

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ДОНСКОЙ АМПЕЛОГРАФИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ИМ. Я.И. ПОТАПЕНКО*

Наумова Л.Г., канд. с.-х. наук, **Ганич В.А.**, канд. с.-х. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (Новочеркасск)

Новикова Л.Ю., канд. техн. наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (Санкт-Петербург)

Реферат. Показаны результаты цифровизации (создание базы данных) на Донской ампе­ло­графической коллекции им. Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск). Паспорт сорта винограда содержит 18 полей. В паспортную часть базы данных внесено более 850 сортов и форм, произрастающих на коллекции. В оценочной части базы данных содержатся сведения по 27 показателям 300 сортов и форм. Сочетание тщательно выверенных паспортных и оценочных баз позволяет дифференцировать выборку на однородные группы и оценивать их особенности.

Ключевые слова: база данных, виноград, ампе­ло­графическая коллекция

Summary. The results of digitization (database creation) on the Ya.I. Potapenko Don ampelographic collection (Novocherkassk) are shown. The passport grape variety's contains 18 characteristics. The passport database contains more than 850 varieties and forms growing in the collection. The evaluation part of the database contains data on 27 characteristics of 300 varieties and forms. The combination of carefully verified passport and evaluation databases allows to differentiate the sample into homogeneous groups and to evaluate their features.

Key words: database, grapes, ampelographic collection

Введение. В 2017 году в нашей стране была утверждена Госпрограмма «Цифровая экономика Российской Федерации». В настоящее время отечественный АПК по показателю использования цифровых технологий (5-10 %) значительно отстает от развитых стран, что объясняется низким проникновением в отрасль интеллектуальных решений. Сельскохозяйственное производство является самым уязвимым бизнесом, поскольку зависит от погоды и природных явлений. В отличие от традиционного производства в сельском хозяйстве нельзя заранее структурировать все бизнес-процессы.

Мировыми лидерами по внедрению цифровых технологий являются IT-компании, медиа, финансы и страхование. Главный сдерживающий фактор цифровизации АПК – особенности ведения агропроизводства. Но ряд современных трендов говорит о том, что в ближайшие годы эта ситуация радикально изменится. Разработка и производство роботизированной сельскохозяйственной техники сейчас находится на острие инноваций. «Устойчивость развития экономики страны требует реализации мер государственного регулирования для преодоления сокращения национальных генетических ресурсов животных и растений» – говорится в п.10 Доктрины продовольственной безопасности РФ [1].

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-016-00213

Генетические ресурсы растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства составляют биологическую основу для сельскохозяйственного производства и всемирной продовольственной безопасности. Необходимость сохранения и рационального использования всего многообразия мировых генетических ресурсов в условиях глобального потепления и изменения климата, сокращения земельных угодий и водных ресурсов, деградации окружающей среды стала, как никогда ранее, насущной и угрожает продовольственной безопасности и экономическому развитию живущих и будущих поколений [2].

Сотрудники Международного независимого института аграрной политики выделяют 3 этапа развития и внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве:

Пилотные технологии: с середины 2000 годов начинают внедряться технологии геопозиционирования, мониторинга состояния сельскохозяйственной техники и др.

Насыщение рынка: в настоящее время количество цифровых технологий и отраслевых стандартов в сельском хозяйстве достигло критической массы. Практически все производители техники (включая компании из Китая и Индии) предлагают собственные программы и решения, оптимизирующие применение их машин и оборудования. Существует несколько решений, связанных с точным земледелием. Предлагаются самые различные варианты использования геоданных для прогнозирования урожая, оптимизации сельхозработ, управления логистикой и др. Дополнительное давление на пользователя оказывает приход нового поколения агротехнологий – интернета вещей и блокчейна.

Интеграция – ключевой тренд будущего: лидером в цифровизации сельского хозяйства станут компании, которые смогут предложить единые стандарты и решения, объединяющие существующие наработки в области цифровых агротехнологий и снимающие проблему выбора и сопутствующие риски [3].

В национальной стратегии сохранения биоразнообразия России важная роль отводится созданию информационной системы по генетическим ресурсам. В статье 17 Международного договора о растительных генетических ресурсах для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства декларируется создание глобальной информационной системы – Global Information System on PGRFA.

Обсуждение результатов. Ведется работа по созданию базы данных (БД) Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко: в процессе разработки и обсуждения модели базы данных были исследованы принципы систематизации сортов винограда, ряд их биологических и хозяйственных характеристик [4]. Разработана методология создания электронной базы данных генетических ресурсов винограда, включающая следующие категории: паспортные данные, описательные, оценочные, местные традиционные знания. Базы создаются на основе офисных приложений MS Excel и MS Access. Разработана реляционная модель базы данных.

В VIVC database – международный каталог сортов, созданный в институте селекции винограда в Гайваленхофе Institute for Grapevine Breeding – Geilweilerhof, помещена паспортная часть более 600 сортов винограда ампелографической коллекции нашего института. Разработанный нами паспорт сорта содержит 18 полей, среди них – наименование образца по-русски, синонимы, номер образца, таксономия, место происхождения, код института, создавшего образец, биологический статус образца, родословная по-английски, родословная по-русски, место нахождения страховых дуплетов, типы хранения (коды: 20 означает полевая коллекция, 30 – *in vitro*), генетический паспорт сорта и др.

В паспортную часть базы данных (по результатам инвентаризации 2018 года) внесено более 850 сортов и форм, произрастающих на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко в настоящее время. На рис. 1 представлен фрагмент паспортной части базы данных коллекционных сортов.

Оценочная база данных. Была создана база данных многолетних наблюдений за агробиологическими показателями сортов винограда, в нее вошли 300 сортов, охарактеризованных в течение 5-37 лет по 27 показателям: даты начала фенофаз (начало распускания почек, начало цветения и т.д.); продолжительность продукционного периода (сут); сумма температур за продукционный период ($^{\circ}\text{C}$); процент распутившихся почек; коэффициенты плодоношения и плодоносности; процент плодоносных побегов; продуктивность побега (г); урожайность (кг/куст); средняя масса грозди (г); длина и ширина грозди (см); средняя масса 1 ягоды (г); длина и ширина ягоды (мм); сахаристость ($\text{г}/100\text{см}^3$); титруемая кислотность ($\text{г}/\text{дм}^3$); дегустационные оценки свежего винограда и вина (балл); усилие на отрыв ягод от плодоножки (г), усилие на раздавливание (г) и др. Выборка представляет сорта различного направления использования: 126 сортов технических, 122 столовых, 13 бессемянных, 39 универсальных. 238 сортов изучаются в укрывной культуре, 62 – в неукрывной. По средним многолетним данным, сорта распределены по срокам созревания следующим образом в соответствии с международным дескриптором [5] (табл. 1).

Таблица 1 – Состав образцов оценочной базы данных по срокам созревания

Срок созревания	Число сортов
сверхранний (до 105 сут.)	11
очень ранний (106-115 сут.)	45
ранний (116-125 сут.)	31
ранне-средний (126-135 сут.)	51
средний (136-145 сут.)	99
средне-поздний (146-155 сут.)	60
поздний (156-165 сут.)	3
All Grps	300

Выборка из 300 сортов представлена 178 сортами вида *Vitis vinifera* L., 118 межвидовыми гибридами, у 4 сортов происхождение неизвестно (табл. 2).

Таблица 2 – Состав образцов оценочной базы данных по происхождению

Ботаническое происхождение сорта	Число сортов
Сорта вида <i>Vitis vinifera</i> L. (178 образцов)	
<i>Vitis vinifera</i> L. convar. <i>pontica</i> Negr.	48
<i>Vitis vinifera</i> L. convar. <i>occidentalis</i> Negr.	11
<i>Vitis vinifera</i> L. convar. <i>orientalis</i> Negr.	24
Неизвестного происхождения	4
<i>Vitis vinifera</i> L. селекционный сорт, внутривидовой гибрид	91
Межвидовые гибриды (118 образцов)	
<i>Vitis vinifera</i> L. x <i>Vitis amurensis</i> Rupr.	38
<i>Vitis vinifera</i> L. x <i>Vitis labrusca</i> L.	20
Сорта сложного межвидового происхождения	59
Неизвестного происхождения	1
Всего	300

На основе ранее созданной выборки из 171 сорта нами была детально исследована межсортовая и межгодовая вариабельность фенологических показателей, урожайности, сахаристости, кислотности, процента распутившихся почек [6-10].

Разнообразие исследованных сортов, представленность многолетних данных позволили создать агроклиматические модели исследованных показателей.

Выявилась различная реакция сортов разного способа ведения культуры (укрывной – неукрывной) на зимние факторы: укрывные сорта были чувствительны к минимальной среднесуточной температуре зимы; неукрывные – к количеству дней с экстремально низкими температурами.

В 2019 году созданная ранее оценочная база данных была расширена, ее размер увеличен до 300 сортов, внесены данные последних лет исследования, включая 2018 год, увеличено количество характеристик сортов. В текущей базе описание сортов было дополнено их увологическими показателями, такими как - дегустационная оценка свежего винограда, дегустационная оценка вина, усилие на отрыв ягод от плодоножки, усилие на раздавливание. Большой объем выборки и ее полиморфизм позволил выявить связи увологических показателей с другими признаками, характеризующими культуру винограда в целом в условиях Нижнего Придонья (табл. 3).

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции увологических показателей винограда на основе анализа оценочной базы данных 300 сортов (подчеркнуты достоверные значения)

Показатель	Дегустационная оценка свежего винограда	Дегустационная оценка вина	Усилие на отрыв ягод от плодоножки	Усилие на раздавливание
Начало распускания почек	<u>0,17</u>	-0,02	0,07	0,19
Начало цветения	<u>0,31</u>	<u>-0,42</u>	0,21	<u>0,38</u>
Начало созревания ягод	<u>0,17</u>	-0,03	0,25	<u>0,55</u>
Полная зрелость ягод	0,11	-0,01	0,31	<u>0,54</u>
Продукционный период (дни)	0,09	0,01	0,31	<u>0,53</u>
Сумма температур (°C)	0,10	<u>0,43</u>	<u>0,33</u>	<u>0,57</u>
Распустившихся глазков (%)	<u>-0,28</u>	0,18	<u>-0,34</u>	<u>-0,36</u>
Нормально развитых побегов (шт/куст)	<u>-0,39</u>	0,14	<u>-0,44</u>	<u>-0,34</u>
Коэффициент плодоношения	<u>-0,32</u>	<u>-0,25</u>	<u>-0,39</u>	<u>-0,40</u>
Коэффициент плодоносности	<u>-0,24</u>	-0,18	-0,27	-0,09
Плодоносных побегов (%)	<u>-0,30</u>	<u>-0,25</u>	<u>-0,38</u>	<u>-0,44</u>
Продуктивность побега (г)	<u>0,29</u>	-0,16	<u>0,62</u>	<u>0,44</u>
Урожайность (кг/куст)	0,02	0,05	0,19	0,13
Средняя масса грозди (г)	<u>0,55</u>	0,13	<u>0,70</u>	<u>0,65</u>
Длина грозди (см)	<u>0,51</u>	-0,04	<u>0,48</u>	<u>0,54</u>
Ширина грозди (см)	<u>0,52</u>	<u>-0,29</u>	<u>0,51</u>	<u>0,41</u>
Средняя масса 1 ягоды (г)	<u>0,63</u>	<u>-0,31</u>	<u>0,74</u>	<u>0,74</u>
Длина ягоды (мм)	<u>0,67</u>	<u>-0,38</u>	<u>0,55</u>	<u>0,83</u>
Ширина ягоды (мм)	<u>0,55</u>	-0,20	<u>0,77</u>	<u>0,61</u>
Сахаристость сока ягод (г/100 см ³)	<u>-0,27</u>	<u>0,26</u>	<u>-0,51</u>	<u>-0,38</u>
Гитруемая кислотность (г/дм ³)	-0,06	<u>-0,28</u>	0,10	0,23
ГАП	-0,07	<u>0,37</u>	-0,29	<u>-0,34</u>
Дегустационная оценка свежего винограда (балл)	1,00	-0,09	<u>0,54</u>	<u>0,67</u>
Дегустационная оценка вина (балл)	-0,09	1,00	-	-
Усилие на отрыв отрыв ягод от плодоножки (г)	<u>0,54</u>	-	1,00	<u>0,57</u>
Усилие на раздавливание (г)	<u>0,67</u>	-	<u>0,57</u>	1,00

Дегустационная оценка свежего винограда, усилия на отрыв и раздавливания положительно коррелировали с размерами ягоды и грозди (коэффициенты корреляции от $r=0,41$ до $r=0,83$), отрицательно – с коэффициентом плодоношения и процентом плодоносных побегов (от $r=-0,30$ до $r=-0,44$). Усилие на раздавливание было выше у более поздних сортов, коэффициент корреляции с датой полной зрелости $r=0,54$ и с суммой температур за продукционный период $r=0,57$. Наблюдалась достоверная корреляция дегустационной оценки свежего винограда с усилием на отрыв ягод от плодоножки ($r=0,54$), с усилием на раздавливание ($r=0,67$). Усилия на отрыв и на раздавливание связаны друг с другом положительно ($r=0,57$). Дегустационная оценка вина не имела сильных связей с исследованными показателями, но слабо отрицательно коррелировала с массой ягоды ($r=-0,31$), длиной ягоды ($r=-0,38$), началом цветения ($r=-0,42$). У столовых сортов межвидового происхождения наблюдалось достоверно более высокое среднее усилие на раздавливание (1877 г), чем у сортов вида *Vitis vinifera* L. (1182 г, $p=0,000$). При этом усилие на отрыв ягод от плодоножки различалось недостоверно (321 г у межвидовых гибридов, 265 г – у сортов *Vitis vinifera* L., $p=0,100$). Дегустационные оценки свежего винограда также различались недостоверно (7,8 балла у межвидовых гибридов и 7,7 балла у сортов *Vitis vinifera* L.; $p=0,071$). Технические сорта винограда различного происхождения достоверно различались по дегустационной оценке вина ($p=0,005$): средний балл сортов межвидового происхождения составлял 7,8 балла, а сортов вида *Vitis vinifera* L. – 8,2 балла.

Заключение. В условиях климатических изменений и цифровизации экономики особое значение приобретают паспортные и оценочные базы данных ампелографической коллекции. Сведение в единую структуру многолетних наблюдений позволяет создавать прогностические модели, анализировать скорость реакции сортов на изменения климата.

Разнообразие сортов оценочной базы данных позволяет делать достоверные выводы о закономерностях связей признаков для культуры винограда в целом в данных условиях исследования, как это показано для корреляций увологических показателей. При этом оцененный материал должен быть тщательно охарактеризован в паспортной базе с точки зрения его ботанических особенностей, направления использования, способа ведения культуры, так как реакция групп может быть различной, как показал пример с зимостойкостью. Анализ увологических характеристик также выявил различия групп сортов. Сочетание тщательно выверенных паспортных и оценочных баз позволяет дифференцировать выборку на однородные группы и оценивать их особенности.

Литература

1. [Электронный ресурс]. - URL: <https://base.garant.ru/12172719/> (дата обращения 27.07.2019).
2. Второй глобальный план действий по генетическим ресурсам растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Принят Советом ФАО 29.11.2011, Рим (Италия). [Электронный ресурс].-URL: <http://www.fao.org/3/a-i2624r.pdf> (дата обращения 30.07.2019).
3. Тренды цифровых технологий в АПК. [Электронный ресурс]. - URL: <http://xn--80aplem.xn--p1ai/analytics/Trendy-cifrovyyh-tehnologij-v-APK/> (дата обращения 30.07.2019)
4. Апанасов Е.В., Наумова Л.Г. Разработка ампелографической базы данных ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко // Русский виноград. 2015. Т. 1. С. 3-6.
5. Code des caractères descriptifs des variétés et espèces de Vitis. Paris: Office International de la Vigneet du Vin. O.I.V. - 1983. - 56 p.
6. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Тенденции продолжительности вегетации сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко // Виноделие и виноградарство. 2013. № 6. С. 48-53.
7. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Анализ тенденций изменений урожайности сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им.Я.И. Потапенко // Виноделие и виноградарство. 2014. № 5. С. 44-49.
8. Наумова Л.Г., Ганич В.А., Новикова Л.Ю. Разнообразие сортов винограда Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко по зимостойкости // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2018. № 3. С.27-29.
9. Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г. Тенденции изменений сахаристости и кислотности сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко // Виноделие и виноградарство. 2013. № 6. С. 54-57.
- 10.Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г. Регрессионный анализ зимостойкости сортов винограда Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2018. № 4. С. 59-61.