**Выход спирта из различного сырья**

Из уроков химии мы знаем формулу этилового спирта - C2H5OH. На практике многие проверили, что это бесцветная жидкость с резким запахом. Этиловый спирт (этанол) получается в результате переработки сахарозы или крахмала. **Выход спирта – это объем спирта в литрах, который можно получить из 1 кг сахара, содержащегося в сырье.**

Этанол производят следующими способами:

* сбраживание сусла;
* гидролиз растительного сырья – в результате взаимодействия с водой происходит разложение одних соединений с последующим образованием других;
* гидратация этилена – присоединение молекул воды к молекулам самого производимого в мире органического соединения - этилена С2Н4.

Полученный спирт подвергается затем ректификации – очистке. Синтетическим путем добиться хорошего **выхода спирта** очень сложно. В результате получается технический ректификат, содержащий огромное количество вредных и опасных для здоровья примесей. Оставим этот способ для промышленных предприятий и обратим наше внимание на доступный и знакомый многим процесс – сбраживание.

**Выход спирта из различного сырья путем сбраживания**

Технология сбраживания лучше всего подходит для домашнего виноделия. Она заключается в том, что дрожжи при определенных условиях начинают перерабатывать сахар в этиловый спирт. Именно таким способом получают все натуральные вина. Не удивительно, что полученный спирт называют «винным».

Химическая формула выглядит так:

C12H22O11 (молекула сахара) + Н20 (вода) = 4 C2H5OН (спирт) + 4 СО2 (углекислый газ) + ТЕПЛО

Реакция происходит при участии дрожжей. Из формулы видно, что в процессе жизнедеятельности дрожжей из молекулы сахара получается спирт, выделяется углекислый газ и тепло.

**Расчет выхода спирта из сахара.**

В химии есть такое понятие, как мольная масса, она пропорциональна молекулярной. Каждый химический элемент имеет свою массу, чтобы ее узнать, достаточно взглянуть на таблицу Менделеева.

Атомные массы присутствующих в формуле элементов:

* Н – водород – 1;
* С – углерод – 12;
* О – кислород – 16.

Заменим в формуле получения спирта буквенные обозначения этими цифрами:

(12х12 + 1х22 + 16х11) + (1х2 + 16х1) = 4х(12х2 + 1х5 + 16х1 + 1х1) + 4х(12х1 + 16х2)

360 = 184 (спирта) + 176 (углекислого газа)

Получается, что со 180 кг сахара **выход спирта** составит 92 кг. Чтобы узнать, сколько получится спирта с одного кг сахара, нужно поделить: 92/180 = 0.511 кг. Зная плотность спирта (ρ = 0,8кг/л), переведем 0.511 кг в литры. Можете проверить, а можете так поверить, что **с 1 кг сахара выход спирта составляет 0.64 литра** (0.511/0.8).

**Как рассчитать выход спирта из различного сырья, содержащего сахар?**

Брагу ставят не из чистого сахара, а из сырья его содержащего: винограда, яблок, свеклы и др.) Существуют специальные таблицы сахаристости разных продуктов. Так в яблоках сахар составляет 12% от массы. Сахаристость свеклы – 16%. Также существуют таблицы среднего выхода сока из ягод и фруктов. Все эти таблицы можно найти в интернете.

**Расчет выхода спирта из яблок.**

Из 1 кг яблок получается 0.7 кг сока (табличное значение). При сахаристости 12% (тоже из таблицы) содержание сахара – 0.084 кг (это 12% от 0.7 кг).

Составим пропорцию:

1 кг сахара дает 0.64 л спирта

0.084 кг дает Х л спирта

0.084 х 0.64 / 1 = 0.054 литра – **выход спирта** из 1 кг яблок.

**Выход спирта из крахмалосодержащего сырья.**

Часто брагу ставят на картошке, пшенице и другом крахмалосодержащем сырье. В технологии производства этанола появляется еще один процесс – осахаривание крахмала. Химически это выглядит так:

(C6H10O5)n (формула крахмала) + nH2O = nC6 H12O6 (глюкоза)

Перед Вами реакция гидролиза крахмала в сахар, а проходит она в присутствии специальных ферментов. Затем начинается сбраживание полученного сахара. Теперь если заменить химические элементы в этой формуле на их молярные массы, то получится, что **1 кг крахмала перерабатывается в 1.11 кг сахара. Содержание крахмала в том или ином сырье легко найти в интернете, а затем можно посчитать выход спирта.**

**Выход спирта из пшеницы.**

Пшеница на 60% состоит из крахмала. Выполняем **расчет выхода спирта**:

Из 1 кг пшеницы 60% крахмала - это 0.6 кг.

Из 1 кг крахмала получается 1.11 кг сахара (см. выше), тогда из 0.6 кг крахмала – 0.666 кг сахара

Из 1 кг сахара получается – 0.64 литра спирта (см. выше), тогда из 0.666 кг сахара – 0.426 литров спирта

Выполнив эту цепочку расчетов, мы выяснили, что **выход спирта из 1 кг пшеницы составляет 0.426 литра.**

**Практический выход спирта из различного сырья.**

Все вышеизложенное – это теоретический или расчетный **выход спирта**. На практике его получается на 10-15% меньше.

Причины потери спирта:

* недоброд - часть сахара не была переработана в спирт и осталась в браге;
* неправильное брожение, при котором сахар преобразуется не в спирт, а в другие вещества;
* спирт улетучивается при брожении, перегонке и ректификации.

**При какой концентрации сахара выход спирта самый оптимальный?**

Спирт – это мощный стерилизатор, убивающий все бактерии и микроорганизмы. Поэтому существует предельная концентрация его в браге, при которой дрожжи начинают гибнуть. Значение этой концентрации – 13%. Вот почему не бывает более крепких вин, есть только крепленые. Чтобы добиться 13%, в исходном сусле должно быть 20.3% сахара.

В диапазоне 10%-13% брожение сильно замедляется. На спиртзаводах время изготовления является важным фактором, влияющим на рентабельность. Поэтому дрожжевой затор содержит только 14% сахара, крепость вин не превышает 9%, зато брожение длится всего 72 часа.

Если в браге больше 20% сахара, то случится недоброд, **выход спирта** снизится. При концентрации менее 10%, спиртовое брожение перейдет в уксусное. Весь спирт будет потерян. В домашних условиях для оптимального **выхода спирта** рекомендуется готовить сусло с концентрацией сахара 18%.

**Оптимальная концентрация сахара.**

Спирт является мощным стерилизатором, поэтому существует предельная концентрация спирта, выше которой обычные дрожжевые грибки погибают. Эта концентрация близка к 13%об (по сахару в исходном сусле - 13%/0,64=20,3%). Именно из-за этого мы никогда не видим сухих вин с концентрацией спирта более этого порогового значения (если это не крепленые столовые вина).

Дрожжам последние 3%об. (от 10% до 13%) до своей «кончины» даются особенно трудно и процесс брожения сильно замедляется. На промышленных спиртзаводах, где время является элементом рентабельности, дрожжевой затор готовят с концентрацией сахара 14%сах - существенно ниже предельной. В результате этого длительность брожения не превышает 72 часов, а концентрация спирта в бражке никогда не поднимается выше 9%об.

При концентрации сахаров выше 20%мас. возникает «недоброд» сахара, что снижает выход спирта, а при концентрациях сахаров менее 10% брожение может перейти в уксусное - произойдет практически полная потеря спирта.

В домашних условиях мы рекомендуем при расчете и приготовлении сусла придерживаться оптимальной концентрации – 18%сах.