29 ^b
Гигант	16,54 ^a	0,43 ^a

Самая большая длина ягоды у Гибрида 1 – 21,42 мм, но она нестабильна и сильно поддается воздействию внешних условий – 0,94. Оптимальные характеристики среды по этому показателю выявлены у гибридной формы Русалка 5А, у которой W-эко коэффициент – 0,21 и длина ягоды – 19,00 мм (рисунок 10, таблица 10).

Рисунок 10. Графическая интерпретация экологической оценки длины ягоды, мм

Таблица 10. Сравнительный анализ длины ягоды и W-эко коэффициент при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Длина ягоды, мм	W-эко коэффициент
Гибрид 1	21,42 ^a	0,94 ^a
Русалка 5А	19,00 ^b	0,21 ^b
Русалка 5В	17,34 ^c	1,01 ^a
Гигант	17,20 ^c	0,19 ^b

Наибольшая ширина ягоды наблюдается у Гибрида 1 – 17,78 мм, хотя он сравнительно неустойчив к условиям среды – 0,20, а самая адаптируемая к внешним условиям – Русалка 5В – 0,08, но у нее наименьшая ширина ягод – 15,20 мм. (рисунок 11, таблица 11).

Рисунок 11. Графическая интерпретация экологической оценки ширины ягоды, мм

Таблица 11. Сравнительный анализ ширины ягоды и W-эко коэффициента при степени значимости $p=95\%$

Гибридная форма	Ширина ягоды, мм	W-эко коэффициент
Гибрид 1	17,78 ^a	0,20 ^b
Русалка 5А	15,26 ^c	0,13 ^c
Русалка 5В	15,20 ^c	0,08 ^c
Гигант	15,48 ^b	0,33 ^a

Выводы. 1. Зависимость исследуемых бессемянных гибридных форм винограда от условий внешней среды по отдельным ампелографическим показателям различна, причем ее специфику можно использовать при их отборе и выращивании в соответствующем микрорайоне. Примененный подход для установления их экологической пластичности увеличивает хозяйственную эффективность селекционного процесса и дифференциацию агротехнических мероприятий.

2. Наибольшей устойчивостью к внешним условиям по отношению к: – среднему урожаю с одного куста винограда отличаются бессемянные гибридные формы Гигант и Гибрид 1; – количеству сахаров – Гигант и Русалка 5А; – кислотам – Гибрид 1 и Гигант; – средней массе грозди – Русалка 5А; – проценту развитых глазков – Русалка 5А; – проценту плодовых побегов – Русалка 5А; – коэффициенту плодоносности – Гигант; – длине грозди – Русалка 5А; – ширине грозди – Гибрид 1; – длине ягоды – Русалка 5А; – ширине ягоды – Русалка 5В.

3. Существует следующая тенденция: наиболее адаптивные к условиям среды гибридные формы характеризуются более низкими или самыми низкими значениями соответствующего показателя. Для ее доказательства или отрицания необходимы новые исследования с участием большего числа сортов и ампелографических признаков. Экологическая оценка должна базироваться на наблюдениях в течение более продолжительного периода времени, с целью минимизировать случайные и учитывать объективные факторы среды.

Литература

1. Onokpise O., Mortensen J. Genotype x Environment Interaction in *Vitis rotundifolia* Michaux // American Journal of enology and viticulture. 1988. № 39. P. 121-124
2. Use of different statistical methods to assess stability in grapevines / M. Bogoni, A. Tovaglieri, O. Failla, A. Scienza // Australian journal of grape and wine research. 1996. №2. P. 50-58
3. Adaptation of some cabernet-Sauvignon clones to the environmental condition of north-eastern Italian growing areas / M. Stefanini, F. Iacono, G. Colugnati, F. Bregnant, G. Crespan // Acta Hortic. 2000. № 528. P. 779–784, DOI: 10.17660/ActaHortic.2000.528.115, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.528.115>
4. Employment of stability indexes to assess interaction genotype environment (GxE) in *Vitis Vinifera* / M. Stefanini, D. Porro, M. Policarpo, F. Iacono, G. Colugnati, G. Crespan // Acta Hortic. 2007. № 754, P. 85–90 DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.754.10, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.754.10>
5. Хотылева Л.В., Тарутина Л.А. Взаимодействие генотипа и среды (Методы оценки). Минск: “Наука и техника”, 1982. 112 с.
6. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода. Генетика. 1985. том 21, 9, 1481-1490.
7. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генотип и среда в селекции растений. Минск: “Наука и техника”, 1989. 191 с.
8. Lakatos A., Vegas-Gallo E. Agroecological, technological and productive factors for the development of viticulture (*Vitis vinifera*) in Piura. Pe-

ru,2020.http://repositorio.upci.edu.pe/bitstream/handle/upci/112/ARTICULO_CULTIVO_DE_LA_UVA.pdf?sequence=3&isAllowed=y

9. Creasy G.L., Creasy L.L. Grapes. CABI North American Office.2009.
10. Неделковски Д.Д. Влияние на надморската височина и агротехниката върху фенолния и ароматния състав на винения сорт Вранец. Дисертация, Пловдив, 2017. 216 с.
11. Wricke, G., Über eine Methode zur Erfassung der ökologische Streubreite in Feldversuchen, Z. Pflanzenzucht. 1962. № 47, 1, P. 92–96
12. Wricke G. Über eine Biometrische Methode zur Erfassung der ökologischen Anpassung. Acta Agric. Scand. Suppl. 1966. №16 (1). P. 98–101.
13. Мокрева Т., Ройчев В., Димова Д. Възможности в MSExcel за анализ на взаимодействие тогенотип-среда приселскостопански култури. Аграрен университет-Пловдив, Научни трудове, 2001.т. XLVI, 29Н. 1, с. 79-84, ISSN 1312-6318.
14. Duncan D. Multiplerange and multiple Ftests. Biometrics, 1955.№ 11. P. 1-42.
15. Ганева З. Да преоткроем статистиката с IBM SPSS STATISTICS, Елестра, София, България, 2016. 369 с.