

ОСОБЕННОСТИ АГРОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ В ДРЕВНЕЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ЗОНАХ КРЫМА

Лисецкий Ф.Н., Буряк Ж.А., Маринина О.А., Полетаев А.О.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород
liset@bsu.edu.ru

Качество продукции в регионах со специализацией на виноградарстве и садоводстве зависит от многих экологических факторов, но значение концентрации микроэлементов в почво-грунтах зоны ризосферы не менее весомо, чем основных элементов минерального питания (N, P, K, Ca, S, Mg). Согласно концепции “терруар” (“terroir”), почва, на которой выращивается виноград, её биогеохимические особенности играют важную роль в поведении лозы, качестве винограда и сенсорных характеристиках вина.

Следы древнего землеустройства под садоводство и виноградарство обнаружены в восьми местах Северо-Западного (СЗ) Крыма, включая окрестности Калос Лимена. К востоку от этого города в приморской зоне были и другие районы античного виноградарства. Окрестности пос. Черноморское на Тарханкутском п-ове – это территория, которая в античное время (IV в. до н.э. – II в. н.э.) была сельской округой Калос Лимена. Сейчас эта территория входит в Степной умеренно жаркий с мягкой зимой агроклиматический район. В СЗ Крыму благодаря большой продолжительности периода со среднесуточной температурой выше 10 °С (6–6,5 месяцев) возможно ежегодное созревание очень ранних сортов винограда и почти ежегодное (с вероятностью 90–95%) сортов среднего срока созревания. Однако узкая прибрежная полоса Тарханкутского п-ова по морозоопасности и условиям увлажнения отличается более мягкой зимой, прохладной весной и теплой осенью. Если во внутренних частях Тарханкута для созревания поздних сортов может оказаться недостаточной теплообеспеченность (с вероятностью таких лет 35–50%), то в прибрежной полосе вероятность недостатка тепла ниже – 15–30%. Климатический потенциал окрестностей Черноморского с суммой активных температур за вегетационный период 3520 °С достаточен для средних по срокам созреванию сортов, которые требуют 2700–2800 °С, но тепла может оказаться недостаточно для созревания поздних сортов винограда.

Виноградарство в античную эпоху играло различную роль в экономике Херсонеса Таврического на его ближней хоре (на Гераклеийском п-ове) и на дальней хоре (в СЗ Крыму) (Lisetskii et al., 2018).

Регион, где была хора Калос Лимена по сравнению с Гераклеийским п-овом, расположенном в 120 км к ЮЮВ, отличается меньшей годовой суммой осадков (на 30 мм) и суммой температур $\Sigma t > 10^\circ$ на 324° при одинаковых

абсолютных минимумах температур с датой последнего заморозка весной на 14 дней раньше. Эти два региона и поныне отличаются по условиям виноградарства. Если в СЗ Крыму климатические условия оптимальны для ранних сортов и среднего сорта созревания винограда, то на Гераклейском п-ове могут быть получены лучшие виноматериалы для марочных столовых вин, а также крепкие и десертные вина хорошего качества. Можно предположить, что дефицит тепла для виноградарства отличал СЗ Крым от Гераклейского п-ова и в античную эпоху. Кроме того, и почвенно-литологические условия в этих двух регионах имеют существенные отличия.

Долгая история развития сельского хозяйства СЗ Крыма открывает новые возможности для изучения постагрогенных трансформаций почв (Лисецкий и др., 2017).

Цель исследования состояла в выявлении геохимических различий залежных почв в античных наделах, использованных под многолетние насаждения в четырех регионах СЗ Крыма. Объекты исследования расположены на дальней хоре Херсонеса в приморской зоне (Калос Лимен и на мысе Ойрат) и во внутренних районах, в 10 км от моря (Ортли и Мамай-Тюп). Земли под виноградники в этом регионе были отведены на пологих равнинах с уклонами до 3°, при этом избегали северных экспозиций.

Химические свойства почв анализировали стандартными методами: содержание Сорг. по Тюрину; CO₂ ацидиметрическим методом; подвижных форм P₂O₅ по Мачигину. Концентрацию 22 макро- и микроэлементов (CaO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, K₂O, Na₂O, MgO, MnO, Fe, TiO₂, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Pb, Rb, Ba, Zr, As) в почвах виноградников определяли методом рентгеновского флуоресцентного анализа (Спектроскан Max-GV). Оценка качества почвы (SQ) выполнена по формуле: $SQ = (S_1/P_1 \cdot S_2/P_2 \cdot \dots \cdot S_n/P_n)^{1/n}$, где S_i и P_i – содержание Сорг. и элементов аккумуляции в почве (S) по сравнению с материнской породой (P).

Почвы у Калос Лимена изучали в наделах с двумя видами многолетних насаждений *vinea* (виноградная лоза на кольях и шпалерах) и *arbustum* (лоза по плодовым деревьям) с расстоянием между плантажными стенами 2 и 5 м соответственно. Влияние агротехники на геохимию почв показывает сопоставление почв из наделов с фоновыми участками (вне системы землеустройства).

Более высокие концентрации в постантичных широких наделах отмечены для ассоциации элементов, которую можно представить в виде ряда: Co>Cu>Pb>Ni>Cr>Ba>V. Сравнение почв в узких наделах со своим фоном показало более высокое содержание по пяти элементам: Pb>Co>V>Sr>Na. При сравнении содержания 13 элементов, которые имели наибольшие отличия в широких и узких наделах по отношению к фону, мы выявили различия в накоплении и рассеянии элементов в слое 0-12 см залежных почв. Почвы в широких наделах отличаются более высоким

содержанием CaO, Sr, Cu и Ni, и меньше обогащены V, Zn, Pb, Rb и Ba. Оксиды, которые были менее чувствительными к агрогенным трансформациям почвы (SiO_2 , MgO, K_2O , TiO_2 , MnO, P_2O_5 , Al_2O_3 и общее Fe), отражают геохимические особенности кальциевых ландшафтов в условиях степного климата СЗ Крыма. Особенно важно отметить геохимическую специфику для тех элементов, которые влияют на вкусовые качества вин. Элювий известняков из СЗ Крыма ($n=28$) содержит общего Fe $2,02 \pm 0,02\%$ и Al_2O_3 $8,59 \pm 0,08\%$ соответственно. Для сравнения, элювий известняков и *terra rossa* на Гераклеийском п-ове содержат общего Fe 3,4 и 9,4% и Al_2O_3 9,3 и 19,7% соответственно.

Результаты оценки содержания тех элементов, которые имели преимущественное накопление, и элементов рассеяния по отношению к почвам необрабатываемым, были использованы для диагностики различий между постантичными залежами в трех других (кроме Калос Лимена) местах СЗ Крыма. В верхней части горизонта А постантичных залежных почв содержание гумуса находилось в пределах 2,64–4,86%, CaCO_3 – 22,99–50,81%.

Три географических региона в СЗ Крыму, которые отличаются в почвенном отношении по содержанию органического вещества, карбонатов, а также элементов аккумуляции (Co, Pb, Cu, Cr, Ni, Ba, V) и рассеяния (Sr, Na, As, Zn, Zr, CaO) в постантичных залежных почвах по отношению к почвам необрабатываемым были определены по результатам кластерного анализа: Мыс Ойрат (кластер I); Ортли и Мамай-Тюп (кластер II); Калос Лимен (узкие и широкие надель) (кластер III). Хотя очевидно, что два региона у побережья Черного моря (Калос Лимен и Мыс Ойрат) как сейчас, так и в древности, различались по климату от внутренних районов (Ортли и Мамай-Тюп), более сильным фактором дифференциации были почвенные условия.

Согласно результатам кластерного анализа по 15 почвенным параметрам, все восемь залежных почв четко классифицированы по географическому признаку. Это касается и объектов, которые были включены для сравнения: целинная почва у Калос Лимена тяготеет к кластеру III, а почва на плите известняка от плантажной стенки (на м. Ойрат) соседствует с объектами того же земельного участка (кластер I).

Ранжированные убывающие ряды аккумуляции элементов в почве по отношению к ее материнской породе были построены по средним значениям тех объектов, которые сформировали кластеры. Эти ряды имеют следующий вид: кластер I: $\text{Cu} > \text{Ba} > (\text{V}, \text{As}, \text{Ni}, \text{Zn})$; кластер II: $\text{Cu} > \text{Co} > \text{Pb} > \text{V} > \text{Cr}$; кластер III: $\text{Cu} > \text{Pb} > \text{Ni} > \text{As} > \text{V} > \text{Zr} > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Ba}$. Наибольшее геохимическое разнообразие отмечено для почв из кластера III (9 элементов имеют более высокое содержание в почве, чем в материнской породе, включая ассоциацию тяжелых металлов). Почвы, которые входят в кластер III (Калос

Лимен), имеют по сравнению с почвами на Мысе Ойрат более высокое содержание V, Zn и Ni, но особенно значительные концентрации Sr, Ba и Zr. Почвы, которые сформировали кластер II (Ортли и Мамай-Тюп), отличаются от почв из кластера I более высоким содержанием Sr, Ba и пониженной концентрацией Cu.

Оценка садопригодности почв СЗ Крыма с учетом критических и допустимых параметров содержания CaCO_3 в почвах плодовых культур (Опанасенко и др., 2015), позволила определить наиболее вероятный состав устойчивых садов в античную эпоху. В СЗ Крыму, с учетом широкого распространения дерново-карбонатных почв с глубиной залегания известняков от 1,5 м на таких объектах, как Калос Лимен и Ойрат, помимо виноградников типа *arbustrum* можно предположить функционирование долговременных садов из семечковых (яблоня, груша) культур, а из косточковых – сливы, алычи, абрикоса, а также миндаля и грецкого ореха.

В античных многолетних насаждениях агротехника была направлена на создание благоприятных условий для продукционного процесса с помощью плантажа. Биогеохимическая оценка корнеобитаемого слоя (32-102 см), который был создан при закладке виноградника в IV в. до н.э., показала, что качество залежной почвы (SQ) оказалось ниже на 20% чем у целинного аналога. Консервативные почвенные свойства в виде геохимических ассоциаций выступают индикаторами агрогенных трансформаций под влиянием древних практик землепользования. Следовательно, по информативным биогеохимическим индикаторам агрогенеза возможно проводить диагностику интенсивности земледельческих нагрузок в сельских округах античных поселений.

Интегральная геохимическая характеристика почв, которые в античную эпоху (IV-II вв. до н.э.) использовали под многолетние насаждения в четырех регионах СЗ Крыма, показала приоритет географического фактора, что согласуется с оценкой роли почвы и её биогеохимических особенностей в концепции “терруар”.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00562.