

Параметры экстракции сырья рапса обыкновенного

Критерии экстракции	Содержание экстрактивных веществ, %	
	трава	семена**
Степень измельченности сырья		
1 мм	22,40	33,41
2 мм	22,25	30,45
3 мм	21,01	28,16
Время экстракции***		
15 мин	15,32	12,13
30 мин	19,59	21,08
40 мин	22,37	25,14
60 мин	22,38	28,01
120 мин	22,40	33,41
Соотношение сырье – экстрагент****		
1 : 5	–	7,11
1 : 10	22,36	23,14
1 : 20	22,38	33,38
1 : 50	22,40	33,41

Примечание: *экстрагент спирт этиловый 70%; **экстрагент вода; ***степень измельченности сырья 1 мм; ****время экстракции 2 часа.

Список литературы

1. Изучение химического состава некоторых пищевых растений, культивируемых в Ставропольском крае / В.А. Челомбитко и др. // Вопросы биол., мед. и фармац. химии. 2012. № 4. С. 44-47.
2. Государственная фармакопея СССР: в 2 вып. 11-е изд. М.: Медицина, 1987-1989. 2 вып.

3. Государственная фармакопея Российской Федерации. 12-е изд. М.: Науч. центр экспертизы средств мед. применения, 2007. Ч. 1. 704 с.

4. Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье / А.А. Сорокина и др. // Фармация. 2010. № 3. С. 3-4.

Физико-математические науки

ПОЧЕМУ СНЕГ СКОЛЬЗКИЙ?

Нго Хыу Хиеу, Шишелова Т.И.

Иркутский государственный технический университет, Иркутск, e-mail: snowns1609@inbox.ru

Выпавший на землю снег – очень сложный физический объект, непрерывно меняющийся во времени по своим физическим характеристикам.

Снежный покров оказывает самое разнообразное влияние на жизнь нашей планеты. Он представляет собой не только чрезвычайно емкий запас влаги, но и гигантскую прослойку между поверхностью земли и атмосферой, устанавливающую характер тепло и газообмена между ними, существенным образом влияющую на формирование климата, рельефа, гидрологических и почвообразовательных процессов, на жизнь растений и животных. Снежный покров способен повлиять даже на скорость вращения Земли.

Величина снежного покрова по массе только в северном полушарии может достигать по оценкам специалистов 13,5 триллионов тонн. Плотность свежеснежного покрова невелика, она не превышает 0,1 г/см³. Однако метели и ураганные ветры сильно уплотняют снег, увеличивая его плотность в

2-4 раза. И уже при плотности порядка 0,75 г/см³ ледяные кристаллики смыкаются настолько, что замыкают воздушные поры, и находящийся в них воздух оказывает упругое сопротивление дальнейшему уплотнению. Требуется громадные усилия, чтобы довести до слияния кристаллические частицы, представляющие собой монолитную поликристаллическую структуру – лед.

Обычный лед, в который кристаллизуется вода при атмосферном давлении и температуре 0°С, является одним из тринадцати видов модификаций льда, устойчивых при тех или иных давлениях и температуре, и представляет собой наибольшее среди других известных веществ количество кристаллических форм снежинок. Каждая снежинка – это монокристалл, имеющий весьма разветвленную форму в основном из 6 лучей, выходящих из центрального ядра (дендритная форма). Диаметр снежинок колеблется от долей миллиметров до нескольких миллиметров, вес их колеблется от 1 до 2,3 мг. Форма и строение снежинок определяются кристаллической структурой льда. Такая упаковка кристалла является неплотной, поэтому лед легче воды.

Летом или зимой мы постоянно убеждаемся, что облака состоят из мельчайших капелек, удерживаемых в воздухе подобно частичкам дыма или тумана. Почему капельки не замерзают, хотя температура облака может быть много меньше 0°C?

Для образования кристалликов нужны центры кристаллизации, которыми могут служить, например, обычные пылинки. Без центров кристаллизации сильно переохлажденное облако может быть очень устойчивым, стабильным. А теперь допустим, что появились условия для кристаллизации, и в облаке одновременно находятся и капельки, и кристаллики льда.

Оказывается, кристаллики льда растут быстрее, чем капельки, поскольку энергия связи молекул в кристалле больше, чем теплота испарения капелек воды. За счет роста кристалликов льда снижается влажность окружающего воздуха, что приводит к интенсификации процесса испарения капелек и их исчезновению. Рост кристалликов за счет капелек продолжается до тех пор, пока кристаллики не достигнут размеров, достаточных для их выпадения на землю. Как выяснилось, большая часть дождевых капель обязана своему происхождению снежным кристалликам, тающим при своем падении на землю.

Однако образование снежных кристалликов имеет место и на земле – это иней на ветках деревьев, стенах домов, окнах квартир. При резком потеплении на поверхностях тел, отличающихся инерционностью тепловых свойств (большой теплоемкостью и малой теплопроводностью), конденсируются водяные пары с последующей их кристаллизацией в виде самых фантастических узоров.

Поразительная изменчивость состояния снега – льда в природе связана с тем, что он все время участвует в фазовых переходах: лед – вода, лед – пар и наоборот. Интенсивность этих процессов особенно велика в условиях, близких к так называемой тройной точке, когда твердая, жидкая и газообразная формы состояния вещества находятся в термодинамическом равновесии ($t_0 = +0,01^\circ\text{C}$, $p_0 = 6,03 \cdot 10^{-3}$ атм). В окрестностях этой точки сильно меняются характеристики снежного покрова, в том числе и такая важная для нас, как коэффициент трения скольжения.

Поразительно, но факт: чтобы передвигаться по снегу на санях, нужно затратить в 10 раз меньше энергии, чем для езды на колесах. Почему же снег (лед) такой скользкий? Если каким-либо острым предметом, например, лезвием ножа надавливать на лед, то нож постепенно погружается вглубь. Лед, как и снег, под давлением плавится. При повышении давления температура плавления льда становится ниже 0°C. Вода при замерзании расширяется, всякое давление, препятствующее этому расширению, долж-

но препятствовать и замерзанию, что по сути дела эквивалентно понижению точки замерзания. Поэтому лед под давлением должен плавиться, и чем выше температура льда, тем заметнее этот эффект, который можно существенно усилить трением скольжения по поверхности льда. Выделившееся при этом тепло ускоряет процесс таяния льда, а появляющаяся пленка воды служит своего рода смазкой, обеспечивающей скольжение.

Попытаемся оценить вклад и того, и другого фактора на плавление снега или льда. Воспользуемся соотношением Клапейрона–Клаузиуса, характеризующим процессы перехода вещества из одной фазы в другую:

$$\Delta T = \Delta p \frac{T}{\lambda} \left(\frac{1}{\rho_l} - \frac{1}{\rho_g} \right),$$

где λ – удельная теплота плавления льда; ρ_l и ρ_g – плотность льда и воды соответственно. Оказывается, смещение точки плавления льда на 1К произойдет при избыточном давлении, равном примерно $1,33 \cdot 10^7$ Па (133 атм), тогда как давление, производимое коньком, составляет приблизительно $3 \cdot 10^6$ Па (30 атм), а лыжами и того меньше. Следовательно, смазка, особенно в морозный день, образуется главным образом за счет трения.

Трение же, в свою очередь, зависит от температуры снега (льда), скорости перемещения, материала лыж (коньков), величины скользящей поверхности и от давления. Трение минимально при скольжении по сухому снегу при температуре, близкой к 0°C. При увеличении температуры снег увлажняется, а трение начинает возрастать пропорционально увлажнению.

Увеличением скорости скольжения при фиксированной температуре снега достигается весьма значительное снижение трения. Так, например, при увеличении скорости с 0,03 м/с до 5 м/с, коэффициент трения уменьшается почти в 10 раз, однако с понижением температуры он возрастает. При температуре -25°C сопротивление снега при малых скоростях скольжения экспериментальных лыж (полозьев), изготовленных из стали, удваивается по сравнению с 0°C, а изготовленных из меди и некоторых пластиков возрастает в 3-4 раза и приближается к величине скольжения по сухому песку.

В том, что давление действительно смещает точку плавления льда, можно убедиться на многочисленных фактах преодоления препятствий сползающими по склонам гор массивными ледниками. Там, где ледник упирается, например, в выступ скалы, создается громадное давление, и лед начинает подтаивать. Образующаяся при этом вода вытесняется в ближайшие окрестности, где она уже не находится больше под давлением, и потому вновь замерзает. Ледник как бы обтекает препятствие на своем пути. Это величественное движение ледников приспособили-

вается к извилинам и спускам в горных долинах подобно водяному потоку. И, опять-таки, подобно водяному потоку середина ледника движется быстрее его кромок.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДЕЛОКАЛИЗАЦИИ ГИДРОКСИЛЬНЫХ ГРУПП В МИНЕРАЛАХ

Сун-Цо-Жен А.С., Шишелова Т.И.,
Липовченко Е.Л.

*Национальный исследовательский иркутский
государственный технический университет,
Иркутск, e-mail: snowns1609@inbox.ru*

Инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия) – раздел спектроскопии, который включает в себя получение и изучение инфракрасных спектров. ИК-спектроскопия занимается главным образом изучением молекулярных спектров испускания, поглощения и отражения, так как в инфракрасной области расположено большинство колебательных и вращательных спектров молекул. В минералогии и кристаллографии инфракрасная спектроскопия применяется для идентификации и количественного анализа смесей минералов; для определения природы H_2O в структуре минералов; выяснения степени упорядоченности структур, как критерия их образования, а также для изучения структурных преобразований, связанных с изменением координации отдельных атомов (Al, Ti, Ge) в структуре минералов. Метод инфракрасной спектроскопии позволяет определить состояние воды в минерале, характер аморфных примесей, степень структурной упорядоченности, отнесение минерала к определенному структурному типу и др.

Кратко остановимся на теории данного метода. Согласно второму постулату Бора, энергия поглощаемого фотона равна разности энергий стационарных состояний: $h\nu_{kn} = E_k - E_n$. При этом происходят изменения энергии электронов, колебания атомных ядер и энергия вращения молекулы.

Происхождение молекулярных спектров связано с изменением внутренней энергии молекул, которая включает в себя все виды внутренней энергии атомов, составляющих молекулу, а также все внутренние энергии, присущие молекуле в целом.

Оптические спектры молекул получаются при изменении трех видов внутренней энергии: энергии электронов; энергии колебания атомов в молекуле относительно некоторого положения равновесия; энергии вращения всей молекулы, подобно волчку, вокруг своей собственной оси, то есть $E = E_{эл} + E_k + E_{вр}$.

Каждому из этих видов внутренней энергии для молекул данного вещества соответствует свой набор энергетических уровней. Расстояние между уровнями, их количество и относительное распо-

ложение полностью определяется строением молекулы вещества. Возбуждая тот или иной вид внутренней энергии молекул, получают молекулярные спектры, которые можно классифицировать следующим образом. По характеру изменения внутренней энергии при поглощении или испускании молекулами фотонов электромагнитного излучения. Они разделяются на: вращательные, колебательные и электронные. Инфракрасной области спектра соответствуют волновые числа колебательных квантов – от 30 до 4000 cm^{-1} .

Энергия поглощенного осциллятором кванта равна:

$$h\nu = E_{n+1} - E_n =$$

$$= h\nu \left[\left(n + 1 + \frac{1}{2} \right) - \left(n + \frac{1}{2} \right) \right]$$

$$\left[\left(n + 1 + \frac{1}{2} \right) - \left(n + \frac{1}{2} \right) \right] = h\nu -$$

формула справедлива только для малых колебаний ядер.

Интенсивность линий в спектре поглощения пропорциональна квадрату изменения дипольного момента. В то же время в отличие от гармонического осциллятора переход с $\Delta n = 1$ оказывается не единственно возможным, но лишь наиболее вероятным, и при поглощении и излучении возможны так же переходы с $\Delta n = 2, 3, 4, \dots$

При комнатной температуре почти все молекулы находятся в основном колебательном состоянии ($n = 0$). Частоты переходов с нулевого уровня на первый, второй, третий и т.д. равны: $\nu_1 = \nu (1 - 2x_e)$, $\nu_2 = 2\nu (1 - 3x_e)$, $\nu_3 = 3\nu (1 - 4x_e)$.

Первая линия в спектре имеет частоту, близкую к предсказываемой теорией гармонических колебаний. Её называют фундаментальной или основной. Она более яркая, так как этот переход вероятнее всего. Вторую, третью и другие частоты называют обертонами, их интенсивность уменьшается с ростом n . Разность частот между двумя соседними полосами уменьшается, и они сходятся к частоте ν_{max} , в результате чего возникает сплошной спектр поглощения.

Измеряя частоты поглощения электромагнитного излучения двухатомных молекул в инфракрасной области, можно рассчитать такие параметры молекул, как частоту колебаний атомов, силовую постоянную k , характеризующую энергию связи, момент инерции, частоту вращения и расстояние между атомами.

Межмолекулярное взаимодействие влияет на ИК-спектр вещества. Это взаимодействие изменяет уровни энергии молекулы и приводит к исчезновению вращательной структуры, расширению полос и к смещению частот в спектре. Особое влияние на ИК-спектр оказывает водородная связь. При образовании межмолекулярной водородной связи группы ОН одной молекулы с электроотрицательным атомом А другой молекулы: О–Н...А происходит ослабление свя-