УДК 94(551.4:551.524:663.2:910.3)



Геворкян С.Г.

К определению минимальной температуры воздуха во Фракии зимой 400—399 гг. до н.э. (на основании сообщения Ксенофонта)

Геворкян Сергей Георгиевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ОАО «Фундаментпроект» (Москва)
ORCID ID https://orcid.org/0000-0002-7701-6209
E-mail: sergey-g-gevorkyan@j-spacetime.com; Sergev99@yandex.ru

Ксенофонт, описывая в «Анабасисе» события во Фракии зимой 400–399 гг. до н.э., сообщает о холодах настолько сильных, что из-за них «замерзало вино в глиняных сосудах». На основании прямого экспериментального определения температуры замерзания некоторых сортов виноградных вин в настоящей статье сделан вывод о том, что температура воздуха во Фракии зимой 400–399 гг. до н.э. опускалась, по крайней мере, до минус 13°С.

Ключевые слова: «Анабазис» Ксенофонта; история Древней Греции; климат Фракии; вино; температура воздуха; температура замерзания; температура переохлаждения..

Введение

Ксенофонт[1], описывая события во Фракии (на территории нынешней европейской Турции и Болгарии) зимой 400–399 гг. до н.э., сообщает в главе IV книги VII своего «Анабасиса» следующее:

> «Тем временем выпал глубокий снег и настал такой холод, что вода, приносимая к обеду, замерзала, так же, как и вино в глиняных сосудах, и многие эллины отморозили себе носы и уши. Тогда выяснилось, почему фракийцы носят на головах и ушах лисьи шкуры, а также хитоны, прикрывающие не только грудь, но и бедра, а при верховой езде – плащи, доходящие до пят, а не хламиды» (Anabas. VII: iv, 3–4)[2].

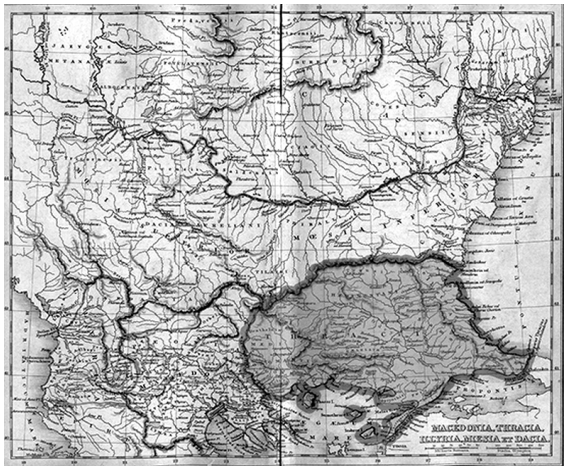


Рис. 1. Древняя Фракия (карта из атласа Alexander G. *Findlay Classical Atlas to Illustrate Ancient Geography*. New York, 1849 с сайта http://www.emersonkent.com/tribes_and_peoples/thracians.htm).

Спустя почти 2400 лет после описываемых событий, это сообщение стало основанием для попыток палеотемпературных реконструкций, предпринятых уже нашими современниками.

По-видимому, одним из первых такую попытку предпринял голландец Й.П. Стронк[3], путём расчётов

[1] Ксенофонт (Ξενοφῶν; ок. 430 г. до н.э. – не ранее 356 до н.э.) – древнегреческий писатель и историк афинского происхождения, полководец и политический деятель, один из учеников Сократа. Главное сочинение Ксенофонта – «Анабасис» (др.-греч. Ἀνάβασις – букв. «Восхождение»), или «Отступление десяти тысяч», в котором он описал отступление из Месопотамии на север к Трапезусу (ныне Трабзон), а оттуда – в Грецию десяти тысяч греческих наёмников-гоплитов после неудачной для них битвы у Кунаксы, деревни близ Евфрата, в 130 км к северо-западу от Вавилона (401 г. до н.э.).
[2] Ксенофонт. Анабасис / Пер. М.И. Максимовой, под ред. И.И. Толстого. М.: Изд-во АН СССР, 1951. С. 202.
[3] Stronk J.P. *The Ten Thousand in Thrace: An Archaeological and Historical Commentary on Xenophon's Anabasis, Books VI, iii–vi – VIII*. Amsterdam: J.C. Gieben Publishing house, 1995, p. 224.

определивший, что температура замерзания обычного виноградного вина крепостью 12% должна равняться минус 3,9°С.

Здесь следует отметить, что ещё в середине прошлого века М.А. Герасимов и Т.К. Политова-Совзенко экспериментально показали, что температура замерзания сухих вин различных типов зависит от содержания в них спирта и экстракта[1], понижающих точку замерзания[2]. В свою очередь, Т.Л. Парфентьевой были составлены таблицы температуры замерзания вин в зависимости от их спиртуозности, сахаристости и экстрактивности. Одна из этих таблиц представлена ниже (табл. 1); по ней мы можем ориентировочно определить температуру замерзания вина.

Таблица 1

Температура замерзания вин (по М.А. Герасимову)[3]

Концентрация экстракта вина, г/100 мл	**Концентрация спирта, %**							
	7	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
1,0	-2,8	-3,2	-3,6	-4,0	-4,4	-4,9	-5,4	-5,9
2,0 (Белые вина)	-3,0	-3,4	-3,9	-4,4	-4,8	-5,3	-5,8	-6,3
3,0 (Красные вина)	-3,0	-3,7	-4,2	-4,7	-5,2	-5,7	-6,3	-6,8
4,0 (Крепкие и десертные вина)	-3,6	-4,0	-4,5	-5,1	-5,6	-6,2	-6,7	-7,2
5,0	-2,9	-4,4	-4,9	-5,4	-6,0	-6,6	-7,1	-7,7
6,0	-4,2	-4,7	-5,3	-5,8	-6,4	-7,0	-7,5	-8,1

Кроме того, специалистам известно, что для приблизительного расчёта температуры замерзания спиртных напитков существует простая формула:

$$T_{ЗН} = -\left(\frac{C_H}{2} - 1\right),$$

где $T_{ЗН}$ – температура замерзания напитка в градусах Цельсия, C_H – крепость напитка в объёмных процентах[4].

Из всего сказанного становится понятным со всей очевидностью, что «расчётный подход», предпринятый Й.П. Стронком к определению температуры замерзания вина, является несерьёзным и ошибочным, а полученная Й.П. Стронком оценка температуры замерзания вина – совершенно нереальна и может рассматриваться всего лишь как курьёз.

Другим, куда более простым и разумным путём пошёл С.Г. Карпюк, который предпочёл воспользоваться экспертными оценками. По его данным[5], в описываемое Ксенофонтом время зимние холода во Фракии должны были доходить до минус 6–7°С и даже ниже – до минус 10°С.

Данные, представленные С.Г. Карпюком, будучи недалеки от истины, всё же требуют уточнения и конкретизации. По этой причине мы предприняли собственное исследование, имеющее целью определение температуры замерзания некоторых сортов виноградных вин. Определив температуру замерзания вина, мы сможем сделать выводы о минимальной температуре воздуха во Фракии зимой 400–399 гг. до н.э., когда, по сообщению Ксенофонта, замерзало «вино в глиняных сосудах». Результаты этого исследования приводятся ниже.

Методика и материалы

Для определения температуры замерзания виноградных вин нами использовалась применяемая в мерзлотоведении методика определения температуры начала замерзания грунтов, которая может с успехом применяться и при определении температуры замерзания разного рода жидкостей, в том числе и водных растворов различных веществ.

---

[1] Экстракт вина – сумма всех содержащихся в вине нелетучих веществ; один из важных показателей качества, позволяющий судить о вкусовых достоинствах вина.
[2] Герасимов М.А. Технология вина. М.: Пищевая промышленность, 1959.
[3] Там же. С. 348, табл. 24.
[4] Евсевский Ф. Библия бармена. Все о напитках. Барная культура. Коктейльная революция. М.: Евробукс, 2014.
[5] Карпюк С.Г. Замерзшее вино Ксенофонта: природно-исторический контекст // Античный мир и археология. 2013. № 16. С. 67–70; Он же. Климат и география в человеческом измерении (архаическая и классическая Греция). М.: Институт всеобщей истории РАН, 2010; Он же. Снежные парасанги: зима и зимние холода в сочинениях Ксенофонта Афинского // Мнемон. Исследования и публикации по истории античного мира: Сб. научных статей. Вып. 5. СПб: СПбГУ, 2006. С. 145–162.

Под температурой начала замерзания грунта T_{bf} понимают температуру, при которой в поровой воде начинают формироваться кристаллы льда. Температура начала замерзания грунта зависит, в первую очередь, от природы грунта, от его влажности, от содержания и состава солей, растворённых в поровой воде. Поэтому в каждом отдельном случае, для каждого конкретного грунта температура начала его замерзания должна определяться особо[1]. Температура начала замерзания T_{bf} поровой воды и температура её переохлаждения T_h являются основными показателями процесса замерзания грунта.

Температура переохлаждения поровой воды T_h определяется как разность между минимальной наблюдавшейся температурой жидкой воды и температурой начала её замерзания[2]. Температура начала замерзания T_{bf} соответствует наиболее высокой и устойчивой температуре, зафиксированной вслед за температурным скачком после переохлаждения воды[3]. Этот скачок обусловлен выделением теплоты кристаллизации воды, начавшейся после переохлаждения[4]. В зависимости от соотношения количества влаги и массы минерального скелета температура начала замерзания смещается в область более низких температур. В горных породах вода всегда в какой-то степени минерализована, а наличие растворённых солей также понижает температуру замерзания[5].

Если в отношении крупнозернистых грунтов ещё можно с некоторой степенью условности говорить о постоянной температуре замерзания, то в отношении грунтов тонкодисперсных, таких, как глина и суглинок, это положение оказывается неточным, поскольку содержание льда в суглинке и глине с понижением температуры непрерывно растёт. То есть, как это было показано А.П. Боженовой[6], тонкодисперсные грунты замерзают **в спектре температур**. Наибольшее практическое значение имеет наивысшая в этом спектре и наиболее устойчивая во времени температура, которая и называется температурой начала замерзания T_{bf}.

А.П. Боженовой было показано также, что температура переохлаждения грунта T_h зависит от интенсивности его охлаждения и влажности – повышение интенсивности охлаждения грунта приводит к понижению температуры их переохлаждения, а понижение влажности грунта – наоборот, вызывает повышение температуры переохлаждения[7].

Методика опытного определения температуры начала замерзания грунтов достаточно подробно описана в научной литературе П.И. Андриановым[8], А.П. Боженовой[9], Н.А. Цытовичем[10], Э.Д. Ершовым[11], и др. При проведении экспериментов с температурой замерзания следует придерживаться рекомендаций этих авторов.

Перед началом опытов тщательно перемешанный талый (оттаявший) грунт естественной влажности заполняется в цилиндрические металлические капсулы (или бюксы), объёмом от 40 до 80 куб. см, и уплотняется до плотности, близкой к естественной. Капсулы с грунтом взвешиваются до начала опыта и после него, чтобы определить влажность грунта.

В грунт (внутри капсулы) помещают цифровой датчик температуры, – таким образом, чтобы он находился примерно в геометрическом центре образца, и чтобы был обеспечен плотный контакт датчика с грунтом. Затем в холодильном шкафу устанавливают температуру в пределах от минус 5 до минус 6°С, помещают туда капсулы с грунтом, и проводят эксперимент по определению температуры начала замерзания. Далее температура холодильного шкафа доводится до значений минус 10 – минус 11°С, чтобы обеспечить замерзание связанной воды в грунте. После чего холодильный шкаф переводится в режим оттаивания, при котором определяется температура оттаивания грунта T_m, необходимая для достоверной интерпретации получаемых характеристик.

---

[1] Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. М.: Высшая школа, 1973.
[2] Боженова А.П. Инструктивные указания по лабораторным методам определения температуры переохлаждения и начала замерзания грунтов // Материалы по лабораторным исследованиям мёрзлых грунтов. Сб. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 16–31; Цытович Н.А. Указ. соч.
[3] Андрианов П.И. Температуры замерзания грунтов // Труды Дальневосточной комплексной экспедиции. СОПС АН СССР. Комиссия по изучению вечной мерзлоты. Вып. 1. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1936. С. 17–54; Он же. Связанная вода почв и грунтов. Труды Института мерзлотоведения АН СССР. Т. 3. М. – Л.: Изд-во АН СССР. 1946.
[4] Савельев Б.А. Физико-химическая механика мёрзлых пород. М.: Недра, 1989,
[5] Цытович Н.А. Указ. соч.
[6] Боженова А.П. Указ. соч.
[7] Там же; Втюрина Е.А., Втюрин Б.И. Льдообразование в горных породах. М.: Наука, 1970. 280 с.
[8] Андрианов П.И. Указ. соч.
[9] Боженова А.П. Переохлаждение воды при замерзании её в почво-грунтах // Материалы по лабораторным исследованиям мёрзлых грунтов. Сб. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 144–156; Она же. Инструктивные указания...
[10] Цытович Н.А. Указ. соч.
[11] Лабораторные методы исследования мерзлых пород / Под ред. Ершова Э.Д. М.: Изд-во МГУ, 1985; Методы геокриологических исследований / Под ред. Ершова Э.Д. М.: Изд-во МГУ, 2004.

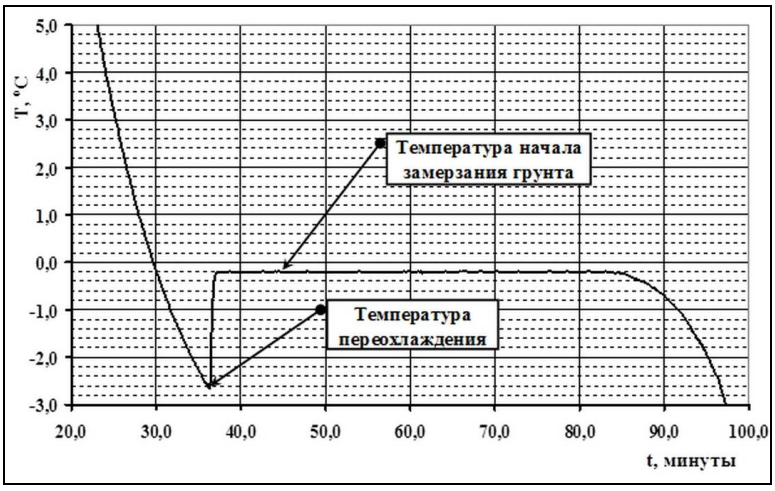


Рис. 2. Определение температуры начала замерзания грунта (на примере пылеватого песка; влажность песка W = 21,1%, засоленность D_{sal} = 0,01%, температура начала замерзания песка T_{bf} = - 0,2 °C).

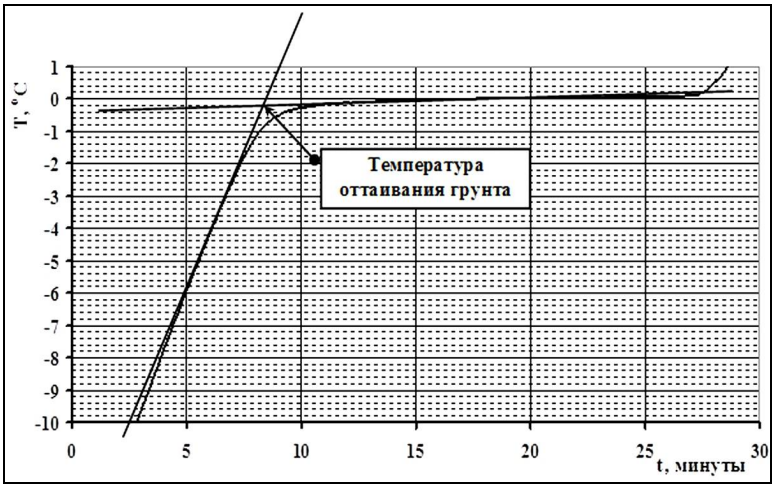


Рис. 3. Определение температуры оттаивания грунта (на примере пылеватого песка; влажность песка W = 21,1 %, засоленность D_{sal} = 0,01 %, температура оттаивания T_m = - 0,2 °C).

По результатам испытаний строятся диаграммы изменения температуры грунта во времени при замораживании (рис. 2) и диаграммы изменения температуры грунта во времени при оттаивании (рис. 3).

Температура начала замерзания грунта определяется по «полке» на диаграмме – как наиболее высокая и устойчивая температура, наступающая вслед за температурным скачком от температуры переохлаждения (рис. 2).

На диаграмме изменения температуры грунта во времени при замерзании чётко выделяются четыре основных участка:

– первый участок соответствует процессу охлаждения и переохлаждения грунта, т.е. на этом участке имеет место только понижение температуры без льдовыделения. Обычно участок охлаждения имеет вогнутость в сторону оси температур;

– второй участок диаграммы замерзания грунта соответствует процессу скачка температуры, который происходит после того, как кривая охлаждения достигает температуры переохлаждения (рис. 1). Этот температурный скачок представляет собой резкое повышение температуры вследствие выделения скрытой теплоты льдообразования;

– после скачка наступает период с относительно устойчивой постоянной температурой, в течение которого происходит кристаллизация грунтовой влаги. Высшая и наиболее устойчивая температура, наблюдаемая при температурном скачке, называется **температурой начала замерзания грунта по П.И. Андрианову**[1]. Этому периоду соответствует так называемая «полка» на диаграмме замерзания грунта (рис. 2);

– четвёртый участок диаграммы соответствует дальнейшему понижению температуры грунта, которое происходит по нелинейному закону по кривой, имеющей выпуклость (а не вогнутость, как при первоначальном охлаждении) в сторону оси температур. На этом участке ещё продолжает замерзать рыхлосвязанная[2] вода с постепенно уменьшающимся выделением скрытой теплоты льдообразования. Только после окончания этого процесса, когда в грунте остаётся лишь прочносвязанная[3] вода, происходит быстрое понижение температуры грунта до температуры окружающей среды.

Диаграмма изменения температуры грунта во времени при оттаивании имеет три основных участка:

– для первого характерно резкое изменение температуры за счёт того, что теплоёмкость грунтов при низких температурах мала из-за низкой интенсивности фазовых переходов. В то же

[1] Цытович Н.А. Указ. соч.
[2] Там же.
[3] Там же.

время разность температур образца в капсуле (бюксе) и окружающей среде велика, поэтому оттаивание идёт высокими темпами;

– на втором участке отмечается слабое изменение температуры во времени, так как при приближении к температуре полного оттаивания грунта теплоёмкость его за счёт интенсивных фазовых переходов резко увеличивается. Наличие этого участка объясняется интенсивным поглощением скрытой теплоты плавления, затрачиваемой на разрушение кристаллической решётки льда;

– третий участок кривой характеризуется возрастанием скорости повышения температуры, что происходит после прекращения фазовых переходов и связанного с этим резкого снижения теплоёмкости грунта. По этой диаграмме температура оттаивания определяется как точка пересечения двух касательных (рис. 3). Первая касательная проводится на участке интенсивного растепления образца (т.е. на I участке), а вторая – на участке фазовых переходов поровой влаги из мерзлого состояния в талое (т.е. на III участке).

Результаты испытаний показывают, что в некоторых случаях температура замерзания грунта оказывается несколько ниже, чем температура оттаивания. Это может быть связано с влиянием капиллярного эффекта при замораживании; при оттаивании же влияние этого эффекта понижается. Кроме того, различие в температурах замерзания и оттаивания сопряжено со структурно-текстурными преобразованиями в породах при их замерзании и оттаивании[1].

При проведении наших экспериментов по определению температуры замерзания вина мы, в целом, следовали описанной выше методике, но с некоторыми поправками:

– сухие и полусладкие вина замораживались при температуре минус 12°С, а десертное вино замораживалось при температуре минус 18°С. После того, как определялась температура начала замерзания и образцы вина замерзали, холодильный шкаф переводился в режим оттаивания;

– замораживание осуществлялось при непрерывном измерении температуры вина.

В качестве индикаторов температуры использовались цифровые датчики DS18620, подключаемые к последовательному порту (COM-порту) персонального компьютера через адаптер Microlan. Датчики диаметром 4 мм и длиной 4,5 мм, производства фирмы Dallas Semiconductor. Точность измерения составляет 0,1°С. Частота сбора данных – 1 секунда. Показания датчиков выводились в цифровом формате на персональный компьютер;

– для замораживания образцов вина использовались металлические стаканчики объёмом 105 куб. см;

– для замораживания образцов вина использовался холодильный шкаф объемом 0,014 куб. м на базе агрегата ФАК-0,5.

Выбор вин для наших экспериментов – это отдельная и довольно непростая задача. Самым правильным её решением стало бы воссоздание древнегреческого вина, используя рецепты и оборудование, описанные античными авторами. Не так давно весьма удачный опыт подобной реконструкции был предпринят аспиранткой Кубанского госуниверситета А.П. Степанченко, которая, взяв за основу описанную Катоном рецептуру приготовления античного косского вина, и используя сорта винограда Саперави и Шардоне, получила вино, удостоенное высокой органолептической оценки энологов из Краснодарского НИИ садоводства, виноградарства и виноделия[2].

Понятно, что для приготовления вина, аутентичного древнегреческому, обладание античными рецептурами и оборудованием совершенно недостаточно. Необходим ещё и виноград соответствующего античного сорта[3], да к тому же и выращенный по античным греческим технологиям, которые, как известно, отличаются от современных[4]. Именно свойства местных сортов винограда и определяли специфические качества древнегреческих вин – высокое содержание в них спирта, сахаристость и экстрактивность, их ликерную консистенцию[5].

---

[1] Лабораторные методы….
[2] Степанченко А.П. Опыт исторической реконструкции «греческого вина» // Историческая и социально-образовательная мысль. 2013. № 3 (19). С. 46–49.
[3] Степанченко А.П. К вопросу о сортименте выращиваемого винограда в античный период на азиатском Боспоре // Молодой ученый. 2011. Т. 2. № 8 (31). С. 73–75.
[4] Энциклопедия виноградарства. Кишинев: Главная редакция Молдавской Советской Энциклопедии, 1986.
[5] Там же; Зайчик Ц.Р., Зайчик Б.Ц. Вина античных времен // Виноделие и виноградарство. 2014. № 3. С.43–45; Сидоров А. Вино, которого нет // Пищевая индустрия. 2015. №2 (24). С.36–38.



Смешение вина с водой. Прорисовка изображения на краснофигурном стамносе (сосуде округлой формы для хранения жидкостей). Смикр, ок. 510 г. до н.э.



Сцены винопития. Древнегреческая керамика, VI–V вв. до н.э.

Такого винограда в нашем распоряжении нет. Поэтому нам приходилось выбирать из современных вин такие, которые по своему качеству наиболее походили бы на те, которые употреблялись древними греками. Выбор этот затруднён тем, что древние греки добавляли в свои вина различные вещества минерального и растительного происхождения для осветления вина, предохранения его от порчи, для ароматизации или придания ему лечебных свойств. Кроме того, они добавляли в вино оливковое масло, золу сожжённой виноградной лозы, гипс, белую глину, истолченный сладкий и горький миндаль, изюм, пажитник греческий[1], тимьян, кедровые орехи, семена клещевины, семена укропа, гороховую муку, мяту, корицу, мёд, молоко, морскую воду; выпаривали вина на огне до густоты сиропа (который затем пили разбавленным водой)[2].

В наши дни и в наших широтах найти виноградное вино с добавками такого рода вряд ли возможно, поэтому в своих поисках нам пришлось ограничиться минимальным числом показателей искомого вина, принимая во внимание, что древнегреческие вина выделяются, в первую очередь, высоким содержанием в них спирта, своей сахаристостью и экстрактивностью. По этим трём показателям нами для экспериментов был выбран кагор. Кроме того, для опытов был использованы также некоторые белые и красные сухие и полусладкие вина.

Перечень виноградных вин, использованных в наших экспериментах, представлен в табл. 2.

Предвосхищая возможные вопросы, спешим сообщить, что после испытаний вино начисто утрачивало свои потребительские качества и потому выливалось прочь безо всякого сожаления.

Таблица 2

Вина, использованные для определения температуры замерзания

Название вина	Сорт вина	Содержание спирта, % об.	Содержание сахара, г/куб. дм	Изготовитель
Каберне	Столовое сухое красное	10–12	–	Торговый Дом «Виктория», г. Майкоп
Шардоне	Столовое сухое белое	10–12	–	Торговый Дом «Виктория», г. Майкоп
Каберне	Столовое полусладкое красное	10–12	40	Торговый Дом «Виктория», г. Майкоп
Мускатное	Столовое полусладкое белое	10–12	40	Торговый Дом «Виктория», г. Майкоп
Кагор Тамани десертный	Десертное красное	16	140	«Кубань-Вино»

[1] Пажитник греческий (Trigonella foenum-graecum), он же – пажитник сенной, шамбала, греческое сено, грибная трава, греческая сочевица, фенигрековая трава, фенугрек, чаман, – однолетнее растение; вид рода Пажитник семейства Бобовые.

[2] Зайчик Ц.Р., Зайчик Б.Ц. Указ. соч.; Степанченко А.П. Некоторые традиции винопития древних греков на азиатском Боспоре в античный период // Теория и практика общественного развития. 2013. № 7. С. 135–137; Dalby A. *Siren Feats. A History of Food and Gastronomy in Greece.* New York: Routledge, 1997.

Обсуждение полученных результатов

Результаты наших экспериментов представлены в табл. 3, где приводятся средние (по испытанным образцам) значения температуры начала замерзания и температуры переохлаждения некоторых виноградных вин. Кроме того, на рис. 4 и рис. 5 в качестве примера представлены диаграммы, описывающие изменение температуры испытываемых вин при их замораживании.

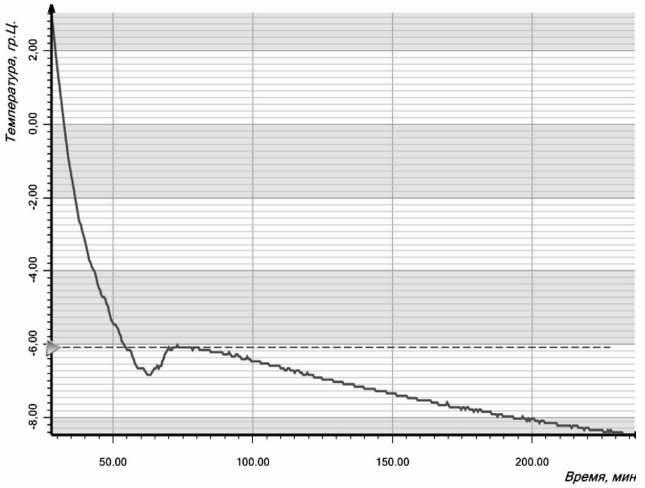


Рис. 4. Определение температуры начала замерзания «Каберне» полусладкого красного (крепость: 10–12% об, сахар: 40 г/куб. дм, температура начала замерзания T_{bf} = -6,1°C, температура переохлаждения T_h = -6,8°C).

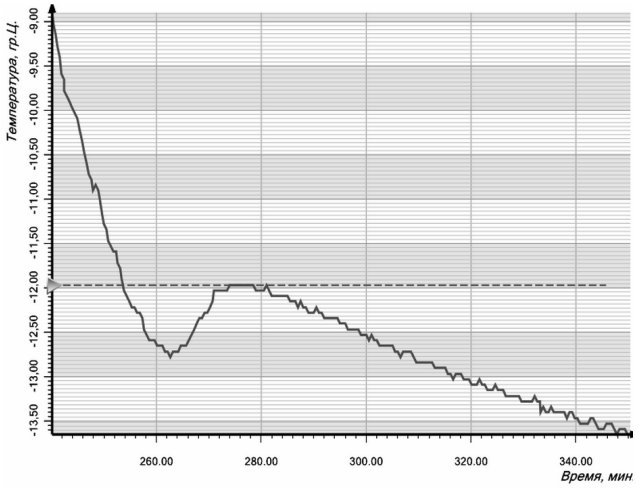


Рис. 5. Определение температуры начала замерзания вина «Кагор Тамани» десертного красного (крепость: 16% об, сахар: 140 г/куб. дм, температура начала замерзания T_{bf} = -12,0°C, температура переохлаждения T_h = -12,8°C).

Таблица 3

Результаты определений температуры начала замерзания и температуры переохлаждения некоторых виноградных вин

Название и сорт вина	Количество испытанных образцов	Среднее значение температуры начала замерзания, °C	Среднее значение температуры переохлаждения, °C	Наименьшее значение температуры переохлаждения, °C
Каберне сухое красное	8	-5,3	-5,5	-5,6
Шардоне сухое белое	8	-5,6	-5,7	-5,9
Каберне полусладкое красное	8	-6,0	-6,5	-6,8
Мускатное полусладкое белое	8	-6,1	-7,4	-8,4
Кагор Тамани десертный (натуральный)	4	-12,0	-12,7	-12,8
Кагор Тамани десертный (после выпаривания)	4	-8,0	-9,6	-9,7

Как видим из табл. 3, среди всех испытанных вин кагор ожидаемо показал самую низкую температуру начала замерзания и самую низкую температуру переохлаждения. В то же время, кагор, предварительно прокипячённый и выпаренный до половины своего первоначального объёма, и потеряв спирт, показал по сравнению с натуральным (не кипячённым) кагором более высокие значения температуры начала замерзания и температуры переохлаждения. Но по сравнению с другими испытанными винами эти характеристики у прокипячённого и выпаренного кагора всё равно оказываются ниже – по причине высокого содержания сахара в нём.

Надо учитывать, что в античных греческих винах присутствовала соль (она создавала дополнительный консервирующий эффект)[1]. Но наличие соли в вине должно ещё более понизить температуру

[1] Степанченко А.П. Опыт исторической реконструкции...

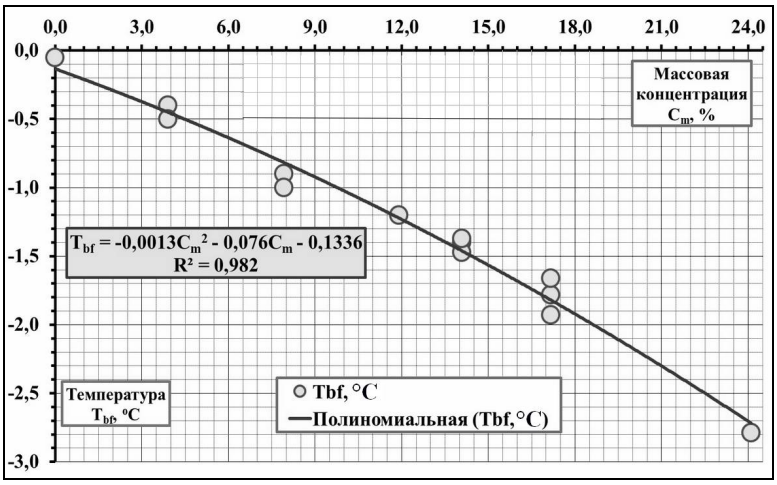


Рис. 6. Зависимость температуры начала замерзания водного раствора сахарозы от массовой концентрации.

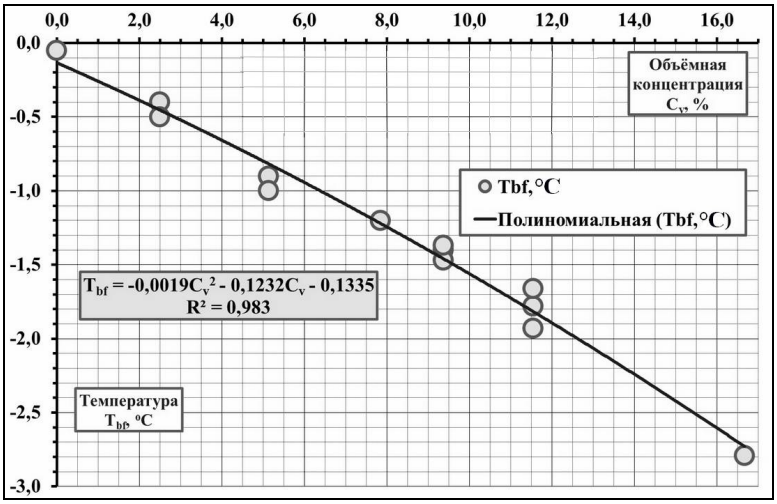


Рис. 7. Зависимость температуры начала замерзания водного раствора сахарозы от объёмной концентрации.

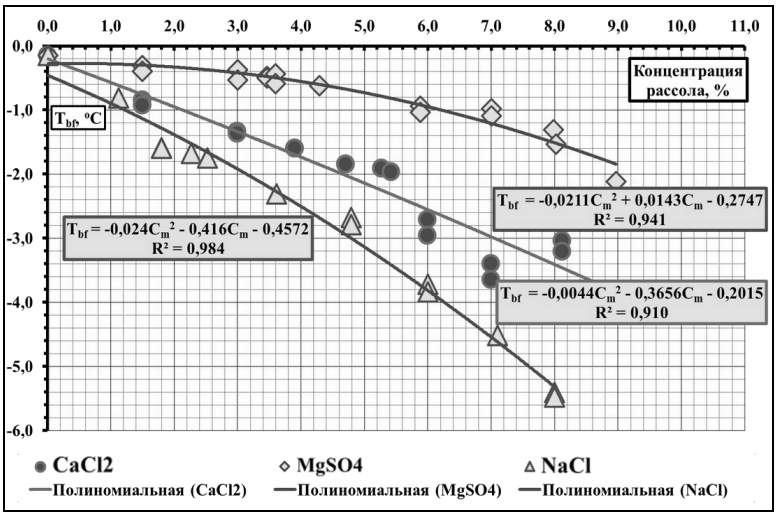


Рис. 8. Зависимость температуры начала замерзания водных растворов некоторых солей от их массовой концентрации .

его замерзания. Наконец, поскольку описываемые события происходили во Фракии, то и вина были, скорее всего, местного, фракийского производства. А для фракийских вин было характерно очень высокое содержание сахара[1]. Принимая во внимание технологию производства античных вин, можно не сомневаться, что во фракийских винах содержание сахара было значительно выше, чем в кагоре, который был подвергнут нами замораживанию. Но чем выше содержание сахара в вине, тем ниже температура его замерзания. Следовательно, у нас есть все основания предположить, что фракийские вина замерзали при температуре значительно более низкой, чем современный кагор отечественного производства.

О том, как температура замерзания водных растворов сахарозы, а также водных растворов некоторых минеральных солей зависит от их концентрации, можно судить по диаграммам на рис. 6–8, которые построены по результатам наших предшествующих экспериментов.

Следует также обратить особое внимание на температуру переохлаждения испытанных вин. Чтобы началось замерзание воды или водных растворов, недостаточно охладить их до температуры замерзания, а необходимо ещё и некоторое переохлаждение их ниже этого предела – до температуры переохлаждения[2]. Это значит, что для того, чтобы вино замёрзло, оно должно сначала охладиться до температуры переохлаждения T_h, и лишь после этого произойдёт температурный скачок и начнётся процесс замерзания при температуре T_{bf}.

Таким образом, учитывая всё вышесказанное, а также исходя из представленных в табл. 3 результатов наших экспериментов и принимая во внимание, что из всех испытанных нами вин по основным своим характеристикам наиболее похожим на древнегреческие оказался современный отечественный кагор, температура переохлаждения которого находится в

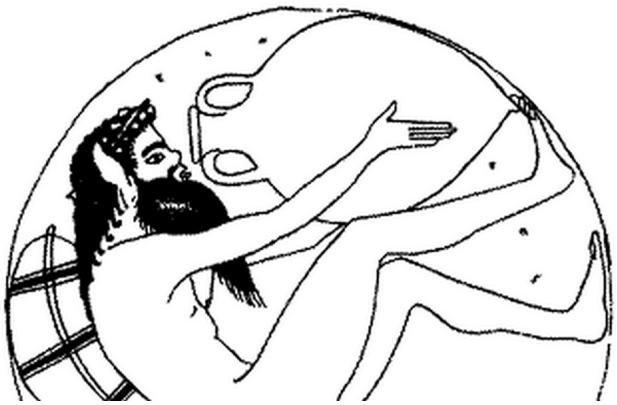
[1] Фракийское вино [Электронный ресурс] // BG: Купи в Болгарии. Режим доступа: http://buyinbg.com/poleznaya-informacia/rubriki/5362-frakiiskoe-vino/.
[2] Втюрина Е.А., Втюрин Б.И. Указ. соч.

пределах от минус 12,7 до минус 12,8°С, мы вправе заключить, что температура воздуха во Фракии зимой 400–399 гг. до н.э. опускалась, по крайней мере, до минус 13°С, – при этом мы совершенно не исключаем, что температура падала ещё ниже.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов П.И. Связанная вода почв и грунтов // Труды Института мерзлотоведения АН СССР. Т. 3. М. – Л.: Изд-во АН СССР. 1946. 138 с.
2. Андрианов П.И. Температуры замерзания грунтов. Труды Дальневосточной комплексной экспедиции. СОПС АН СССР. Комиссия по изучению вечной мерзлоты. Вып. 1. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1936. С. 17–54.
3. Боженова А.П. Инструктивные указания по лабораторным методам определения температуры переохлаждения и начала замерзания грунтов // Материалы по лабораторным исследованиям мёрзлых грунтов. Сб. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 16–31.
4. Боженова А.П. Переохлаждение воды при замерзании её в почво-грунтах // Материалы по лабораторным исследованиям мёрзлых грунтов. Сб. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 144–156.
5. Втюрина Е.А., Втюрин Б.И. Льдообразование в горных породах. М.: Наука, 1970. 280 с.
6. Герасимов М.А. Технология вина. М.: Пищевая промышленность, 1959. 637 с.
7. Евсевский Ф. Библия бармена. Все о напитках. Барная культура. Коктейльная революция. М.: Евробукс, 2014. 416 с.
8. Зайчик Ц.Р., Зайчик Б.Ц. Вина античных времен // Виноделие и виноградарство. 2014. № 3. С.43–45.
9. Карпюк С.Г. Замерзшее вино Ксенофонта: природно-исторический контекст // Античный мир и археология. 2013. № 16. С. 67–70.
10. Карпюк С.Г. Климат и география в человеческом измерении (архаическая и классическая Греция). М.: Институт всеобщей истории РАН, 2010. 224 с.
11. Карпюк С.Г. Снежные парасанги: зима и зимние холода в сочинениях Ксенофонта Афинского // Мнемон. Исследования и публикации по истории античного мира. Сборник научных статей. Вып. 5. СПб: СПбГУ, 2006. С. 145–162.
12. Ксенофонт. Анабасис / Пер. М.И. Максимовой, под ред. И.И. Толстого. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 300 с.
13. Лабораторные методы исследования мерзлых пород / Под ред. Ершова Э.Д. М.: Изд-во МГУ, 1985. 351 с.
14. Методы геокриологических исследований / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 2004. 512 с.
15. Савельев Б.А. Физико-химическая механика мёрзлых пород. М.: Недра, 1989, 211 с.
16. Сидоров А. Вино, которого нет // Пищевая индустрия. 2015. №2 (24). С.36–38.
17. Степанченко А.П. К вопросу о сортименте выращиваемого винограда в античный период на азиатском Боспоре // Молодой ученый. 2011. Т. 2. № 8 (31). С. 73–75.
18. Степанченко А.П. Некоторые традиции винопития древних греков на азиатском Боспоре в античный период // Теория и практика общественного развития. 2013. № 7. С. 135–137.
19. Степанченко А.П. Опыт исторической реконструкции «греческого вина» // Историческая и социально-образовательная мысль. 2013. № 3 (19). С. 46–49.
20. Фракийское вино [Электронный ресурс] // BG: Купи в Болгарии. Режим доступа: http://buyinbg.com/poleznaya-informacia/rubriki/5362-frakiiskoe-vino/ Дата обращения 20.03.2017.
21. Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. М.: Высшая школа, 1973. 448 с.
22. Энциклопедия виноградарства / Гл. ред. А.И. Тимуш. Кишинев: Гл. ред. Молдавской Советской Энциклопедии, 1986. 512 с.
23. Dalby A. *Siren Feats. A History of Food and Gastronomy in Greece*. New York: Routledge, 1997. 322 p.
24. McGovern P.E. *Ancient Wine: The Search for the Origins of Viniculture*. Princeton: Princeton University Press, 2013. 392 p.
25. Seltman C. *Wine in the Ancient World.* London: Routledge & Kegan Paul LTD, 1957. 196 p.
26. Stronk J.P. *The Ten Thousand in Thrace: An Archaeological and Historical Commentary on Xenophon's Anabasis, Books VI, iii–vi – VIII*. Amsterdam: J.C. Gieben Publishing House, 1995. 356 p.

Цитирование по ГОСТ Р 7.0.11—2011:
Геворкян, С. Г. К определению минимальной температуры воздуха во Фракии зимой 400–399 гг. до н.э. (на основании сообщения Ксенофонта) / С.Г. Геворкян // Пространство и Время. — 2017. — № 1(27). — С. 225—233. Стационарный сетевой адрес: 2226-7271provr_st3_4-25_26.2016.92.



Сатир, пьющий неразбавленное вино из амфоры.
Фрагмент росписи краснофигурной чаши. Художник Эпиктет. Ок. 510 г. до н.э.