



じょう
醸

ぞう
造

に

学

ぼ

う



発

見

！

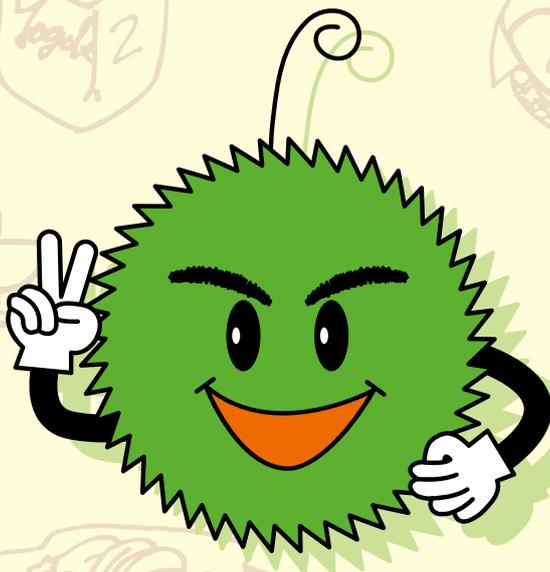
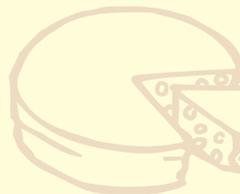
び
微

せい
生

ぶつ
物

の

力



もくじ 目次

微生物びせいぶつってなあに？ 1

さがしてみよう！ 身近みぢかな食品びせいぶつにある微生物びせいぶつの力 2

発酵はっこうってなあに？ 4

日本酒にほんしゅに注目ちゅうもく！ 6

日本酒醸造にほんしゅじょうぞうでの麹こうじの活躍かつやく 7

麹菌こうじきんってどんな顔？ 8

日本酒醸造にほんしゅじょうぞうでの酵母こうぼの活躍かつやく 10

酵母こうぼってどんな顔？ 12

たしかめよう！ 麹菌こうじきんの力 14

たしかめよう！ 酵母こうぼの力 16

問題ちようせんに挑戦びせいぶつ！ めざせ微生物はかせ博士 18

お酒を飲むとどうなるの？ 19

どうして子供こどもはお酒を飲んではいけないの？ 20

問題ちようせんに挑戦びせいぶつ！ めざせ微生物はかせ博士 ヒントと答え 21

ぼく、スギダマン

しゅるいぞうこうけんきゅうじよ

酒類総合研究所に住んでいるんだ。

よろしくね！

これから、ぼくと一緒いっしょに身近みぢかな

微生物びせいぶつの世界をのぞいてみよう！



こうじきんくん



こうぼちゃん

微生物びせいぶつってなあに？

>> 微生物びせいぶつとは「目に見えないくらい小さな生きもの」のこと

あっカビが
はえてる！

こま
困ったな...



でもね

ひとびと

人々は昔から知らず知らずのうちに

びせいぶつ

りょう

微生物を利用してきました。たとえば、

今から6000年ぐらい前の古い記録きろく

には、甘いぶどうあまの汁しるからワインと

いうお酒をつくっていた

ことが書かれています。



びせいぶつ

このカビも微生物の仲間だよ。

目に見えるくらい大きく育ったんだ。

小さいので気がつかないけど、

びせいぶつ

微生物は地球上の

いたるところで生きてるんだよ。



あま

しる

ひとびと

なぜ甘いぶどうの汁からワインができるのか、長い間人々はわか

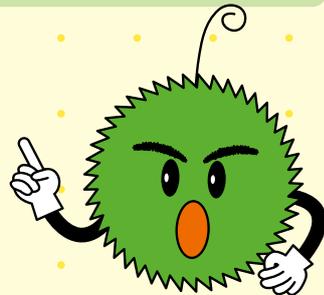
りませんでした。しかし、今から150年ほど前にルイ・パスツールと

いう学者がたくさんの実験を行って、「ワインは微生物びせいぶつの働きによってできる」

ということあきを明らかにしていったのです。



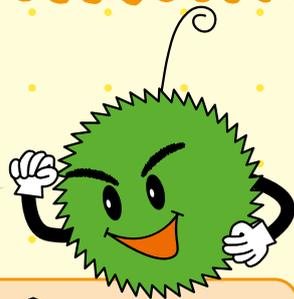
ルイ・パスツール



さがしてみよう!

身近な食品にある微生物の力

きみの身近なところでも微生物がたくさん利用されているよ。このなかに微生物の力を利用してつくられた食品が7つあるんだ。さがしてみよう!

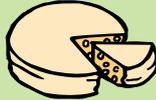




かつおぶし



漬けもの



チーズ



ビール



しょうちゅう
焼酎

これも微生物を利用してつくられた食品なんだ。



まだまだあるよ微生物の力

ペニシリンなどの薬の製造や、家庭から

出る汚れた水をきれいにするときなどにも微生物の力が利用されています。



微生物の力を利用して、みそやしょうゆ、お酒などの食品をつくることを**醸造**といます。そして微生物の力を利用してつくられた食品は、**発酵(醸造)食品**と呼ばれています。



発酵食品をつくる時、微生物はどんな活躍をするのかな？



これからその活躍をみてみよう！

はっ こう 発酵ってなあに？

>> 発酵とは「微生物が人にとって役立つものをつくり出すこと」

わたしたちが食事をとるのと同じように、微生物もえさを食べて、体や生きるために必要なエネルギーをつくり出します。わたしたちは、微生物のそのような活動のなかで、人に役立つ部分を上手に利用しているのです。



食品が腐るのは、「微生物が人にとって害になるものをつくり出してしま」からだよ。だから、食品が腐るとにおいかわったり、食べるとおなかをこわしたりしてしまうんだ。



2ページの答えはこちら！

す にはんしゅ なつどう
みそ、酢、ヨーグルト、しょうゆ、日本酒、納豆、パン、の7つ

こうじきん ちゅうもく
麹菌 に注目!!

にほんしゅ
みそやししょうゆ、日本酒など日本の
でんとうき こうじきん かつやく
伝統的な食品では麹菌が活躍しているね。



こうじきん ひみつ
麹菌 の秘密

こうそ
それは酵素という名の「はさみ」



こうじきん だいず ぶんかい
麹菌は米や麦や大豆を小さく分解するための「はさみ」
をたくさんつくることができます。小さく分解された
せいぶん
成分は、そのままおいしい味になったり、他の微生物
の働きでさらに別の物質に変化したりして、その食品
らしい味や香りのもととなります。

む
日本では昔から、蒸した米や麦
に麹菌をはやした麹を食品の
せいぞろ
製造に役立ててきました。



でんとう
日本の伝統食品をつくる
きん こうじきん
大切な菌なので、麹菌は
こっさん よ
国菌と呼ばれているよ。



こうじ だいかつやく にほんしゅ じょうぞう ちゅうもく
つぎは、麹が大活躍する日本酒の醸造に注目してみよう!



こうじきん
麹菌

+

む
蒸した米や麦

こうじ
麹

かくだい
拡大すると



こうじ こうじきん
麹は麹菌のつくった「はさみ」をたくさん持っているよ。

こうじ ぶんかい
すごいぞ! 麹の分解パワー

にほんしゅ ちゅうもく 日本酒に注目!

>> もう少しくわしく微生物の活躍をのぞいてみよう。

にほんしゅ ころ
日本酒っていつ頃からつくられているの?

日本では、2000年以上も前からお米を使ってお酒をつくっていたと考えられています。そして、今から430年ほど前の安土桃山時代には、もう現在のつくり方に近い方法でお酒がつくられていました。まだ微生物

という生きものの存在を知らなかったひとびとが、目に見えない微生物たちを上手に利用するという、すばらしい日本酒醸造の技術ができあがっていたのです。



にほんしゅ げんりょう
日本酒の原料は、お米だよ。

お米に **麹菌** をはやした **麹** と **酵母**

だいかつやく にほんしゅ
が大活躍して日本酒ができるんだ。



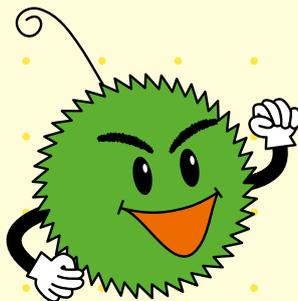
にほんしゅじょうぞう 日本酒醸造での **麹** の活躍

こうじ こうそ ぶんかい
麹の酵素がお米を分解!

お米の主な成分は「デンプン」です。これは「ぶどう糖」と呼ばれる甘い物質が長くつながった構造をしています。

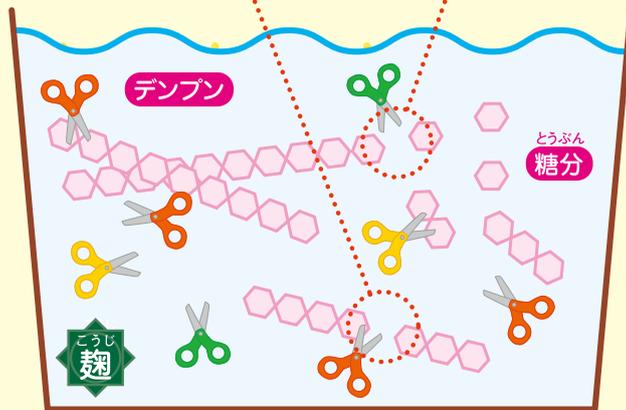
こうじ こうそ
麹の酵素は、この「デンプン」を切って「ぶどう糖」などのとうぶん糖分にしていきます。そのほか「たんぱく質」を切って「アミノ酸」にする酵素など、いろいろな種類の酵素がお米をばらばらに分解していきます。

にほんしゅじょうぞう
日本酒の醸造に使われる
こうじ
麹は、特に「デンプン」を切るための酵素（これを「アマラーゼ」というんだ）をたくさん持っているよ。



てきとう
適当な長さで
こうそ
ぶつぶつ切る酵素

はしから、
こ
一個ずつ切る酵素



こうそ
酵素はたんぱく質からできているよ。
こうそ
酵素にはいろいろな種類があって、それぞれ切る相手や切る場所が決まっているんだ。

麹菌ってどんな顔？

>> ミクロの世界をのぞいてみよう！

麹菌は、カビの仲間です。カビには
有毒な物質をつくる仲間もいます。

でも、昔から食品の醸造に使われて
きた麹菌は、研究によって安全性の
高いことが確認されているカビなの
です。

これから日本酒醸造に使われている
麹菌(学名アスペルギルス・オリゼ)
の姿をみてみましょう。

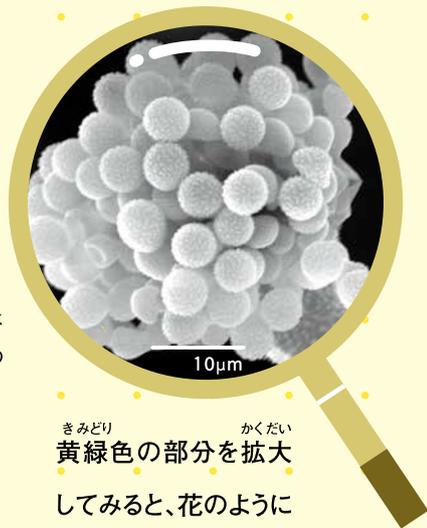
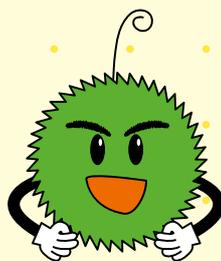


かくだい
拡大すると

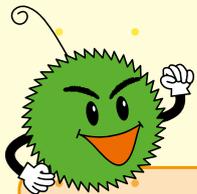
1 μ m(マイクロメートル)は
 $\frac{1}{1000}$ mm(ミリメートル)の
長さです。

目で見える麹菌の姿です。白く
モヤモヤと見えるのは菌糸と
呼ばれる麹菌の体です。

麹菌の種類が違つと
胞子の色も違つよ



黄緑色の部分を拡大
してみると、花のように
丸い粒がたくさんついて
います。この丸い粒は
胞子と呼ばれる麹菌
の種です。



こうじ ようす
 麹ができる様子を
 のぞいてみよう。



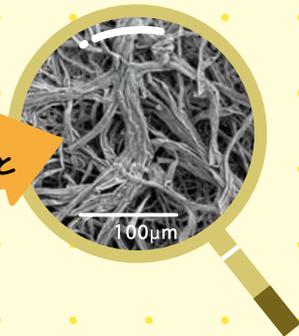
む 蒸したお米

む ほうし
 蒸したお米に孢子をつけて
 ぶんかい
 2日間育てると、分解パワー
 こうじ
 満タンの麹ができます。

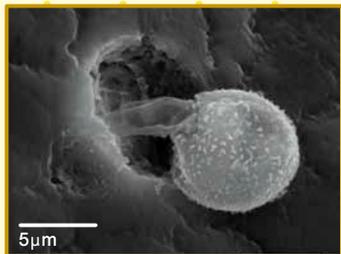


かくたい
 拡大すると

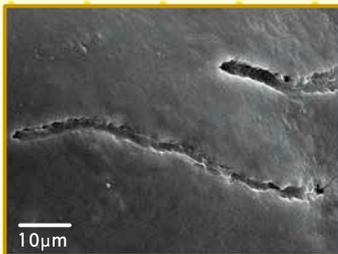
こうじ
 麹



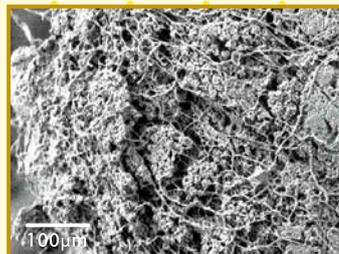
白くみえる部分には、
 きんし
 菌糸がたくさん集まって
 います。



む ほうし
 蒸したお米の表面に麹菌の
 ほうし
 孢子がつくと、すぐに孢子から
 きんし
 菌糸が伸び始めます。



ほうし
 孢子がついてから6時間後の
 ようす
 様子。お米の表面を酵素で
 ぶんかい
 分解しながら菌糸が伸びています。



ほうし
 孢子がついてから40時間後の
 ようす きんし あみめ
 様子。菌糸が網目のように広がり、
 お米は酵素で分解されています。

にほんしゅじょうぞう かつやく 日本酒醸造での 酵母の活躍

酵母の秘密

それはアルコール発酵

酵母もわたしたちと同じように酸素を

使って糖を分解し、生きるための

エネルギーをつくり出します。これを呼吸と

いいます。もしまわりに酸素がなかったら、

わたしたちは生きていくことができま

せん。しかし酵母は酸素がなくても

糖を分解してエネルギーをつくりだし、

生きていくことができるのです。このとき、

一緒にアルコールと二酸化炭素ができる

ので、これをアルコール発酵といえます。

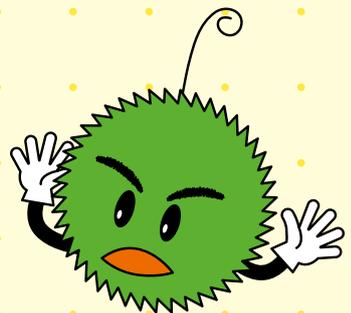
酵母はアルコール発酵ができるから、

酸素がなくてもへっちゃらなんです。



さんそ

酸素がないところでも
生きられる酵母は
すごい！



酸素があれば呼吸



酸素がないとアルコール発酵





酵母はデンプンをそのまま食べられな
いけれど、麹の酵素で分解された糖分
なら食べることができるんだ。日本酒
は麹の酵素と酵母のアルコール発酵が
コンビを組んでできあがるんだよ。

酵母は、糖分を

どんどん食べて、アルコール発酵

日本酒をつくっているときの酵母は、糖分はたくさん
あるけれど酸素がない環境におかれています。生きる

ためにはアルコール発酵をするしかありません。だから
酵母は、アルコールをどんどん作り出していきます。

また、酵母はアルコールのほかにも日本酒の香りや味
の成分も作りだしていきます。こうして蒸したお米と

水は日本酒へと変わっていくのです。



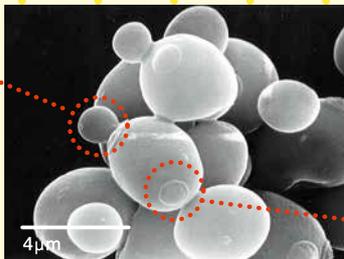
麹菌と酵母に加えて、乳酸菌などの微生物の力を借りて
日本酒をつくることもあります。

酵母ってどんな顔？

>> ミクロの世界をのぞいてみよう！

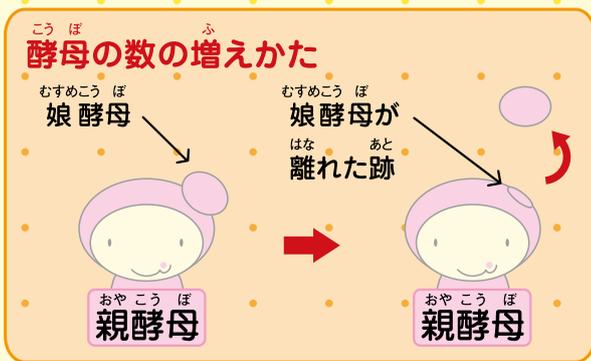
動物や植物の表面、土の中などにさまざまな種類の酵母があります。その中でたくさんのアルコールをつくることのできるのは、ごく一部の酵母だけです。お酒をつくる時には、日本酒、ビール、ワインなどそれぞれに適した酵母が使われています。これから、日本酒醸造に使われている酵母(学名サッカロマイセス・セレビシエ)の姿をみてみましょう。

むすめこうぼ
娘酵母

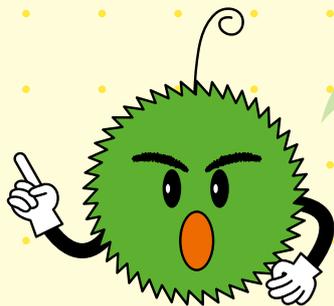
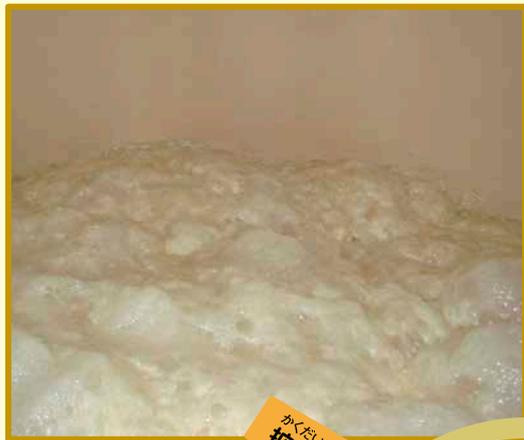


でんしけんびきょう
電子顕微鏡でみた酵母の姿です。きれいな卵型をしています。

むすめこうぼ はなあと
娘酵母が離れた跡



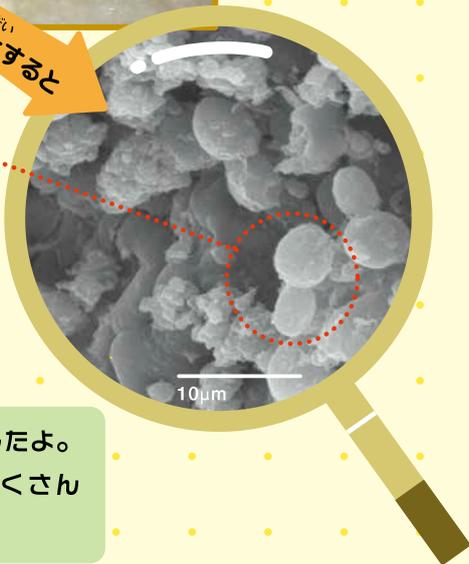
こうぼ おやこうぼ むすめこうぼ
酵母は親酵母から娘酵母が芽を出してどんどん増えていくよ。



これは蒸したお米と水に麹と酵母を加えて5日後、酵母がさかんにアルコール発酵している様子だよ。二酸化炭素で泡が立っているね。このとき酵母は1mLあたり2~3億個いるんだ。すごい数だね。20日間くらいアルコール発酵をして、濾す(かたまりをのぞいて液体部分を集める)と日本酒になるよ。

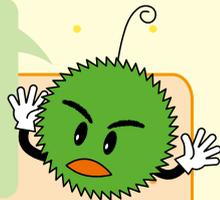
酵母

拡大すると

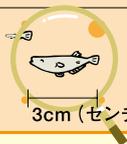


中のお米を割って拡大したよ。お米の中にも酵母がたくさん入り込んでいるね。

酵母1個の大きさは、とても小さいよ。1粒の蒸したお米のまわりには、大きなクジラのそばにいるメダカのような感じなんだ。



30m (メートル)

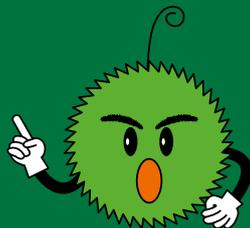


3cm (センチメートル)

たしかめよう!



麹菌の力



デンプンがあると **青** 色、
どうぶん ぶんかい
糖分に分解されると色が
消えるんだ。
ぶんかい こうそ
デンプンを分解する酵素
はアミラーゼというよ。

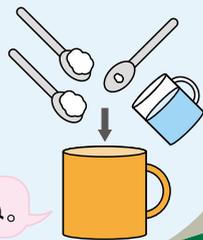
こうじきん こうそ ぶんかい
≫ 麹菌の酵素でごはんのデンプンを分解してみよう!

用意するもの

- 麹 大さじ1~2杯(乾燥麹としてスーパーなどで販売されています)
- うがい薬 (茶色の液体=よう素入りのもの)
- 水 100 mL と 50 mL
- ごはん 大さじ1杯
- 塩 約0.5g(軽くひとつまみ)
- コップ 3こ
- コーヒーフィルター、台所用水切り袋など(液体と固体を分けることができるもの)
- 試験管のような透明で細長い容器(反応観察用)

1 麹の酵素液をつくろう

- ① コップに麹と塩と水100mLを入れて室温(20℃くらい)で3時間ほど置く。



ま
ときどきスプーンで混ぜてね。

- ② コーヒーフィルターなどを使って①の液体の部分だけを別のコップにとる。



えきたい こうじ こうそ
この液体の中に麹の酵素が
たくさん入っているよ。

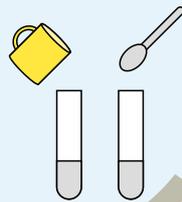


えき 2 デンプン液をつくろう

③ コップにごはんと水50mLを
入れ、よく混ぜる。白く濁った
液体部分をデ
ンプン液とする。



④ デンプン液を試験管などの
透明な細長い容器2つに小さじ
1杯ずつ入れる。



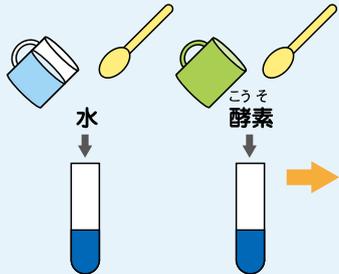
⑤ うがい薬を2滴
ずつ加える。



デンプンが
あるから
青 色に変わるよ。

こう そ えき 3 酵素液をデンプン液に加えてみよう

⑥ 1つには麴の酵素液を、もう一つには水をティースプーン1杯
ずつ入れて軽く混ぜ、色の変化を観察してみよう。



こうそ えき
酵素液を入れた方は
青 色が消えたね。
デンプンが分解されて
糖分に変わったからだよ。

きみのだ液やだいこんおろし
の汁でも 青 色は消えるよ。
同じ働きをする酵素が入って
いるんだ。

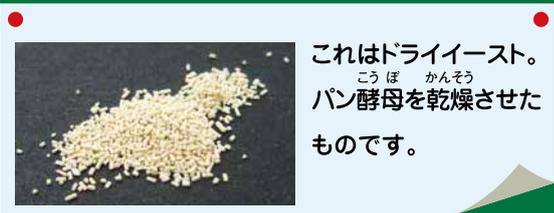
たしかめよう!

こ う ぼ 酵母の力

パンをつくったことがありますか?

ざいりょう ま 材料を混ぜてよくこねたあと、やく ど 約37℃の場所で40分

ほどおいておくと、こんなに大きくなります。



これはドライイースト。
こ う ぼ かんそう
パン酵母を乾燥させた
ものです。

よくみるとたくさんの^{あわ}泡ができてい
のがわかります。パン酵母が発酵を
してつくる^{にさんかたんそ}二酸化炭素で、スポンジ
のように^{ふく}膨らんでいるのです。



これを焼けばパンの
できあがり。
だからパンはふっくら
や 焼きあがるんだね。

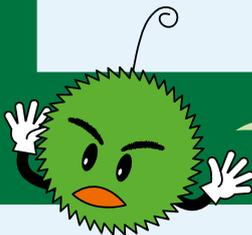
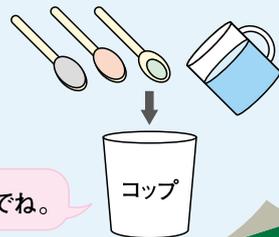


こ う ぼ に さ ん か た ん そ よ う す か ん さ つ
>> パン酵母が二酸化炭素をつくる様子を観察してみよう!

用意するもの

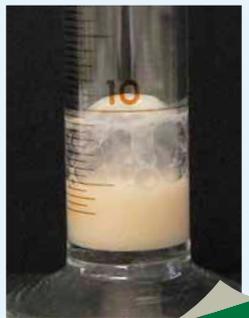
- ドライイースト 小さじ半分
- 砂糖 小さじ1杯
- 小麦粉 小さじ1杯
- ぬるま湯(約40℃) 50mL
- 透明なコップ (観察用)

● どうめい
① 透明なコップにドライイースト、砂糖、小麦粉、ぬるま湯を入れて混ぜる。



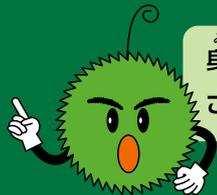
こ う ぼ に さ ん か た ん そ
パン酵母のつくる二酸化炭素で
あわ
泡がモコモコ立ってくるよ。

● ほ お ん へ ん か か ん さ つ
② 保温して、その変化を観察しよう。



ちようせん
問題に挑戦!

び せい ぶつ はか せ
めざせ 微生物博士



みちか びせいぶつ かつやく
身近な微生物の活躍、きみはわかってくれたかな。
さあ、力だめし。次の10問にAかBで答えてね。

- 第1問 はっこう びせいぶつ 発酵とは微生物が人にとって役立つものをつくり出すことである。 A ○ B ×
- 第2問 はっこうしょくひん 発酵食品はどっち? A プリン B ヨーグルト
- 第3問 こうじきん りよう ちようみりよう 麹菌の力を利用してつくられた調味料はどっち? A マヨネーズ B しょうゆ
- 第4問 こうじきん む 麹菌を蒸した米や麦にはやしたものは何? A なっとう 納豆 B こうじ 麹
- 第5問 こうじきん ぶんかい こうそ 麹菌は米や麦を分解する酵素をたくさんつくることができる。 A ○ B ×
- 第6問 こうぼ さんそ 酵母は酸素がないと生きていけない。 A × B ○
- 第7問 こうぼ はっこう 酵母がアルコール発酵でつくり出すものはどっち? A にさんかたんそ 二酸化炭素 B さんそ 酸素
- 第8問 こうぼ 酵母はデンプンをそのまま食べることができる。 A ○ B ×
- 第9問 こうじきん なかま 麹菌はカビの仲間である。 A × B ○
- 第10問 きん こっきん よ 日本を代表する菌(国菌)と呼ばれているのはどっち? A こうじきん 麹菌 B こうぼ 酵母

お酒を飲むとどうなるの？

ぜったい
子供は絶対に飲んではいけません。
それでも知りたい。

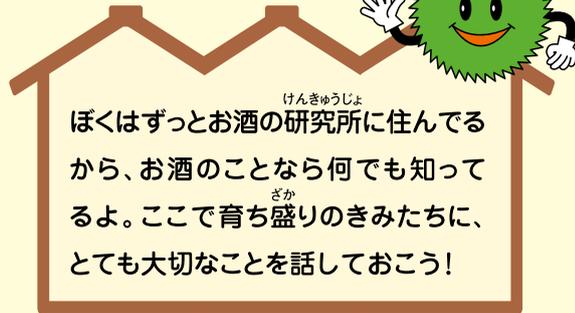
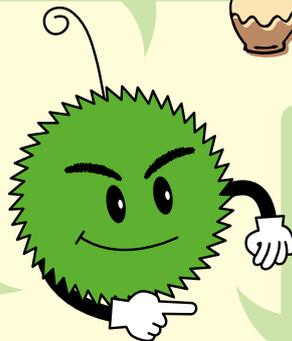
どんなとき、お酒が登場するのかな。

お祭けっこんしきりのとき、お客さまがいらしたとき、結しんねんかい婚式ぼうれんかいのとき、新年会や忘年会
のとき、晩ばんごはんのとき……。

そうそう神話「やまたのおろち」にもお酒がでてくるね。
日本では大昔からわたしたちの生活と深いかわりを持もっているんだね。



でもね、大人おとなはお酒を飲むと声こゑが大きくなったり、何回も同じことをしゃべったり、
行儀ぎようぎが悪くなったり、まっすぐ歩あけなくなったり、おこりだしたり、いつもと違ちがう
様子ようすになってしまう。なぜかな？



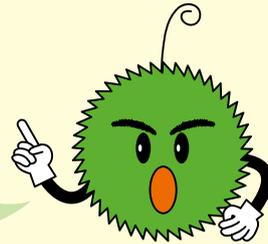
ぼくはずっとお酒けんきゅうじよの研究所に住すんでるから、お酒のことなら何でも知しってるよ。ここで育さかち盛さかりのきみたちに、とても大切なことを話はなしておこう！

それはね、お酒に入いっている**アルコール**のせいなんだ。**アルコール**には**脳のうの働はたらきを鈍にぶくする作用**
があるんだよ。お酒をたくさん飲のむと、**脳のうは**てきばき働はたらけなくなってしまう。だから、ずばやく正せい確かくに
判はん断だんしたり、体かの動かんじようきや感ちようせい情せいなどを調てい整せいするこ
がむずかしくなるというわけなんだ。

こども

どうして子供はお酒を飲んではいけないの？

けつえき いっしょ かんぞう
血液と一緒に体をまわったアルコールは、肝臓という
ぞうき ぶんかい
臓器で分解されるよ。けれど、それにはすごく時間が
かかるんだ。アルコールが体からなくなるまで、ずっと
のう えいきょう つづ
脳はアルコールの影響を受け続けてしまう。
だからぼくは、きみたちに約束してもらいたい。



ざか 育ち盛りのきみたちは

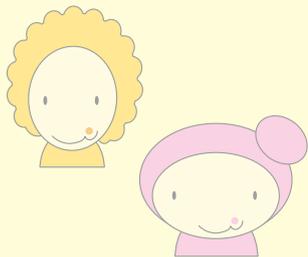
- 1 まだアルコールを分解する働きが完全にできあがっていない。
ぶんかい はたら かんぜん
- 2 育ち盛りの脳は特にアルコールの影響を受けやすい。
ざか のう とく えいきょう
脳がきちんと育たないこともある。
- 3 アルコール依存症（お酒を飲まないと一日過ごせない状態）になりやすい。
いぞんしょう す じょうたい

だから

ぜつ たい こども
絶対に子供はお酒を
飲んではいけません。

おとな
もちろん、大人だってたくさんお酒を飲む
生活を続けていると、脳や肝臓や胃などに
しょうがい
障害がでてしまいます。

18ページの
ヒントと答えはここ!

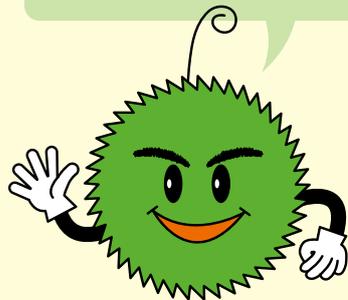


きみはできたかな?

全問正解のきみは微生物博士だ!

もしかすると、

おやつにゆうさんきんのヨーグルトから乳酸菌きのおしゃべりが聞こえてくるかもしれないよ。



- | | | |
|------|--|---|
| 第1問 | 4ページをみてね。「腐る」 <small>くさ</small> との区別 <small>くべつ</small> はだいじょうぶかな? | A |
| 第2問 | 4ページをみてね。乳酸菌 <small>にゆうさんきん</small> が働いてつくれるのはどっち? <small>はたら</small> | B |
| 第3問 | 4ページをみてね。みそや日本酒なども麹菌 <small>にほんしゆ</small> を利用して <small>こうじきん</small> いるね。 <small>りよう</small> | B |
| 第4問 | 5ページをみてね。 | B |
| 第5問 | 5ページの麹菌 <small>こうじきん</small> の秘密 <small>ひみつ</small> をみてね。 | A |
| 第6問 | 10ページの酵母 <small>こうぼ</small> の秘密 <small>ひみつ</small> をみてね。 | A |
| 第7問 | 10ページをみてね。 | A |
| 第8問 | 11ページのスキタマンのおしゃべりをみてね。 | B |
| 第9問 | 8ページをみてね。 | B |
| 第10問 | 5ページのスキタマンのおしゃべりをみてね。 | A |

あざい! 全問正解 <small>せいかい</small>	おいしい! 正解8~9問 <small>せいかい</small>	もう少し! 正解6~7問 <small>せいかい</small>	残念! 正解5問以下 <small>ざんねん</small>
やったね! 微生物との ながよし度	微生物との ながよし度	微生物との ながよし度	う~ん もう一度
100%	80%	60%	挑戦してね! <small>ちようせん</small>

しゅ るい そう ごう けん きゅう じょ び せい ぶつ
酒類総合研究所は、人に役立つ微生物の力と
そのしくみについて研究しているんだよ。



独立行政法人酒類総合研究所は、1904年(明治37年)に設立された日本で唯一のお酒に関する国の研究機関です。
酒類総合研究所は、微生物以外にもお米やブドウなどの原料から安全性や環境など、酒類に関連する様々な研究を行っています。そして、私たちの研究成果が豊かな社会の創造につながることを願っています。

発行 独立行政法人酒類総合研究所 ホームページ <http://www.nrib.go.jp>

〒739-0046 広島県東広島市鏡山3-7-1 TEL 082-420-0800

本誌に関する問合せは、広報・産業技術支援部門までお願いします。

初版 2008.3
5刷 2020.10 禁転載