

## Генетическая интерпретация клоновой селекции винограда

Виктор Павлович Клименко, д-р с.х. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда, e-mail: vik\_klim@rambler.ru

Федеральное Государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, 298600

Проведен обзор научно-исследовательских работ по методологии клоновой селекции винограда. Анализируются различные определения термина «клон винограда». Рассмотрены возможные причины возникновения клонов: точковые мутации, поликлональное происхождение, модификации. Поддерживающий отбор, используемый для сохранения чистоты, типичности сорта и его хозяйственно ценных свойств, способствует очищению сорта от отрицательных клонов и созданию выровненных насаждений. Для улучшения существующих сортов винограда используется направленный отбор и размножение нетипичных, ценных в биологическом отношении форм растений. Также одной из задач отбора должна быть задача восстановления сортов. Идентификация отличий нового клона нуждается в индивидуальном подходе в зависимости от свойства: мутации и полиплоидии, качественные и количественные признаки. У винограда химерность тканей и клеток является распространенным явлением, многие сорта виноградной лозы являются периклональными химерами. Приведены варианты отличий маточного куста от исходного сорта, необходимых и достаточных для выделения клона в первом вегетативном поколении. С генетической точки зрения, к основным признакам для клонового отбора винограда обоснованно следует отнести признаки, наследование которых установлено и существенно. Поскольку при работе с клонами приходится принимать во внимание большое количество признаков, представляется эффективным использование многомерных моделей изменчивости. Отмечена перспективность развития методов молекулярной генетики, позволяющих идентифицировать плоидность и генетические различия между растениями, но изучение клонов такими методами пока не получило широкого распространения. Рассматриваются возможности использования в клоновой селекции винограда биотехнологических методов. Недостатком клонового отбора является однородность виноградников и продукции в дополнение к генетической эрозии. Поэтому изменчивость в пределах отдельных сортов должна поддерживаться путем отбора различных клонов, и в виноградарстве, наряду с клоновой селекцией, обязательно должна иметь место генеративная селекция. Таким образом, клон в виноградарстве – это идентичное по генотипу и фенотипу вегетативное потомство растения, выделенного в насаждениях какого-либо сорта винограда и отличающегося от типичных кустов исходного сорта по характеристикам, сохраняющимся при вегетативном размножении. Клоновая селекция винограда перспективна, чему способствуют генетические особенности этой культуры: большая частота спонтанных мутантов, наличие сортов с достаточно широкой генетической изменчивостью, вегетативное размножение, позволяющее сохранять каждое отклонение на неограниченное время.

**Ключевые слова:** сорт; клон; отбор; вегетативное размножение; мутация; полиплоидия; модификация; признаки; наследование; стабильность; генетическая эрозия.

### Как цитировать эту статью:

Клименко В.П. Генетическая интерпретация клоновой селекции винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4); С. 282-288. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.001

### How to cite this article:

Klimenko V.P. Genetic interpretation of clone selection of grapes. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4): 282-288. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.001

УДК 634.8:092:575.22

Поступила 5.02.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

### ANALYTICAL REVIEW

## Genetic interpretation of clone selection of grapes

Viktor Pavlovich Klimenko

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russian Federation

A review of research work on the methodology of clone selection of grapes was carried out. Various definitions of the term 'grape clone' are analyzed. Possible causes for the emergence of clones are discussed: point mutations, polyclonal origin, modifications. Recurrent selection used to preserve the purity and typicality of a variety and its economically valuable traits promotes cleansing the variety from negative clones and creating uniform plantings. To improve existing grape varieties, directional selection and propagation of atypical, biologically and economically valuable plant forms are used. Also, restoration of varieties should be one of selection tasks. The identification of different features of a new clone needs an individual approach depending on the properties: mutations and polyploidy, qualitative and quantitative traits. Chimerism of tissues and cells is common in grapes; many varieties of grapevines are periclinal chimeras. Variants of differences between the clone mother vine and the initial variety which are necessary and sufficient for clone selection in the first vegetative generation are presented. From the genetic point of view, main traits for clone selection of grapes should reasonably include traits whose inheritance is essential and has been established. Since a large number of traits have to be taken into account when working with clones, it seems efficient to use multidimensional models of variability. It is noted that development of molecular genetic methods has good prospects since they make it possible to identify ploidy and genetic differences between plants, but the study of clones by such methods has not yet become widespread. The possibilities of using biotechnological methods in clone selection of grapes are discussed. In addition to genetic erosion, the uniformity of vineyards and products enters as a weak point of clone selection. Therefore, the variability within individual varieties should be maintained by selection of various clones, and, along with clone selection, generative breeding must necessarily take place in viticulture. Thus, a clone in viticulture is a vegetative offspring of a plant selected in the plantings of any grape variety and differing from typical vines of the initial variety in terms of characteristics preserved during vegetative propagation. Plants of a clone are identical in genotype and phenotype. Clone selection of grapes is promising, which is facilitated by genetic characteristics of this crop: a high frequency of spontaneous mutants, existence of varieties with a fairly wide genetic variability, vegetative propagation which allows to preserve each deviation for an unlimited time.

**Key words:** variety; clone; selection; vegetative propagation; mutation; polyploidy; modification; trait; inheritance; stability; genetic erosion.

**К**лоновый отбор, индивидуальный отбор у вегетативно размножаемых растений, является одним из главных инструментов улучшения винограда как сельскохозяйственной культуры [1–5]. Узловые моменты клоновой селекции – способы отбора клонов, сроки их испытания и многократная проверка стабильности свойств в потомстве [3]. Длительность процесса, решение множества рутинных задач практической селекции зачастую заслоняет важные мето-

дологические проблемы. В частности, как ниже следует, в виноградарстве до сих пор нет единого и четкого мнения по определению самого термина «клон».

Согласно ГОСТ 20081-74, клон – потомство одного вегетативно размноженного растения, при этом, согласно ГОСТ Р 52681-2006, безвирусный клон винограда – клон винограда, свободный от вирусной инфекции и полученный от одного материнского растения.

Клоном считается также ряд следующих друг за другом поколений наследственно однородных потомков одной исходной особи, образующихся в результате бесполого размножения. У винограда различают генетические и санитарные клоны [6].

Согласно одному из наиболее распространенных определений, клон – это вегетативное потомство почковой мутации, отличающееся генотипически от исходных растений сорта одним или несколькими признаками, сохраняющимися при вегетативном размножении [7].

В более расширенной версии предыдущего определения, клон – вегетативное потомство почковой мутации или длительной модификации, отличающееся генотипически от исходных растений данного сорта одним или несколькими признаками, сохраняющимися при вегетативном размножении. Клоны характеризуются общностью биологических, морфологических и хозяйственно ценных свойств [8].

Клоном виноградного сорта называют также улучшенный за счет вегетативной изменчивости сорт винограда, полученный методом отбора от здорового растения или оздоровленный от вирусных болезней и превосходящий базовый сорт по продуктивности, сахаронакоплению, количеству гроздей на кусте и другим качественным характеристикам [9].

Международная организация винограда и вина (OIV) определяет клон как вегетативное потомство исходного растения винограда, отобранного исходя из его беспорной идентичности, фенотипических особенностей и санитарного статуса [10]. Все растения клона идентичны между собой и с исходным растением.

Так или иначе, клон определяется как генетически однородная группа индивидуумов, полученных от одного исходного индивидуума путем бесполого размножения. Для сохранения уникальных характеристик сортов винограда их размножают вегетативно. Но среди множества клеток, которые формируют виноградную лозу, встречаются клетки с небольшими генетическими изменениями. Если новое растение получено из побега, который вырос из такой разновидности ткани, оно может иметь несколько иные характеристики, чем исходный виноградный куст [11].

Растение – родоначальник клона, которое отличается от других кустов того же сорта винограда по селективируемым показателям, не следует называть клоном, так же как при генеративной селекции, когда сортом называют вегетативное потомство однажды выделенного гибрида, а не сам гибрид. Для того, чтобы считать растение маточным кустом клона, оно должно обладать характеристикой, отличающей его от исход-

ного сорта, даже если разница незначительна.

Клон может появиться путем естественного отбора, адаптировавшись к окружающей среде, или путем искусственного отбора в контролируемой среде для получения желательных свойств. Важным моментом является ответ на вопрос, чем вызваны свойства отобранных растений [12–14].

Если изменения вызваны генетическими причинами, полученные свойства будут сохраняться при вегетативном размножении. Спонтанные точковые мутации могут быть как генными мутациями, так и хромосомными абберациями.

Если изменения вызваны ненаследственными причинами, полученные свойства не будут сохраняться при вегетативном размножении. Модификации, фенотипические различия, возникающие в организмах с одинаковой генетической структурой под влиянием факторов внешней среды, могут быть альтернативными (качественные признаки) и флуктуирующими (количественные признаки). Диапазон модификационной изменчивости определяется нормой реакции генотипа на внешнюю среду.

Также в клоновой селекции возможно присутствие такого явления как длительные модификации, по современным представлениям – трансклонное эпигенетическое наследование. Феномен длительных модификаций предполагает сохранение свойств выделенных маточных растений на протяжении ряда поколений. Длительные модификации представляют собой временные изменения компонентов цитоплазмы вследствие онтогенетической преддетерминации и указывают на то, что составные части цитоплазмы не просто изменяются однократно, но могут в этом виде авторепродуцироваться.

Строгое определение сорта винограда подразумевает моноклональное происхождение, но более широкое определение, которое включает возможность поликлонального происхождения от близкородственных индивидуумов, широко распространено в сообществе исследователей виноградной лозы [15]. Генетическая изменчивость в сортах может быть объяснима их поликлональным происхождением и прогрессирующим накоплением генетических мутаций с течением времени [16–18]. Сорта винограда различаются по своей генетической изменчивости. Для сортов с большим генетическим разнообразием клоновый отбор является главным вопросом при производстве качественных вин [19–21]. Имеются сорта, в популяциях которых поиск клонов может быть более успешным, чем в популяциях других сортов. Сорта винограда Алиготе, Саперави, Ташлы, а также сорта группы Пино, как и многие другие, демонстрируют достаточно широкую изменчивость как с точки зрения морфологии растений, так и с точки зрения качества вина [22–27]. Некоторые клоны сорта Каберне фран показали меньшую восприимчивость к милдью, чем у исходного сорта, что объясняется более высоким содержанием стильбенов как фитоалексинов, участвующих в механизмах устойчивости [28].

Отмечено, что результативность индивидуального отбора выше в насаждениях давно культивируемых

сортов [13]. За долгий срок их возделывания накопились мутации, закрепленные путем вегетативного размножения, поэтому распространенные сорта часто представлены смесью клонов. Клоны могут встречаться и у новых сортов межвидового происхождения в связи с высокой гетерозиготностью [29].

Принято считать, что сортовые популяции вегетативно размножаемых растений являются изогенными в отличие от гетерогенных гибридных популяций. Но при клоновой селекции предполагается, что внутрисортная генетическая изменчивость является значимой [4], если игнорировать длительные модификации. Эта изменчивость используется для клонового отбора и затем сохраняется и поддерживается в последующих поколениях.

Проведение клоновой селекции может преследовать различные цели [27]. Основным направлением клоновой селекции должна быть поддержка сортов с использованием массовой и фитосанитарной селекции, с понижением уровня поражаемости грибными и вирусными болезнями. Поддерживающий отбор, используемый для сохранения чистоты, типичности сорта и его хозяйственно ценных свойств, будет способствовать очищению сорта от отрицательных клонов и созданию выровненных насаждений, поэтому клоны приобретают все большее значение как основа сертифицированного посадочного материала. Но возникает вопрос, насколько эти типичные для данного участка кустоклоны будут соответствовать первоначальному сорту, и не потеряется ли он тогда вообще.

Со временем клоны вытесняют исходный генетический материал старых сортов [13]. Эти клоны могут иметь иные свойства, что неизбежно проявится в переработке продукции. Поэтому обязательно должна быть и задача восстановления сорта. Для того, чтобы определиться, каким был этот первоначальный сорт, нужно будет тщательно обосновать целевой фенотип. Должна быть собрана информация по изменчивости качественных и количественных признаков типичных кустов данного сорта на основе библиографических описаний и наблюдений на старых и выверенных коллекциях. Применение этих параметров для получения максимально возможного количества исходных растений, используя методологию «низкого давления отбора», позволит сохранить генетическую базу популяционной структуры сорта.

Для улучшения существующих сортов винограда используется направленный отбор и размножение нетипичных [13], ценных в биолого-хозяйственном отношении форм растений. Речь об улучшении может идти только на основе самых серьезных доказательств, и в случае доказанных значительных различий, можно будет говорить о получении, по сути, совершенно нового сорта.

Проведение клоновой селекции в насаждениях некоторых сортов предполагает комплексную работу, по нескольким направлениям. Например, сорт Бастардо магарачский не относится к старым сортам, но уже требует проведения как поддерживающего, так и направленного отбора [30]. При этом следует учитывать, что отбор даже по одному признаку, напри-

мер, стабильности окраски виноматериалов, может повлечь за собой изменения в свойствах, на первый взгляд, далеких от селективируемого признака, но, тем не менее, коррелирующих с ним.

Идентификация отличий нового клона должна иметь индивидуальный подход, в зависимости от свойства: мутации и полиплоидия, качественные и количественные признаки. Изменения, вызванные мутациями, бывают достаточно отчетливыми или малозаметными [13]. Нарушения в процессе митоза приводят к изменениям в кариотипе, например, полиплоидии. Тетраплоидные и триплоидные формы отличаются от типичных кустов исходного сорта по толщине побегов, размеру междоузлий и листьев, величине пыльцы, ягод и семян [31]. Окончательно решить, имеет ли место отклонение от диплоидности, можно только с помощью цитогенетических или молекулярно-генетических исследований.

У винограда химерность тканей и клеток является распространенным явлением, и при вегетативном размножении маточного растения, выделенного как полиплоид, могут быть получены саженцы различной пloidности. При этом следует учесть, что зиготы с отклонениями от диплоидности обладают пониженной жизнеспособностью и имеют меньше шансов передать свои свойства следующим поколениям. Исследования показывают, что многие сорта виноградной лозы, такие как сорта группы Пино, являются периклинальными химерами [32]. Изучение генетической основы сорта Пино мёнье как химерного многолетнего культурного растения, и его потомства подтвердило химерность, и позволило обнаружить изменчивость среди химерных клонов исходного сорта.

В связи с тем, что качественные признаки не зависят от влияния условий внешней среды, наличие свойства, которого нет у исходного сорта, дает возможность выявить новый клон. Такими признаками являются, например, тип цветка, рассеченность листьев, наличие тех или иных биохимических компонентов [33]. Но есть более сложные случаи. Судя по результатам исследований, наличие мускатного аромата наследуется по принципу комплементарности, однако отдельная система генов-модификаторов контролирует проявление аромата в зависимости от среды [34]. Иными словами, есть сорта (или клоны), проявление мускатного аромата у которых в разные годы (или в разных местах) не всегда можно выявить. Исследования, проведенные в различных регионах производства вин, обратили внимание на важность ароматического профиля винограда по отношению к местам выращивания [35, 36].

Для выделения и изучения клона только в первом вегетативном поколении необходимо и достаточно выявление значительных отличий маточного куста от исходного сорта в следующих случаях:

- отличие по морфологическим признакам листьев (величина, рассеченность, осенняя окраска);
- отличие по морфологическим признакам соцветий (тип цветка);
- отличие по морфологическим признакам гроздей (форма, плотность);

- отличие по морфологическим признакам ягоды (величина, форма, окраска, семена);
- отличие по срокам фаз вегетации;
- отличие по вкусу и аромату;
- наличие/отсутствие биохимических компонентов ягоды или сусла;
- отличие по кариотипу (плоидность);
- отличие по генотипу, выявленное генетическими методами.

Существуют различные методики клоновой селекции винограда, но отбор маточных кустов клона проводят в основном по количественным показателям согласно селекционному заданию, результаты его проверяют на протяжении ряда лет и вегетативных поколений [7, 13, 37, 38]. Необходимо знать, насколько изменчивость признаков обусловлена генотипом, а насколько – внешними факторами, условиями среды и агротехническим воздействием [12, 13, 39–41]. Степень зависимости изменчивости признаков от случайных факторов, факторов среды, обусловлена их наследованием.

С генетической точки зрения, к основным признакам для клонового отбора винограда обоснованно следует отнести признаки, наследование которых установлено и существенно. Для количественных признаков следует учитывать наследуемость в широком смысле, т.е. величину всего генетического разнообразия, обусловленного аддитивным действием, доминированием и эпистазом. Согласно результатам экспериментальных исследований [42], наследуемость в широком смысле имеет высокие значения для большинства признаков продуктивности. Возможность виноградного растения обеспечить стабильную продуктивность побега по массе сахара гроздей является одним из факторов, влияющих на качество винома- териалов, и широко используется в виноградарстве. Однако для селекции предлагается использовать аналогичный, но генетически более детерминированный признак – удельную хозяйственную продуктивность.

Поскольку при работе с клонами приходится принимать во внимание большое количество признаков, представляется эффективным использование многомерных моделей изменчивости [43]. При наличии достаточного количества растений можно провести многофакторный эксперимент с целью оценки влияния фактора разнообразия участков, фактора особенностей года, фактора клона и взаимодействия этих факторов, и на основе этого анализа проверить рабочую гипотезу о генотипическом отличии данного клона. Полезным может быть понятие «повторяемость» – степень генотипической обусловленности фенотипического разнообразия признаков. Из-за наличия сильного взаимодействия генотип-среда, у отобранных растений может и не быть высокой повторяемости каждого из признаков в отдельности [3]. Степень сохранения свойств растений, отобранных в качестве клонов, необходимо проверять по стабильности в вегетативном потомстве [44–46]. Эта стабильность может определяться на основе изменчивости признаков как внутриклоновая (межкустовая), экологическая (между различными пунктами изучения) и

темпоральная (между годами изучения).

Следует отметить перспективность развития методов молекулярной генетики, позволяющих идентифицировать плоидность и генетические различия между растениями. В последние годы для идентификации клонов в дополнение к изучению морфологических характеристик проводили исследования изменчивости в пределах сортов винограда с помощью молекулярных маркеров [15, 32, 38, 47, 48]. В частности, обнаружены генетические различия между клонами сортов группы Пино, которые могут быть связаны с их географическим происхождением [49]. Следует понимать, что область применения маркеров пока очень ограничена [4], поэтому идентификация клонов таким способом не получила широкого распространения. Возможно, это связано с эффектом длительных модификаций.

Все более важным становится использование биотехнологических методов, которые могут быть использованы как для получения маточных растений современных клонов [50, 51], так и для получения их вегетативного потомства с помощью культуры *in vitro*. Клоны могут быть сохранены в вегетирующих коллекциях [52] и оздоровлены от латентной формы вирусной инфекции с помощью технологических операций в комплексе с термотерапией [53, 54].

Эффективность клонового отбора будет обеспечена современными методами идентификации генотипов, биотехнологиями получения и размножения клонов, доступными тестами санитарного статуса и высокими технологиями оздоровления растений от вирусных болезней, что позволит значительно сократить продолжительность селекционного процесса.

Изменение климата оказывает значительное влияние на культивирование винограда и производство вина, качество и типичность продукции. Поэтому меры повышения адаптивности растительного материала, включая изменение сортового состава винограда, должны рассматриваться как приоритетные, поскольку они позволят продолжать производство высококачественных вин на фоне экономически устойчивого урожая [55]. Недостатком клонового отбора является достигнутая в результате его проведения чрезмерная однородность виноградников и продукции в дополнение к генетической эрозии [4]. При отборе перспективных клонов следует стремиться к сохранению внутрисортовой изменчивости настолько, насколько это возможно. Чтобы противостоять естественным факторам давления (новые вредители, изменения климата и т.д.) и повысить качество продукции, задачей клоновой селекции в будущем должно быть получение широкого спектра выдающихся клонов с разнообразной генетической основой и сохранение изменчивости между сортами и внутри сортов.

На снижение разнообразия влияют также критерии современной селекции. Приоритетной для сорта считается урожайность, а такие свойства как качество продукции и устойчивость к биотическим и абиотическим факторам оказываются второстепенными. Кроме того, европейские (внутривидовые) сорта винограда

да и их клоны бывают слишком «технологичными». В частности, исследования показали, что урожайность европейских сортов сильно варьирует в зависимости от нагрузки кустов побегами в отличие от межвидовых сортов и гибридов [56]. Опасность генетической эрозии заключается в снижении пластичности и адаптивности набора возделываемых сортов. Поэтому в виноградарстве, наряду с клоновой селекцией, с целью противостояния генетической эрозии обязательно должна иметь место и генеративная селекция в пределах рода *Vitis*.

**Выводы.** Следовательно, клон в виноградарстве – это идентичное по генотипу и фенотипу вегетативное потомство растения, выделенного в насаждениях какого-либо сорта винограда и отличающегося от типичных кустов исходного сорта по характеристикам, сохраняющимся при вегетативном размножении. Клоновая селекция винограда перспективна, чему способствуют генетические особенности этой культуры: большая частота спонтанных мутантов, наличие сортов с достаточно широкой генетической изменчивостью, вегетативное размножение, позволяющее сохранять каждое отклонение на неограниченное время. Однако при проведении клонового отбора не следует пренебрегать опасностью генетической эрозии.

#### Источники финансирования

Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 0833-2015-0006.

#### Financing source

This work was conducted under public assignment № 0833-2015-0006.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы / References

- Мулюкина Н.А., Ковалёва И.А., Чисников В.С. Совершенствование сортимента винограда в Украине за счет индивидуального отбора клонов, хорошо адаптированных к экстремальным условиям среды. Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2012. – № 18(6). – С. 108–116. Muliukina N. A., Kovaliova I. A., Chisnikov V. S. Improvement of grapevine assortment in Ukraine by individual selection of clones well-adapted to extreme environmental conditions. Fruit and Grape Growing of the South of Russia. 2012. №18(6). pp. 108-116 (in Russian)
- Петров В.С., Ильницкая Е.Т., Нудьга Т.А. Протоклоны винограда сортов Алиготе, Саперави и Цимлянский черный в АФ «Фанагория-Агро» // Виноделие и виноградарство. – 2010. – № 4. – С. 26–27. Petrov V. S., Ilnitskaia E. T., Noudga T. A. Protoclones of the grapes 'Aligoté', 'Saperavi' and 'Tsimlianskii chernyi' cultivated by the Company "Fanagoria-Agro". Wine and Grape Growing. 2010. №4. pp. 26-27 (in Russian)
- Трошин Л.П. Ампелография и селекция винограда. – Краснодар: Издательский цех «Вольные мастера», 1999. – 138 с. Troshin L.P. Ampelography and Selection Breeding of Grapevine Krasnodar: Volnye Mastera Publishing Company, 1999. 138 c. (in Russian)
- Atak A., Kahraman K.A., Söylemezoğlu G. Ampelographic identification and comparison of some table grape (*Vitis vinifera* L.) clones. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2014, v.42, № 2, pp. 77–86 (doi: 10.1080/01140671.2013.851092).
- Mannini F. Il Nebbiolo ed il suo patrimonio clonale: stato dell'arte. Millevigne, 2015, № 3, pp. 8-9.
- Энциклопедия виноградарства: в 3-х томах. Гл. ред. А.И.Тимуш. – Кишинев: Главная редакция Молдавской Советской энциклопедии. – 1986. – Т. 2. – 504 с. Encyclopaedia of viticulture: in 3 volumes A.I.Timush (Editor) Kishinev: Chief Editorial Board of Moldavian Soviet Encyclopaedia. 1986. Vol. 2, p. 504 (in Russian)
- Голодрига П.Я., Суятинов И.А., Трошин Л.П., Коробец П.В., Драновский В.А. Методические рекомендации по массовой и клоновой селекции винограда. – Ялта: ВНИИ-ВиВ «Магарач». – 1976. – 32 с. Golodriga P. Ya., Souiatinov I. A., Troshin L. P., Korobets P. V., Dranovskii V. A. Methodological recommendations concerning mass and clone selection of grapevine Yalta: VNIIViV Magarach. 1976. p. 32 (in Russian)
- Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В. Виноградарство: Учебник для вузов / Под ред. проф. Смирнова К.В. – Москва: Изд-во МСХА, 1998. – 510 с. Smirnov K. V., Maltabar L. M., Rajabov A. K., Matuzok N. V. Viticulture: Manual for Institutes of Higher Education Smirnov K. V. (Editor). Moscow: MAA Publishers. 1998. p. 510 (in Russian)
- Закон Краснодарского края от 31 марта 2014 года № 2944-КЗ "О внесении изменений в Закон Краснодарского края «О виноградарстве и производстве продуктов переработки винограда в Краснодарском крае». Regulation of the Krasnodar region No 2944-K3 of 31st March 2014 On introduction of changes into the Regulation of the Krasnodar region "On viticulture and manufacture of products from processed grapes in the Krasnodar region" (in Russian)
- Walter B. Virus and virus-diseases of the grapevine: diagnosis and control methods. Virologie, 1998, № 2, pp. 435–444.
- Hartmann H.T., Kester D.E., Davies Jr. F.T., Geneve R.L. Plant propagation: principles and practices. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 7th ed., 2001, 880 p.
- Голодрига П.Я., Суятинов И.А., Трошин Л.П. Современные вопросы клоновой и генетической селекции винограда // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1975. – Т.54, № 2. – С. 101–112. Golodriga P.Ya., Souiatinov I.A., Troshin L.P. Modern problems of grapevine clone selection and genetic breeding Transactions on applied botany, genetics and breeding 1975. Vol. 54, №2. pp. 101-112 (in Russian)
- Трошин Л.П., Животовский Л.А. Методические рекомендации по клоновой селекции винограда на продуктивность. – Ялта: ВНИИВиВ «Магарач». – 1987. – 36 с. Troshin L. P., Zhivotovskii V. A. Methodological recommendations concerning clone selection of grapevine for productivity. Yalta: VNIIViV Magarach. 1987. p. 36 (in Russian)
- Mollo A., Santini D., Mannini F., Tragni R., Marchese E., Paravidino E. Espressione quanti-qualitativa di 6 cloni di Barbera in funzione del territorio di coltivazione. L'Enologo, 2016, № 7/8, pp. 95–101.
- Vignani R., Bowers J.E., Meredith C.P. Microsatellite DNA polymorphism analysis of clones of *Vitis vinifera* 'Sangiovese'. Scientia Horticulturae, 1996, v.65, pp. 163–169 (doi: 10.1016/0304-4238(95)00865-9).
- Loureiro M.D., Moreno-Sanz P., Suárez B. Clonal preselection of grapevine cultivars of the appellation «Cangas Quality Wine» (Asturias, Spain). Horticultural Science

- (Prague), 2011, v.38, pp. 71–80 (doi: 10.17221/87/2010-HORTSCI).
17. Sefc K.M., Pejic I., Maletic E., Thomas M.R., Lefort F. Microsatellite markers for grapevine: tools for cultivar identification and pedigree reconstruction. In: Roubelakis-Angelakis, Kalliopi A. eds. *Grapevine molecular physiology & biotechnology*. Berlin, Springer Verlag, 2009, pp. 565–596 (doi: 10.1007/978-90-481-2305-6\_21).
  18. Ulanovsky S., Gogorcena Y., Martínez De Toda F., Ortiz J.M. Use of molecular markers in detection of synonymies and homonymies in grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 2002, v.92, pp. 241–254 (doi: 10.1016/S0304-4238(01)00291-6).
  19. Mannini F., Mollo A., Santini D., Marchese E., Tragni R. Nebbiolo, un nuovo clone. *Millevigne*, 2013, v.2, pp. 6–9.
  20. Russo G., Liuzzi V., Andrea L.D. Characterisation of five clones of the cultivar 'Primitivo' in Southern Italy. *Acta Horticulturae*, 2009, v.827, pp. 265–268 (doi: 10.17660/ActaHortic.2009.827.45).
  21. Scalabrelli G., Loreti F., Ferroni G., D'Onofrio C. Clonal selection of 'Sangiovese' in Tuscany. *Acta Horticulturae*, 2004, v.652, pp. 35–43 (doi: 10.17660/ActaHortic.2004.652.2).
  22. Васылык И.А., Левченко С.В. Технохимическая оценка урожая протоклонов винограда крымского аборигенного сорта Ташлы // Проблемы развития АПК региона. 2016. – № 3 (27). – С. 15–20.  
Vasylyk I. A., Levchenko S. V. Technochemical evaluation of the fruit born by protoclonal clones of the Crimea autochthonous grape variety 'Tashly'. *Problems of the development of the agricultural and industrial complex of the region*. 2016. №3(27). pp. 15–20 (in Russian)
  23. Вьюгина М.А., Ткаченко М.Г., Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Максимовская В.А. Исследование полифенольного состава продуктов из сортов винограда с целью повышения биологической ценности их использования // Плодоводство и виноградарство юга России. 2015. № 33(03). <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/03/11>.  
Viugnina M.A., Tkachenko M. G., Chursina O. A., Zagorouiko V.A., Maksimovskaya V.A. A study of the polyphenol composition of products from grape varieties with the aim to improve their biological value *Fruit and Grape Growing of the South of Russia*. 2015. №33(03) (in Russian)
  24. Левченко С.В., Васылык И.А. Анализ разнообразия популяций сортов Ташлы и Шабаш и отбор высокопродуктивных протоклонов // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – № 2 (22). – С. 17–22.  
Levchenko S.V., Vasylyk I.A. A study of the diversity of populations of the grape varieties Tashly and Shabash and selection of highly-productive protoclonal clones. *Problems of the development of the agricultural and industrial complex of the region*. 2015. №2(22). pp. 17–22 (in Russian)
  25. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Загоруйко В.А., Яланецкий А.Я., Соловьева Л.М., Соловьев А.Е., Удод Е.Л., Мартыновская А.В., Гаске З.И., Ульяновцев С.О. Влияние сортовых особенностей винограда на качество коньячных виноматериалов // Виноградарство и виноделие: Сб. научных трудов НИВиВ «Магарач», Ялта, 2018. Т.XLYII. – С. 71–74.  
Chursina O.A., Legasheva L.A., Zagorouiko V.A., Yalanetskii A.Ya., Solovyova L.M., Soloviev A.E., Udod E.L., Martynovskaya A.V., Gaske Z.I., Uliantsev S.O. The impact of varietal peculiarities of grapes on the quality of brandy materials. *Viticulture and Winemaking: Transactions of NRIVW Magarach, Yalta*, 2018. Vol. XLYII. pp. 71–74 (in Russian)
  26. Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Легашева Л.А., Мартыновская А.В. Биохимическая оценка винограда для коньячного производства // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 1(33). – С. 154–163.  
Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Martynovskaya A.V. Biochemical evaluation of grapes for brandy production *Problems of the development of the agricultural and industrial complex of the region*. 2018. № 1(33). pp. 154–163 (in Russian)
  27. Rühl E.H., Konrad B., Lindner B., Bleser E. Quality criteria and targets for clonal selection in grapevine. *Acta Horticulturae*, 2004, v. 652, pp. 29–33.
  28. Van Leeuwen C., Roby J.P., Alonso-Villaverde V., Gindro K. Impact of clonal variability in *Vitis vinifera* Cabernet Franc on grape composition, wine quality, leaf blade stilbene content, and downy mildew resistance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2013, v.61, pp.19–24 (doi: 10.1021/jf304687c).
  29. Клименко В.П., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Выделение и изучение биотипов в популяции сорта винограда Цитронный Магарач // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 3. – С. 5–6.  
Klimenko V. P., Studennikova N. L., Kotolovets Z. V. Revealing and investigation of biotypes in a population of the grape variety 'Tsitronnyi Magarach'. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2014. № 3. pp. 5–6 (in Russian)
  30. Левченко С.В., Васылык И.А., Кононова Н.Н. Качество виноматериалов из винограда клонов сортов Мускат розовый и Бастардо магарачский 2000–2001 гг. урожая // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2003. – № 4. – С. 12–14.  
Levchenko S. V., Vasylyk I.A., Kononova N. N. Quality of wine material from the fruit bore by clones of the grape varieties Muscat rozovyyu and Bastardo magarachskii 2000–2001. *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2003. №4. pp. 12–14 (in Russian)
  31. Топалэ Ш. Кариология, полиплоидия и отдаленная гибридизация винограда. – Кишинев: Ботанический сад АНМ, НИВиВ. – 2011. – 560 с.  
Topale Sh. Caryology, polyploidy and distant hybridization of grapevine. Chişinău: Botanical Gardens of the Academy of Sciences of Moldova, RRVW. 2011. 560 p (in Russian)
  32. Stenkamp S.H.G., Becker M.S., Forneck A. Genetic variation among chimeric 'Pinot Meunier' clones (*Vitis vinifera* L.). *Acta Horticulturae*, 2009, v.827, pp. 147–150 (doi: 10.17660/ActaHortic.2009.827.21).
  33. Клименко В.П. Наследование качественных признаков винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2003. – № 3. – С. 11–14.  
Klimenko V. P. Inheritance of qualitative traits in grapevine Magarach. *Viticulture and Winemaking*. 2003. № 3. pp. 11–14. (in Russian)
  34. Клименко В.П., Волынкин В.А. Наследование типа цветка и мускатного аромата у винограда // Виноградарство и виноделие. – 1997. – Т.XXVIII. – С. 27–30.  
Klimenko V. P., Volynkin V. A. Inheritance of flower type and muscat aroma in grapevine. *Viticulture and Winemaking*. 1997. Vol. XXVIII. pp. 27–30 (in Russian)
  35. Ferrandino A., Carlomagno A., Baldassarre S., Schubert A. Varietal and pre-fermentative volatile compounds during ripening of *Vitis vinifera* cv Nebbiolo berries from three growing areas. *Food Chemistry*, 2012, v.135(4), pp. 2340–2349 (doi: 10.1016/j.foodchem.2012.06.061).
  36. Mannini F., Santini D., Mollo A., Mazza G., Marchi D. Influenza della componente ambientale sui composti aromatici dell'uva e del vino della cv Nebbiolo, *L'Enologo*, 2015, № 5, pp. 79–85.

37. Методика отбора и испытания клонов сортов винограда // Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины / Под ред. А.М.Авидзба. – Ялта, 2004. – С. 194–198.  
Methodology of selection and trial of clones of grape varieties Methodological recommendations for agrotechnical research in viticulture of Ukraine. A. M. Avidzba (Editor). Yalta, 2004. pp. 194–198 (in Russian)
38. Трошин Л.П., Звягин А.С. Технология отбора лучших протоклонов винограда // Технологии производства элитного посадочного материала и виноградной продукции, отбора лучших протоклонов винограда. Под общей редакцией профессора Л.П. Трошина. – Краснодар: АлВи-Дизайн. – 2005. – С. 75–95.  
Troshin L.P., Zviaghin A.S. Technology to select best protoclones of grapevine. Technologies to produce elite planting material and to select best protoclones of grapevine Troshin L.P. (Editor). Krasnodar: AlVi-Dizain. 2005. pp. 75–95 (in Russian)
39. Mannini F. Incidenza dei fattori ambientali sulla risposta enologica di due cloni di Nebbiolo. *VigneVini*, 2009, № 1/2, pp. 61–65.
40. Mannini F., Mollo A., Credi R. Field Performance and Wine Quality Modification in a Clone of *Vitis vinifera* cv. Dolcetto after GLRaV-3 Elimination. *American Journal of Viticulture and Enology*, 2011, v.63, pp. 144–147 (doi: 10.5344/ajev.2011.11020).
41. Mannini F., Mollo A., Lale Demoz P. Differences in wine quality due to clone-environment interaction: the experience with «Nebbiolo» in North-West Italy. *Le Progrès Agricole Et Viticole*, 2010, v.7, pp.142–147.
42. Клименко В.П. Оценка компонент изменчивости и коэффициентов наследуемости признаков продуктивности винограда // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія. – 2007. – Вип. 1 (10). – С. 85–94.  
Klimenko V.P. Evaluation of components of variability and coefficients of inheritance of productivity traits in grapevine Reporter of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology. 2007. Issue 1. pp. 85–94 (in Russian)
43. N. Marković, Z. Pržić, V. R akonjac, S. Todić, Z. Ranković-Vasić, S. Matijašević, Z. Bešlić. Ampelographic characterization of *Vitis* cv «Prokupac» clones by multivariate analysis. *Romanian Biotechnological Letters*, 2017, v.22, № 5, pp. 12868–12875.
44. Островерхов В.О., Трошин Л.П. Методические рекомендации по оценке стабильности количественных признаков у сортов винограда. – Ялта: Таврида, 1986. – 85 с.  
Ostroverkhov V.O., Troshin L.P. Methodological recommendations for evaluation of stability of quantitative traits in grape varieties Yalta: Tavrida. 1986. 85 p. (in Russian)
45. Mannini F., Mollo A., Tragni R. Clone ed ambiente: fattori decisivi per il Nebbiolo. *VigneVini*, 2012, № 4, pp. 64–68.
46. Mannini F., Santini D., Mollo A., Cuozzo D., Tragni R. Studio sulla stabilità ambientale di 4 cloni di Nebbiolo in diverse realtà colturali del Piemonte. *L'Enologo*, 2016, № 3, pp. 85–92.
47. Silvestroni O., Pietro D.D., Intriери C., Vignani R., Filippetti I., Casino C.D., Scali M., Cresti M. Detection of genetic diversity among clones of cv. Fortana (*Vitis vinifera* L.) by microsatellite DNA polymorphism analysis. *Vitis*, 1997, v.36, pp.147–150.
48. Zulini L., Fabro E., Peterlunger E. Characterisation of the grapevine cultivar Picolit by means of morphological descriptors and molecular markers. *Vitis*, 2005, v.44, pp. 35–38.
49. Jahnke G., Májer J., Varga P., Szőke B. Analysis of clones of pinots grown in Hungary by SSR markers. *Scientia Horticulturae*, 2011, v.129, pp. 32–37 (doi: 10.1016/j.scienta.2011.03.004).
50. Марченко А.О., Голодрига П.Я., Клименко В.П., Пивень Н.М. Соматический эмбриоидогенез в культуре ткани винограда // Физиология и биохимия культурных растений. – 1987. – Т. 19, № 4. – С. 408–411.  
Marchenko A.O., Golodriga P.Ya., Piven N.M. Somatic Embryoidogenesis in grapevine tissue culture. *Physiology and Biochemistry of Cultured Plants*. 1987. Vol. 19, № 4. pp. 408–411 (in Russian)
51. Klimenko V. P. Pathological Mitosis and Mixoploidy in the Meristematic Tissues of Grape Plant. *Russian Journal of Developmental Biology*, 2019, vol. 50, № 2, pp. 31–38 (doi: 10.1134/S1062360419020024).
52. Клименко В.П., Павлова И.А. Перспективы использования вегетирующей коллекции винограда in vitro для создания базисных маточников // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2017. – № 3. – С. 6–9.  
Klimenko V.P., Pavlova I.A. Prospects for the use of vegetating grapevine collection in vitro to establish basic mother vineyards. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017. № 3. pp. 6–9 (in Russian)
53. Клименко В.П., Павлова И.А. Оздоровление растений винограда in vitro от вирусных болезней // Русский виноград. – 2018. – Т. 7. – С. 76–83.  
Klimenko V.P., Pavlova I.A. In vitro sanitation of grape plants to eliminate virus diseases Russian Grape. 2018. Vol. 7. pp. 76–83 (in Russian)
54. Gribaudo I., Gambino G., Bertini S., Bosco D., Cotroneo A., Mannini F. Monitoring the spread of viruses after vineyard replanting with heat-treated clones of *Vitis vinifera* «Nebbiolo». *Journal of Plant Pathology*, 2009, v.91, pp. 633–636 (doi: 10.4454/jpp.v91i3.572).
55. Van Leeuwen C., Destrac-Irvine A. Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. *OENO One*, 2017, v.51, № 2 (doi: 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1647).
56. Ключникова Г.Н. Вариабельность урожайности новых сортов винограда // Виноград и вино России. – 2001. – № 1. – С. 22–23.  
Kliuchnikova G.N. Yield variability of new grape varieties. *Grapes and Wine of Russia*. 2001. № 1. pp. 22–23 (in Russian)

ORCID ID: Klimenko V. P. [orcid.org/0000-0002-7452-0776](https://orcid.org/0000-0002-7452-0776)