

神戸シルバー大学院、研究論文

手作り 植物酵素



研究グループ名
グループメンバー

“SGS-7”

木村民輔、庄司 博、高島忠義、巽 妙子、
野村静代、藤原昭宏、村井英子、油井秀樹

活動期間
外部発表

平成 23 年 5 月～平成 27 年 2 月
平成 25 年 12 月

目次	頁
1. はじめに	3
2. 酵素とは、一般的な知識	4~6
2-1: 生命維持活動	
2-2: 酵素学	
2-3: 酵素とは	
2-4: 酵素は、無生物、高分子物質	
2-5: 人の消化酵素の一部	
2-6: 酵素の基質特性	
2-7: 体内酵素と体外酵素	
2-8: 目指す手作り植物酵素	
3. 微生物と酵素の関係	7~10
3-1: 酵素と微生物	
3-2: 腸内細菌の働き	
3-3: 人の酵素寿命説 (酵素が尽きると寿命が尽きる???)	
4. 発酵と酵素	11~13
4-1: 酵素発見の歴史	
4-2: 発酵はなぜ起きるか (発酵と酵素のかかわり)	
5. 手作り植物酵素の作り方	14~19
5-1: 手作り植物酵素に挑戦	(14~15)
5-2: 常在菌	(16~17)
5-3: 白糖の使用	(18~19)
6. 手作り植物酵素の実験結果	20~23
6-1: 手作り植物酵素の手作り結果	
6-2: 飲用した結果	
6-3: アンケートの結果	
7. 各社見学	24~27
8. 酵素の応用分野	28~30
8-1: 食品への応用	
8-2: 薬、医療への応用	
8-3: 生活用品、洗剤への応用	
9. Q&A	30
10. おわりに (まとめと反省)	31
 (参考資料)	 31

[添付別紙 1~5]: 「単品材料による、手作り植物酵素の実験結果」

1. はじめに

私たち SGS-7 グループとしての、SGS における、グループ研究は、本件が2つめのテーマである。一つ目は「野草の研究」をテーマに外部発表と、マイ野草図鑑、野草研究の論文を3年生のときにまとめた。次のテーマを探るべく、野草研究の流れから、野草酵素が社会的にも流行の兆しの中、野草酵素研究を設定した。

本研究を進めるにあたって、手作り酵素があるらしいとの情報の中、“手作り野草酵素”を目指すことにした。しかし、SGS 在籍中の残る1~2年間の中で結果を得ようとするれば、野草に限定すると、実験時期が、野草のできる期間に限られてしまい、結果を得ることができないため、野菜、果物、穀物類を含めて範囲を広げて「手作り植物酵素」を目指すこととした。

実際に手作り酵素を実験的に作り、その方法と成果を本論文にまとめた。また、実際に作った酵素と称するもの、酵素とは何であるか、別途学習もした。学習が進むにつれて、酵素自体が研究途上のものであり、ある意味では地球上のすべての生命体が酵素の化学反応によって生きていることを知るにおよび、学習すればするほど、その奥深さ、未知の多さ、医学、栄養学、生化学を含む各種の専門知識の必要性を実感することになった。

酵素は、生命体そのもの、微生物や発酵、DNA やその仕組み、体内の代謝メカニズムと化学反応など、目指したところから外れて、あまりに難しい、かつ多くの分野が関連することを知った。

残念ながら、研究所や分析機器を持たない、私たち SGS の現状では困難な壁があることも、改めて知った。その中で、私たちに実際にできることは何か、そして私たち素人にとって、どこまで既存の知識を学習し、我々レベルで理解できるのか、素人なりの理解の仕方を考えてみたい。

これらの観点から、実際に「手作り植物酵素」を作ることをメインに研究し、作ったもの、それが何であるのか、酵素の学習の中から探ってみることにした。それは、作ったものを私たち自身が試飲してみることであった。本稿は、酵素とは何か、学習した一般的知識から私たちが理解したことをまとめ、植物酵素の作り方と実際に作った植物酵素について、そして学習知識の中から酵素の工業的、医学的応用を紹介する。この分野は、近未来に大きく花開く分野であろうと推測する。すでに多くの分野で応用されているが、さらに期待するのは、医学分野であり、食品(発酵)分野、工業分野であろう。本稿を読んでいただくにあたって、ご自身の健康をも併せて、素人である私たちレベルでの理解の仕方、知識の一助にでもなれば幸いである。

どうか植物酵素を、ご自身で作って、実際に試してみたい。効果を認識するには、時間がかかる。体調など、何かしら変化したなと感じれば、それが効果だと思う。しかし、変化を感じ取れない、認識できないことの方が多いかもしれない。西洋式の薬と、漢方の薬の違いのようなものかもしれない。そして、きっと良い結果が出ると思うが、忘れてはならないことがある。極めて毒性の強い毒草の排除や、アレルギーなど、ご自身の状態をチェックし、把握しながら開始し、試してみたい。そして、ご自身の判断と自己責任のもとで実施されますようお願いする。

2. 酵素とは、私たちの理解

2-1: 生命維持活動

動物も、植物も、その他の生物も地球上の生命体は、どのようにしてその生命を維持できているのか？ その生命維持とは、非常に多種類の化学反応の連鎖であるようだ。人の場合には、様々の食べ物を消化し、吸収し、体内で分解し、エネルギーを得、また再合成して細胞となし、新陳代謝によって新たな細胞に入れ替えて、さまざまな器官を再合成していく、これが生命維持と言える。

これらすべてが微妙な内的、外的環境下における、非常に多種類の化学反応の連鎖や絶妙なバランスによる生命維持活動ではないか、と理解した。

2-2: 酵素学

酵素が学問の一分野として系列的にとらえられて、まだ50年程度にしかならない。公刊の初版本(1961年、Enzyme Nomenclature/US)には、712種の酵素が挙げられていた。それが2002年には、3879種、さらに分析技術の発達した現在では、2万種と言われている。

このように、まだまだ発達途上であり、今後、酵素の働きの解明とともに、生体の仕組みそのものも解明されていくものと言える。

2-3: 酵素とは

私たち生命体は、生命の維持のためには新陳代謝を繰り返し、必要なものを吸収し、絶えず、新しい細胞に入れ替えていかなければ維持ができない。地球上の動物、植物にかかわらず同じ生命維持活動をしており、エネルギーの生産と消費であって、有機体が行う、一連の化学反応によって、生命活動を図っている。化学では、分解・合成といえるが、これは異化・同化と言え、消化・結合とも言える。

一般に物質が他からの影響がなければ、分解、分子崩壊するには数年、数十年かかると言われているが、生命維持活動においては、そんな時間がかかっているのは全く用を成しえない。

ここに急速な反応を促すものが必須となる。そのためには、生体のあらゆる化学反応の仲立ちをする触媒が必要となり、その触媒となるものが生体内では**酵素**と言われるものである。

2-4: 酵素は、無生物、高分子物質

一般によく知られている反応は、発酵であり、アルコール発酵や乳酸菌発酵のお漬物、みそ、醤油、チーズ、ヨーグルトなどであって、発酵は生物である微生物によるものと理解されている。それは一面正しいが、厳密には間違いである。

微生物も自身の生命活動のために、ものを食べ、消化し、エネルギーを得て活動し、増殖をしていく。自身に必要で都合のよい化学反応を利用して生命活動をするが、その時に、やはり酵素を触媒として化学反応し、消化吸收合成をしていく。たとえば、アルコール発酵菌は糖($C_6H_{12}O_6$)を食べ、自身が作り出す酵素によって分解しエネルギーを得て増殖していく。糖を分解した排泄物でもある、炭酸ガスとアルコール(C_2H_5OH)を多量に生み出す。

私たちは、アルコール発酵酵素を多量に生成する、発酵菌をうまく利用していることになる。

(アルコール発酵については、詳細後述)

人は唾液にデンプンを糖に分解するアミラーゼと言う酵素を持っている。すなわち、デンプン分解酵素は、人が消化に使う酵素アミラーゼを生成しており、微生物によるものではないことが解る。麹菌が発見されるまでの、大昔の酒では、ご飯を噛んで、人の唾液中のアミラーゼで分解・糖化し、その後アルコール発酵菌が自身の酵素により食べた糖を分解し、アルコールと炭酸ガスを生成するということであり、酵素のみを抽出すれば微生物なしにアルコールを生成

できる。余談だが、昔の酒は、嗜み酒→神酒→御神酒と転じたといわれる。

日本工業規格に「酵素は選択的な触媒作用をもつタンパク質を主成分とする生体高分子物質」と定義されている (JIS K3600-1310)。すなわち、

- ①酵素は、生物由来のタンパク質を主成分とする。
 - ②一つの酵素は、一つの方法 (基質) に対して、1種類の化学反応にのみ触媒作用をする。
- 基質特性とも言われるが、これは酵素利用をするときに、非常に重要な性質であると言える。



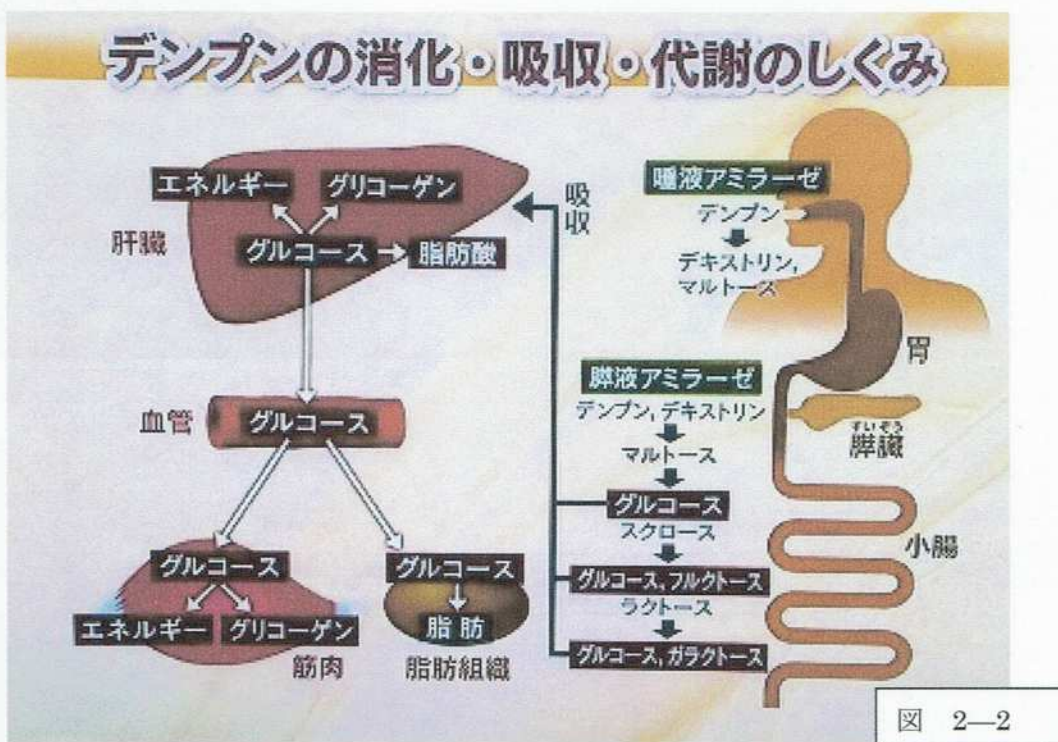
2-5 : 人の消化酵素の一部

人は食物を栄養素として取り入れるが、図(2-1)はその三大栄養であるデンプン (糖質)、タンパク質、脂質に作用する各部位ごとの酵素のあらましである。たとえば、タンパク質は最終的にはアミノ酸の単分子まで分解されて吸収される。そのためには、タンパク質は、ある酵素の1回の反応でアミノ酸になるわけではなく、図に示す多数の段階を経て、アミノ酸単分子になっていく。

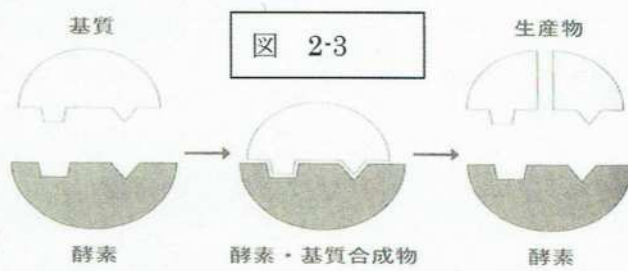
近年は、血液検査で様々な臓器の不調を検査できる。例えばアミラーゼは唾液からも膵臓からも供給されるが、膵臓が不調の場合は、アミラーゼと共にリパーゼも多く検出され、両方を供給する膵臓が疑われることになる。

図(2-2)は、デンプンだけを取り上げた場合である。体内の様々な部位の酵素で分解され、グルコースとして吸収され、グリコーゲンとして蓄えられ、再合成されて血管を作り、筋肉を作り、脂肪酸を作る様子を単純化して示している。

(図は放送大学資料)



2-6 : 酵素の基質特性



デンプンなどの基質(カギ)は、それだけがはまる特定の酵素(カギ穴)に入り、化学反応が起こる

一つの酵素は、一つの方法(基質)に対して、1種類の化学反応にのみ作用する。さらに酵素は、特定の温度範囲、特定のpHでのみ触媒の作用をする。

酵素の基質特性は、鍵と鍵穴説で説明される。そして酵素の触媒反応では、基質は触媒作用によって、別の物質(生産物)になるが、酵素自体は変化しない。すなわち触媒ということになる。一般に触媒はプラスチックなどの合成にも使われているが、主に同じ分子物

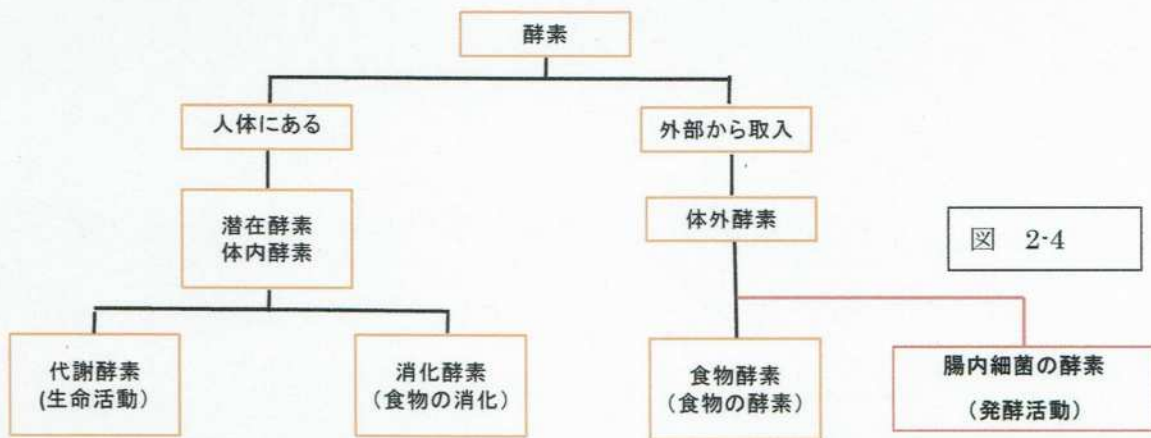
質が多数集まるための触媒であって、基質である構成分子そのものは変化せず重合とも呼ばれる反応である。分解・消化の場合は、基質から生産物となり、この生産物が次の基質となり、更に分解・消化され、最終的に1分子まで分解され、腸壁を通して吸収されることが望ましい。

この基質特性や、1つの化学反応、特定温度や特定pHでの反応という選択性は、私たちの様々な生活分野や医科学分野、工業分野で重要な役割をしている。

2-7 : 体内酵素と体外酵素

人の体内にある体内酵素には、大きく分けて、消化酵素と代謝酵素に分けられ、13,000種にも上ると言われているが、未知のものでもっと増えるかもしれない。消化酵素は食べ物の消化に寄与し、代謝酵素は生命活動に寄与している。

ここまで述べてきたものは、主に消化酵素に由来する分解生産であった。代謝酵素の方は、図2-2にも示す、再合成し筋肉などを作っていく酵素となる。一方、自然界には動植物から微生物に至るまで、生命体は様々な酵素を持っている。その中で、私たち人が外部から取り入れている酵素を、体外酵素とここでは呼んでいる(図2-4)。



体外酵素には、日常的に食物として食べるもの、それ自体が持つ酵素と、さらに私たちの体内にある腸内の常在菌が持つ酵素も、私たちにとって重要な体外酵素と言える。

2-8 : 目指す植物酵素

前項(2-7)に3つの大きな要素があった。目指す植物酵素は、自身の体外常在菌を利用し発酵させることによって、悪玉菌の排除と善玉菌の増殖を図り、善玉菌の持つ酵素を大量に作らせ、さらに食物自体が持っていた消化酵素を利用する。体外常在菌そのものが、腸内常在菌とも近似と考えられる。

さらに、それを手作りしようとするものであり、その利用が、どうやら体質までも改善する可能性を秘めているらしい兆候があるようだ。(文責 高島忠義)

3. 微生物と酵素の関係

3-1: 酵素と微生物

酵素を作り出すのが微生物である。発酵に係わっている微生物は、カビと酵母と細菌である。人間は、微生物の生命活動で生じる副産物を、発酵物として利用している。

3-1-1: 微生物とは

前項で酵素とは何かを述べてきたが、ここでは微生物と酵素の関係を調べてみる。

まずは「微生物」とは何か？ 一般に肉眼でその存在が判別できないような微小な生物を「微生物」と呼ぶ。酵母、カビ、細菌などの他に藻類、原生動物も含まれる。この「微生物」は地球上のあらゆる所に生息し、土壌、水、植物、動物、人体、空中などどこにでも存在する。

人類は古くから微生物を活用してきたが、17世紀に顕微鏡が開発されるまで、その姿を見ることはなかった。微生物には人間の生活に役立つ働きをするもの、害をなすものがある。役に立つものを、「有用微生物」、害をなすものを「有害微生物」と呼ぶ。ただし、使用目的や環境により逆の作用をすることもある。

3-1-2: 微生物の種類

微生物はカビ (mold)、酵母 (yeast)、細菌 (bacteria)、原生動物 (protozoa)、ウイルス (virus) に大別される。発酵に大きく関わるのは、細菌、カビ、酵母の三大微生物である。

①細菌の形態

細菌はその形により球菌、桿菌、コンマ菌およびらせん菌に分けられる。球菌の大きさは直径 $0.5 \sim 1 \mu\text{m}$ ($1\text{mm} = 1,000 \mu\text{m}$) であり、その配列や集合状態から単球菌、双球菌、連鎖球菌などと呼ばれる。桿菌は棒状の細菌で、大きさは普通は幅 $0.5 \sim 1 \mu\text{m} \times$ 長さ $2 \sim 4 \mu\text{m}$ であるが、中には比較的短い形の短桿菌や幅に比較して長さの大きい長桿菌もある。

細菌の内、有用なものは酢酸菌、乳酸菌等で、酢の製造、発酵乳、醤油、味噌に利用される。

細菌



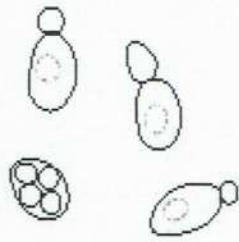
②酵母の形態

酵母には球形、卵形、長円形、円筒形のものがある。大きさは細菌に比べてかなり大きく、通常は球形のもので直径 $3 \sim 12 \mu\text{m}$ 、円筒形で幅 $2 \sim 4 \mu\text{m} \times$ 長さ $4 \sim 20 \mu\text{m}$ である。形は球形または卵形であり、アルコール生成力が強い。清酒、ビール、ワイン、パンなど非常に多くの食品に利用されている。

③カビの形態

カビは単細胞生物である細菌や酵母と異なり多細胞の生物であって、その形態もかなり複雑である。カビは糸状菌とも呼ばれ、糸状の菌体 (菌糸) が集合して大きな菌糸体を形成し、外観は綿状になる。麹カビが代表種でデンプン、タンパク質の分解力が強い。利用分野は多

酵母



Saccharomyces cerevisiae

かび



Aspergillus oryzae

岐にわたり、清酒、味噌、醤油、みりんなどがある。

青カビは、ロックフォールチーズの製造に利用される。

3-1-3：微生物の増殖方法

①水分と水分活性

生物も、他の生物と同様に発育するために水分を必要とする。水は食品中で二つの形態をとっており、一つはタンパク質や炭水化物と結び付いた「結合水」であり、もう一つが「自由水」である。微生物が利用できるのはこの「自由水」だけである。

食品中の自由水の割合を「水分活性」で表すが、水分活性は乾燥によって低くなるほか、砂糖や食塩の添加によっても低下する。一般に細菌は水分活性の高い食品で増殖するが、酵母は比較的水分活性の低い食品で、カビはさらに水分活性の低い食品でも増殖する。

②増殖温度

最適な温度は細菌の種類によって様々であるが、20° C前後のものを低温菌、35° C前後のものを中温菌、55° C前後のものを高温菌と呼ぶ。

病原菌は殆どが中温菌である。カビ、酵母では増殖最適温度は25° C前後の場合が多い。食品中の微生物の最低増殖温度は、細菌・カビでは-11° C、酵母では-10° Cといわれている。人の病原菌は殆ど中温菌であり、5° C以下では増殖しない。

最高増殖温度は、細菌でほぼ50° C、カビ・酵母でほぼ60° Cである。

③水素イオン濃度 (pH)

一般に細菌の増殖最適 pH は、6.5~8.0 であり、pH 4.5 以下になると増殖出来ない。ただ、乳酸菌のように酸性域でも増殖できるものや、コレラ菌のように pH 8.0~9.0 でよく増殖するものもある。カビ・酵母では、pH 5.0~6.0 が最適であり、かなりの酸性下でも増殖する。

④微生物の酸素要求

種類	酸素の要求	微生物の例
好気性菌	酸素がないと増殖できない	カビ・枯草菌
微好気性菌	酸素が少しだけ存在するとき増殖できる	カンピロバクター
通性嫌気性菌	酸素の有無に拘わらず増殖できる	多くの病原菌・乳酸菌・大腸菌
嫌気性菌	酸素がないか、あっても微量の時だけ増殖できる	ボツリヌス菌・破傷風菌

⑤微生物と酵素の関係

微生物が成長・増殖していく段階で酵素を生み出す。ただ、どの微生物がどのような酵素を生産しているかは、まだ十分には解明されていない。従って、どの食品にどの酵素が働いているかも全ては判っていない。

3-2：腸内細菌の働き

3-2-1：腸内細菌とは

人を始め哺乳動物は、母親の胎内にいる間は基本的に他の微生物が存在しない無菌状態にある。生後3~4時間後には、外の環境と接触することにより、あるものは食餌を介して、あるものは母親などとの接触で、またあるものは出産時に産道で感染することによって微生物が感染し、その微生物の一部は体表面、口腔内、消化管内、鼻腔内、泌尿生殖器などに定着して、その部位における常在性の微生物になる。一般にこれを「常在菌」と総称されることが多い。このうち消化管の下部にあたる腸管内の常在細菌が「腸内細菌」である。

人の腸内には一人当たり100種類以上、100兆個以上の腸内細菌が生息しており、糞便の約半分は腸内細菌またはその死骸であると言われている。宿主である人や動物が摂取した栄養分の一部を消化利用して生活し、他の種類の腸内細菌との間で数のバランスを保ちながら、一種の生態系（腸内フローラ）を形成している。なお、その名称から腸内細菌の代表のように言われている大腸菌は、全体の0.1%にも満たない。

多種多様な腸内細菌はそれぞれが細菌叢と呼ばれる腸内環境を作り出している。細菌叢とは、細菌と細菌がお互いに干渉しあいながら共生し、複雑な腸内環境を作り出していることをいう。腸内細菌と人は前述のように共生しており、互いが互いを必要とする関係にある。腸内細菌は腸に流れてくる食べ物を代謝して栄養としており、その時に腸内に酵素を放出したり、食物を菌内の酵素で分解したりと腸内細菌と消化酵素は切っても切り離せない関係にある。

3-2-2：腸内細菌の働き

人の消化管は自力では、デンプンやグリコーゲン以外の食物繊維である多くの多糖類を消化できないが、大腸内の腸内細菌が嫌気発酵することによって一部が酪酸やプロピオン酸のような短鎖脂肪酸に変換されてエネルギー源として吸収される。食物繊維の大半がセルロースであり、人間のセルロース利用能力は意外に高く、粉末にしたセルロースであれば腸内細菌を介してほぼ100%分解されるとも言われている。食物繊維は腸内細菌による発酵分解によってエネルギーを生み出すが、食物繊維の望ましい摂取量は成人男性で19g/日以上、成人女性で17g/日以上である。

《善玉菌と悪玉菌》

腸内細菌を善玉菌と悪玉菌に分けることがあるが、宿主の健康維持に貢献するものを善玉菌、害を及ぼすものを悪玉菌という。

この考えは、19世紀末にイリア・メチニコフが発表した「自家中毒説」に端を発している。腸内の腐敗は寿命を短くするという仮説を立て、腸内腐敗を予防すれば老化を防止できると考えた。長寿国であったブルガリアでヨーグルトが摂食されていることに注目し、そこから分離した「善玉菌」である乳酸菌（ブルガリア菌）を摂取することによって、腸内の腐敗物質が減少することを確認した。

善玉菌と呼ばれるものには、ビフィズス菌に代表されるものや、乳酸桿菌と呼ばれる細菌など乳酸や酪酸のような有機酸を作るものが多く、悪玉菌には大腸菌など悪臭のもととなる腐敗物質を出すものが多い。なお、悪玉菌は有機酸の多い環境では生育しにくいものが多い。

3-3：人の酵素寿命説（酵素が尽きると寿命が尽きる???)

人の体内で酵素以上に重要なものはないと言えるほど、酵素は大切な働きをしている。消化→吸収→合成→分解→解毒→排泄のみならず、呼吸にせよ心臓の拍動にせよ人の生命活動はすべて酵素によって営まれていると言える。

酵素は人間の体内で無制限に作られていると思われていたため、栄養学の中で最も研究が遅れ、それよりも体内で作ることのできないビタミンやミネラルなどの方が研究の対象となってきた。因みにビタミンやミネラルは、補酵素と位置づけされるもので酵素の働きを助ける働きをするが、主役はあくまで酵素である。

3-3-1：酵素の寿命

人間の体内では、毎日多種多様な酵素が生産されている。作られている場所は、それぞれの細胞のなかで、細胞核にあるDNAが、どの酵素を作るかという青写真を作成し作られる。消化酵素も、消化器の細胞内で作られる。多くの酵素は、不活性の形状で作られ、必要に応じて活性化される。

酵素が作られる時間帯は、睡眠中と言われている。寝ている間に細胞核の中で作られる。酵素にも寿命というか「耐用期間」がある。酵素が死ぬのは基質をくっつけたり離したりしている内に、鋳型の穴が潰れ、仕事ができなくなった時である。短いもので数時間、長くても数十日で消滅すると考えられている。酵素は絶えず作られているが、酵素製造能力にも限界がある。20才をピークに年齢を重ねるごとに少しずつ減っていき、40才を過ぎると急激に減少していく。

3-3-2：酵素は無尽蔵ではない。

人の酵素は無尽蔵ではなく、一生に作れる量は一定である。生まれたばかりの新生児には、高齢者の数百倍の酵素が存在するといわれ、生まれた時に与えられた酵素の生産能力を、毎日の生活の中で使って老化し、ついには病気になり死んでいく。そこで、酵素が尽きるときが寿命の尽きるときと言われている。

体内酵素には、消化酵素と代謝酵素がある。ここで重要なことは、代謝酵素を如何に温存するかである。1日に作り出せる体内酵素の能力の量が決まっているとすると、代替の効く消化酵素を対外から補給し、代替の効かない代謝酵素の消費を抑えることが有効といえる。

《消化酵素と代謝酵素のバランス》

健康な人の場合

不健康な人の場合



健康な生活を送るためには、次の3点が重要であろう。

- ①食べ物の種類に配慮し、消化に手間取るもの、大食いを避け
- ②食べ物自体の消化酵素を利用し
- ③腸内細菌の持つ酵素を十分に利用すること

(文責 油井 秀樹)

4. 発酵と酵素

「酵素」は昨今、テレビや新聞紙上で「健康飲料」や「健康補助食“サプリメント”」など幾多の「酵素入り…」商品の宣伝を目にし無い日が無いほどに一種のブームになっている。生物の「発酵」という“現象”を通じ古くから、何らかの物質が作用していることは分かっていたが、それが何か究明されたのはわずか180年程前になってからのことである。そこで「酵素の発見の歴史」と、物質の「発酵と酵素のかかわり」について以下にまとめた。

(参考文献「酵素反応のしくみ」藤本大三郎著 講談社、フリー百科事典「ウィキペディア」他)

4-1: 酵素発見の歴史

生物の体の中で起こっている化学反応(たとえば呼吸や消化)や、生物の引き起こす化学反応(たとえば発酵)を通して、生命体内の化学反応の特徴のいくつかは、非常に古い時代から現象として知られていた。しかし、その原因というか“仕掛人”である「酵素」の存在は長い間わからなかった。

酵素が見つかったのはやっと19世紀に入ってからで、1833年にフランスのペイアンとペルツが、麦芽をすりつぶした液から、デンプン(これはブドウ糖が沢山つながったもの)を分解して小さな分子の糖に変える働きを持つ物質を分離し、そしてこの作用をもつ物質を「ジアスターゼ」と命名した。今日では「アミラーゼ」と呼ばれる酵素の発見である(「ジアスターゼ」という名前は、その後、特にフランスでは酵素全体を意味する言葉として用いられた)。

一方、ほんの少し遅れて、動物の酵素も見つかった。1836年にドイツのシュバァンは、胃液が肉を溶かす作用を持つことから胃液の中の活性物質を抽出し、これに「ペプシン」と言う名前をつけた。それ以降、いろいろな酵素が次々と見つかった。どれも、とても少量で多量の物質に作用することができる。しかし、これらの酵素の引き起こす化学反応の種類は加水分解反応に限られていて、生物の体内でおこる複雑多様な反応や合成反応の進行を説明することはできなかった。つまり、生物の体の中でおこる複雑な反応には生きた細胞、いいかえると「生命力」がやはり不可欠なのではないかという考えが多数あった。

この問題に決着がついたのは、酵母のおこなうアルコール発酵を巡る論争によってである。酵母はブドウ糖(グルコース)からアルコール(エタノール)をつくることができる。ワインやビール、酒などアルコールを含む飲料を、人類は有史以前から楽しんできた。その中心となるプロセスが、ブドウ糖をアルコールに変える反応で、これを「アルコール発酵」という。アルコール発酵が、微生物である酵母の働きによることを明らかにしたのが、有名なパスツールである。ブドウ糖はとても安定な化合物で、中性の水溶液の中で室温にほっておいても、微生物なしにはアルコールと二酸化炭素に変化しない。そこでパスツールは、発酵は酵母の生きた細胞なしには、つまり「生命力」なしにはおこりえないと考えた。

1897年(パスツールの没後2年目)、ドイツのブフナーが、生きた酵母の代わりに、酵母をすりつぶした液をつかってもアルコール発酵がおこることを証明した。すなわち発酵は「生命力」とか生きた細胞構造とは無関係に起こることが明らかになった。ブフナーは酵母の内部にアルコール発酵を進める物質が存在すると考え、この物質を「チマーゼ」と名付けた。この発見が、酵素化学の夜明けとなり、ブフナーはこの功績により、1907年にノーベル化学賞を受賞した。

酵素には、その歴史的な経緯から、「ジアスターゼ」「チマーゼ」「ファーメント」などいろいろな言葉が当てられてきたが、今日用いられている「酵素(Enzyme)」という言葉は、「酵母の中にある(en=中にある、zyme=酵母)」という意味のギリシャ語にもとづくもので、1878年にキューネの提唱によるものである。また、歴史的には、ある酵素が見つかるたびに、発見者が名

前をつけてきたが、1つの酵素が幾つかの名前でよばれたりなどの混乱が生じたため、今日では「国際生化学連合」という組織の中に酵素の命名の委員会があって、そこで整理を行っている。各酵素には、反応の種類を表す「系統名」と、日常的に使う「常用名」とがつけられ、番号が与えられる。常用名はその酵素が触媒となる反応を簡潔に表して、その後「…アーゼ (ase)」をつけるのが普通だが、トリプシンやペプシンのように古くから用いられてきたものはそのまま用いられている。

現在、酵素は約2万種ほど発見されており、まだまだ新たな発見があると云われている。そこで、現在までの酵素に関する主な事項を一覧表にまとめてみた。

年度	事 項	人名
1833年	麦芽抽出液からアミラーゼが分離される	ペイアン、ペルソ
1838年	「プロテイン」の命名	G.マルダー
1861年	アルコール発酵が微生物「酵素」の働きであることを発見	L.パスツール
1871年	初の酵素「インベルターゼ」の発見	ホッペ・ザイラー
1878年	ギリシア語の「Enzyme」(酵母の中にあるものの意味)の使用	W.F.キューネ
1894年	小麦ふすま麴法により酵素剤タカジャスターゼの発明	高峰譲吉
1894年	酵素の基質特性について「鍵と鍵穴説」の提唱	E.H.フィッシャー
1897年	酵素概念の確立および「チマーゼ」の分離	E.ブフナー
1901年	酵素 - 基礎複合体形成の考えを提唱	V.ヘンリ
1912年	脱水素酵素の発見	H.O.ヴィーラント
1913年	酵素反応の速度論「ミカエリス定数」を提唱	ミカエリス、メンテン
1924年	鉄酵素添加酵素の発見	O.H.ヴァールブルグ
1926年	「ウレアーゼ」の結晶化に成功	J.B.サムナー
1930年	「ペプシン」の結晶化に成功	J.H.ノースロップ
1941年	1遺伝子1酵素説を提唱	ビードル、テータム
1945年	補酵素A(CoA)の発見	F.A.リップマン
1950年	「ペニシリンアシラーゼ」の発見	坂口謹一郎ら
1955年	酵素添加酵素の発見	早石 修ら
1955年	インシュリンの一次構造決定	F.サンガー
1958年	ヘモグロビンの三次構造解明	M.F.ペルーツら
1959年	グルコアミラーゼによるブドウ糖生産の工業化に成功	福本寿一郎ら
1961年	酵素の不溶化の開発	E.カチャルスキー
1962年	「チトクローム P-450」の発見	大村恒夫、佐藤了
1962年	酵素変成の可逆性の証明	C.B.アンフィンセン
1968年	セラチオペプチターゼ(抗炎症プロテアーゼ)の開発	武田薬品
1973年	組換えDNAの基本的技術の完成	コーエン、ボイヤー
1973年	バイオリクターによる異性化糖の発売	日本食品加工ほか
1974年	制限酵素による遺伝子解析法の開発	ネーサンス、スミス
1982年	微生物酵素によるアクリルアミド量産化技術の開発	山田秀明ら
1986年	エステル分解能をもつ触媒活性抗体を開発	ラーナー、シュルツ
1988年	組換えリパーゼを添加した洗剤を発売	ライオン
1992年	PCR診断薬発売	スイス Roche 社

4-2：発酵は何故おきるか（発酵と酵素のかかわり）

発酵とは、一般的には微生物の作用によって、有機物が分解されて、何らかの物質が生成される現象のことをいうが、その中で、その作用が人間にとって有用である場合に用いられる（有用でない場合は“腐敗”という）。人類は、紀元前から「発酵」を利用してきたが、それが科学的にどのような現象かは知らずにいた。

主な発酵利用の歴史は下記の通りである。

《発酵利用の歴史》

- ・BC5000年頃 ナツメヤシ、干しブドウ、ワインなどから酢が造られる（バビロニア）
- ・BC4000年頃 赤ワインの製造（エジプト）
- ・BC3500年頃 大麦を麦芽としてビールを製造（バビロニア）
- ・BC3000年頃 チーズ、バターという言葉が誕生（中央アジア～インド地域）
- ・AD100年頃 スシ（飯と魚を混ぜ合わせ発酵させた食品）の記録
- ・AD540年頃 醸造酒、黍米酒（もちきび）、米酒（うるちきび）の製造方法の記録
- ・AD1000年頃 麦芽汁から蒸留酒製造
- ・AD1245年 「麴座（酒、味噌、醤油、甘酒製造用麴の専売権の設定）」の設置（日本）
- ・AD1250年 ブドウ酒を蒸留してブランデーを得る
- ・AD1674年 オランダのレーウエンフクがビールの中の顆粒（微生物）を発見

歴史的に見ると、長い間、人類は発酵を利用しながら、その現象に微生物や酵素が関与していることも19世紀まで分かっていなかった。「酵素」は、発酵についての研究が進んだ19世紀初に、「発酵をおこす何か」として発見された。また「酵母」は、17世紀(1674年)にビールの中にある粒子状の物質として発見されたが、発酵の関係がわかったのはやはり19世紀になってからである。19～20世紀以降は、酵素と発酵、そして酵母についての研究が一気に進みました。

「酵素」は、その本体がタンパク質であること、生物の細胞内で作られ、生物体内で触媒として働き、色々な化学反応を起こさせ、物質合成や分解を促進することが解明され、酵素が生物にとって非常に重要な物質であることが分かってきたのである。つまり発酵は、生物（微生物）による“酵素反応”を利用して食品中の成分を別のものに変えることである。

「発酵」には、作用する微生物の種類によって多様な発酵現象が知られているが、その主なものを以下に列記する。

◎アルコール発酵

主として出芽酵母によって行われる。糖分を分解してアルコールと二酸化炭素を発生する。アルコール飲料がその代表である。酵母は自然界では糖分の多い環境に生息し、果物の皮などに付着している。果実をつぶして容器に置けば、自然にアルコール発酵が進む場合が多い。今日では、アルコール発酵は12種類の酵素が係わった複雑な反応であることがわかっている。生きている酵母の小さな細胞の中で、この12種類の酵素が次から次へと作用して、グルコースをアルコールと二酸化炭素に変えていくのである。

◎乳酸発酵

乳酸菌によって、糖から乳酸が生成する。

◎酢酸発酵

酢酸菌によって、エチルアルコールから酢酸が生成する。

◎アミノ酸発酵

ある種の細菌によって糖とアンモニアからグルタミン酸などのアミノ酸を生成する。

◎その他の発酵

メタン発酵、酪酸型発酵、硝酸塩発酵、ブタノール・アセトン型発酵など

(文責 藤原昭宏)

5. 手作り植物酵素の作り方

私たちSGS-7のメンバーは、グループ研究として「パート1」で、野草を料理して試食した。野草が食べられることを知り、食べる以外の野草の利用法を「パート2」として研究することにした。新聞広告で野草酵素の掲載や他からの情報収集で新潟県妙高高原の麓に、唯一、野草酵素研究所があることを知ったが、現地は何分にも遠隔地であるため、近在での野草(植物)酵素の作り方の指導者を求めることにした。

5-1: 手作りの植物酵素作りに挑戦

私たちの親は家庭で漬物、味噌などを時期になると作っていた。これらは発酵食品であり、暮らしの中で自然に生活の知恵として学び伝えていたが、昨今では多くの加工食品が店頭で、便利に手短かに手に入るため、教え、伝えることが少なくなっている。そこで手作りの植物酵素に挑戦して実践しようと試みることになった。そこで、2011年7月16日に、奈良県生駒郡平群町オガニックカフェを訪問し藤森久雄氏の指導を受けることにした。事前に説明を受けた後、周辺の田畑に野草を探しに行く。材料の準備を確認して野草(植物)酵素作りに挑戦した

5-1-1: 藤森久雄氏の植物酵素作りの説明

藤森氏より植物酵素を作るにあたっての基本的な知識や留意点の説明を受けた。その要点を以下にまとめてみた。

- ①手作り酵素の特徴は身近な季節の野草を材料として酵素の働きを利用する。
- ②皮膚常在菌の活用を学ぶ。
- ③安価に作れる。
- ④手作りでより安心安全である。
- ⑤酵素は熱に弱いので大体40度前後迄(50度以上で失活する)。
- ⑥季節により材料とする野草が変わる。
- ⑦採取は新芽の柔らかい部分を採り新鮮がよい(農薬散布場所は避ける)。
- ⑧毒草も酵素になれば無毒化するという。
- ⑨作成して1~2ヶ月で出来あがる。
- ⑩大枠があてれば作成する人の感性で経験出来る。
- ⑪漬物、果実酒を仕込んだ経験があれば誰でも出来る。
- ⑫果物(柑橘類)は適度な酸味と香りがよいので添加するとよい。
- ⑬柑橘類だけの酵素つくりや実物の見本を味わってみよう。
- ⑭野草材料と上白糖の比率は1対1.1倍とする。
- ⑮必要物品は上白糖(精製度の高い砂糖)ザル、包丁、まな板、計量器、容器(つけ込む材料の3倍の大きさ)。
- ⑯毎日1回は素手で混和し底に上白糖の沈殿が無くなるのを目安とする(常在菌の活用と発酵によるガスを排出するため)。
- ⑰2週間くらいで繊維質とエキスと2層に分離してくる。
- ⑱夏季は2週間、冬季は4週間くらいが目安として飲用出来る。
- ⑲発酵エキスと繊維はザルで濾して他の容器に移し替えてもよい。

5-1-2: 実践

藤森氏の作り方の説明に基づき、植物酵素の手作りに実際に取り組む。主なポイントを以下に列記する。

- ①採取した野草はゴミを取り除く程度にさっと洗い水切りをする。今回は残念ながら、夏季

のため、採取時間と野草が新芽で新鮮なものが少ないため不使用となる。予め準備されていた下記の材料を使用した。

トマト、キュウリ、ニンジン、ヤマモモ、スダチ、キャベツ、シソ葉、ズッキーニ、ウリ、甘トウガラシ

- ②計量器で準備された野菜を計り、ざく切りで1 cm に切る。
- ③上白糖を計り野菜と交互に容器（広口瓶）に敷き詰めていく。
- ④大切なことは素手で材料と上白糖を交互につけ込むことである。
- ⑤その時期の柑橘類を加えるとよい。
- ⑥蓋をして冷暗所に保存する。

5-1-3：感想

なお、当日藤森氏が作成して、できあがった数種類の植物酵素飲料を試飲をした。その感想をまとめてみた。

- ①非常に甘く糖尿病を悪化させるのではないかと、糖尿病になるのではないかとという疑問。
- ②発酵食は夜間に飲むことで腸内で発酵が活発になるといわれている。
- ③材料の種類は季節に採れる野草、野菜、穀類、果物等を多く使用出来て便利である。
- ④個人それぞれが持つ常在菌の産物は味わいでは分らない。
- ⑤日本人が長い時間をかけて作りあげた発酵食品に改めて思いを馳せた。
- ⑥非常に甘く感じるので、適量とか少量なら食材の添加物として使える。
- ⑦興味を持ち野草酵素の作り方を学び酵素を飲んで効果など今後学ぶことにする。

5-1-4：酵素作りに使用される材料

酵素作りの材料は下記のような野草、野菜、果物、穀類などが使用される。使用する材料は、植物なら何でもよいが、・出来るだけ旬のもので、・取立てで新鮮なもの、・近場で取れた防腐剤などが使用されていないもの等を使用することが大切である。また、材料は皮ごと、種も捨てずに全て使用すること。

ヨモギ、スギナ、ツクシ、イタドリ、セリ、フキ、ゼンマイ、ナズナ、ハハコグサ、月見草、オオバコ、クローバ、ワラビ、ドクダミ、ゲンノショウコ、クコ、ニリンソウ、柿の若葉、ツユクサ、菜の花、クレソン、アシタバ、浜ボウフウ、レンゲソウ、タラの芽、タケノコ、ビワの葉、桑の葉、桜花、桜葉、桃の葉、さつまいも、カボチャ、里芋、山芋、人参、大根、ラディッシュ、レンコン、白菜、キャベツ、チンゲンサイ、キュウリ、トマト、みかん、柿、梨、ブドウ、花梨、イチジク、アケビ、玄米、黒豆、金時豆、トウモロコシ、さつまいも、ピーマン、レモン、青シソ、アスパラ、赤パプリカなど

以上のように藤森氏より、手作り植物酵素づくりを学んだが、“なぜ、材料の漬け込み時に上白糖を材料の1.1倍も使用するのか、大量の上白糖は身体に良くないのではないかと、上白糖以外の糖類や塩ではだめなのか” また、“漬け込み時や、漬け込み後の攪拌時に、なぜ素手でやるのか、素手でやることで人の保有している常在菌を活用するとはどういうことか” などの疑問が、藤森氏の説明だけでは解消できなかった。

そこで後日、上白糖を黒糖に変えた実験や、「常在菌の働き」それに「上白糖の役割」等について次節以降で探求することにした。

(文責 巽 妙子)

5-2：常在菌

5-2-1：常在菌の定義

既に3-2-1：腸内細菌とはで記述しているように「人は生後3～4時間後には、外の環境と接触することにより、あるものは食餌を介して、あるものは母親などとの接触で、またあるものは出産時に産道で感染することによって微生物が感染し、その微生物の一部は体表面、口腔内、消化管内、鼻腔内、泌尿生殖器などに定着して、その部位に於ける常在性の微生物になる」。一般的にこれを「常在菌」と総称している。

5-2-2：善玉菌と悪玉菌

腸には100種類以上、100兆個以上の腸内細菌が住んでいる。腸内細菌には健康にとってプラスに働く善玉菌と害を与える悪玉菌、および、どちらにも属さない菌がある。大人の肌の表面には一平方cm当たり、およそ10万個の菌でおおわれているが、生まれたての赤ん坊は大人の10倍の100万個位の菌でおおわれている。さらに、赤ん坊の腸内細菌は、生後2～3日で善玉菌が自然発生し一週間後には95%を占めるようになるが、離乳食(5～6か月)が始まるころからは善玉菌の占有率は徐々に減少し、年寄になると腸内細菌の10%以下に減ってしまう。「大抵の年寄が便秘で悩まされるのはこのためである。」と言われている。

5-2-3：常在菌のすごい働き

常在菌の働きは次の通りにまとめられる。

①体を病原菌の感染からまもる。

腸内細菌叢(腸内フローラ)が善玉菌で占められると、それらが作る酢酸や乳酸が増え腸内のpHは大きく酸性に傾き病原菌の増殖を抑え感染を防ぐ。

②腸内の腐敗を抑える(腐敗菌の増殖を抑えて、腸内環境をきれいにする)。

タンパク質が腸内で悪玉菌に分解されるとアンモニア、アミン、硫化水素などの腐敗物が作り出され、これが体内に吸収されて、便秘、下痢、高血圧、ガンなどの病気の原因になったり、老化を進行させたりする。善玉菌はこれらの悪玉菌と戦って腸内の腐敗物の発生を抑える。

③ビタミンを作り出す。

善玉菌はビタミンB群を中心にニコチン酸、ヨウ素などを作り出しそれが体内に吸収されて健康増進に役立っている、と言われている。

④腸の運動を促して便秘を防ぐ。

善玉菌が腸内で増殖すると、その代謝産物として乳酸、酢酸などの有機酸が作られ、これらの酸が腸の蠕動運動を促し便秘を予防する。

⑤下痢の予防と治療

下痢は腸内フローラのバランスが悪くなることから起こるといわれている。したがって善玉菌が増殖するとバランスがよくなり、下痢も治る。

⑥免疫力を高める(免疫機能を刺激して、体の抵抗力を高める)。

善玉菌の菌体には体の免疫機能を促進して免疫力を高める物質が含まれている。従って腸内の善玉菌がその使命を終わって壊れると、菌体の成分が体内に吸収され、免疫力の向上を助ける。

⑦発ガン物質を分解する

腸内には、食べ物の成分をニトロソアミンなどの発ガン物質にしてしまう悪玉菌がいるが、それに対抗して善玉菌はニトロソアミンを分解する働きを持っている。

5-2-4：常在菌は人間の健康を守る「生命の衣」

赤ん坊は生後2～3日で大量の微生物を母親からもらい受けるが、その後乳児から成人にな

る過程の中で、食生活や環境条件などの影響で淘汰され、生き残った菌が現在の私たちの体を守る常在菌である。したがって赤ん坊の時に付いた常在菌は一生の守り神といわれ、また「生命の衣」とよばれている。この常在菌の数が多いか、少ないかによって健康か、病気がちであるかが左右される。そこで

- ・常在菌が不足している人には常在菌を増やす。
 - ・常在菌の働きが弱い人には常在菌の働きを活発にさせることが必要になってくる。
- これらを実現するのが「酵素」と言われている。

5-2-5：酵素の摂取

私たち日本人が酵素を摂取するもっとも身近な方法は発酵食品である。発酵食品民族である日本人の生活様式は親から子へ伝承されてきた。味噌、醤油、納豆の作り方、農漁産物を干物や漬物にして保存し飢餓の時に対応する生活術まで広くある。これらの食品が酵素や微生物の働きによるものとはしなくても昔の人は大事な情報として、また生活習慣として代々伝えてきた。残念ながら現在、病人や病んでる若者に共通するものは、野菜や発酵食品を嫌い肉を好むことにある。このことが腸内の微生物を少なくし生命力を失わせている要因となっている。さらに酵素の摂取で最も効果的なことは5-1「手作りの植物酵素作りに挑戦」で述べたとおり旬の野草、旬の野菜、旬の果物を材料として作った酵素ジュースを「愛飲すること」と言われている。

5-2-6：手作り植物酵素の効果

手作り植物酵素の効果は次のようにまとめられる。

①腸内細菌を増やす（体内環境整備作用）

手作り酵素は、体の中の環境を整える作用をする。体液、血液のpHを整え、腸の蠕動運動を高めて腸内細菌を増やす。消化液の分泌を助け消化を促進する。

②抵抗力を強くする（免疫強化作用）

病原菌に対する抵抗力が強くなり、風邪にかかりにくくなる。

③体内の代謝を活発にする（分解作用）

病気をした患部や、血管内にたまった汚れを分解して、きれいに掃除をする。また腸内の異常発酵を防ぎ食べたものをスムーズに分解し、エネルギー代謝を促進する。

④血液をきれいにする（血液浄化作用）

血液中の老廃物を体外に排出し、どろどろした血液をさらさらした血液に浄化し、体の各器官に新鮮な血液をおくりこむ

⑤老化を防ぎ細胞を若返らせる（細胞賦活作用）

細胞の新陳代謝を活性化し、老化を防ぎ、細胞の若返りに寄与する

以上常在菌の効用を述べたが、筆者も傘寿を迎え常在菌の残量も少なくなっていると思われるので「手作り植物酵素」で補うよう努力したい。

（参考文献 ①手作り酵素 河村文雄著 十勝均整社発行 ②インターネット）

（文責 庄司 博）

5-3：白糖の使用

5-3-1：何故白糖を使うのか

手作り植物酵素には素材の1.1倍（重量比）の白糖（上白糖と同意語）を使っているが

- ・1,1 倍の理由は
 - ・大量の白糖は体に害を与えないか
 - ・酵素のエキスは甘すぎるので、白糖に代わるものはないか 等、
- 植物酵素を作った経験者からも疑問が出ているので、この疑問に答えるべく「白糖の健康に及ぼす害」にも言及し、この項にまとめてみた。

5-3-2 : 砂糖の性質

手作り植物酵素と白糖の関係に入る前に砂糖の一般的性質について述べる。

1) ブドウ糖、果糖

白糖はショ糖と言われ、ブドウ糖と果糖が結合したもの。二糖類とよばれる。

- ①ブドウ糖：糖の1種であり代表的な単糖の一つである。人間を含む動物や植物が活動するためのエネルギーとなる物質の一つである。血液中のブドウ糖は体の細胞に取り込まれて解糖系と言う回路やクエン酸回路と呼ばれる回路で複雑な化学反応（代謝）を経て二酸化炭素と水に変化する。その途中でブドウ糖からエネルギーが取り出される。取り出されたエネルギーは、※ATP（アデノシン三リン酸）と言う特別な分子に蓄えられ生きていくために利用されている。ATPに蓄えられたエネルギーは体の成長、運動に寄与される。
- ②果糖：糖の一種で単糖である。すべての糖の中で最も水に溶けやすく、蜂蜜、果実、メロンなどに大量に含まれている。体内で消化や分解の過程を経ず、エネルギー化できるため疲労回復に即効性のある営業源と言える。

2) 各種・糖に含まれるショ糖の割合

- | | | | |
|----------|---------|-------|---------|
| ① 白糖 | : 97,8% | ② 三温糖 | : 96,4% |
| ③ グラニュー糖 | : 99,9% | ④ 黒砂糖 | : 80% |

一番効率が良いのはグラニュー糖であるが溶けにくく、黒砂糖は白砂糖の1,2倍必要になる。

5-3-3 : 手作り植物酵素を作る時、何故白糖を使うのか

1) 糖とエネルギーの関係

ATPの製造：血液中の糖（ブドウ糖）は細胞に取り込まれると、細胞質の

- ・解糖系という回路で2個のATPが作られ、残りは、※ミトコンドリアに入り
- ・クエン酸回路で更に2個のATPが作られ、次に
- ・電子伝達系で34個のATPが作られ、合計で38個のATPが作られる。

このように1つの糖分子から得られた38個のATPの交換効率は約40%となり残りの60%は熱として排出され、体温の維持等に使われる。（参考：代表的なエネルギーの交換効率は、ガソリンの燃焼で車が動く効率は20%、太陽光発電で光のエネルギーが電力に使われる効率は22%と言われている。）

《※注 用語解説》

- ①ATP：すべての生物が活動するために必要な唯一のエネルギーの形。この形にしないと、生物はエネルギーとして使うことができないので体内通貨と呼ばれている。

Adenosine Triphosphate の頭文字

- ②ミトコンドリア：私たちの体は60兆個の「細胞」でできている。この細胞にとって大切な仕事はエネルギーを作り出すことである。「生きている状態」では必要なものを作ったり、集めたり、不要なものを吐き出したり、様々な仕事が絶えずおこなわれている。これら細胞が行う全ての仕事はエネルギーがなければ進まない。このエネルギーを作り出すのが細胞の大きな役割である。人の細胞にはミトコンドリアという特別な装置がありここでエネルギーが生産されている。（ひらく、ひらくバイオの世界より抜粋）

5-3-4：手作り植物酵素での白糖の役割

白糖は発酵菌と酵素によってブドウ糖と果糖に分解され人体への害はない。酵素のために採った植物は容器に詰められ光からも遮断され光合成もできずエネルギーの供給が止められる。しかし同時に、加えられた白糖がエネルギーの代わりを受け持つことになる。

糖はミトコンドリアに取り込まれ、そこでイオン化され、核やその他の器官に送られる。こうして植物細胞の小器官は生きるようになる。白糖にとってミトコンドリアがたくさんあればエネルギーに変換され人間の体に害をもたらしることがなくなる。そこで手作り植物酵素製作での白糖の役割は次の様にまとめられる。

①60兆個の細胞の中のミトコンドリアが白糖の中の「ブドウ糖」をATPに変えることで、エネルギーを作り出す。

②二つ目の役割は浸透圧の利用である。白糖の浸透圧を利用して植物中から酵素を抽出する。

手作り植物酵素には、ミトコンドリアが多量に含まれている。従って、白糖の全てがエネルギーに転化され、十分なミトコンドリアがあれば白糖の弊害はおきない。

(手作り酵素 河村文雄より)

5-3-5：何故 1,1 倍か、また塩ではだめか

植物酵素の材料の 1,1 倍の白糖を使う理由は

- ・酵素を異常な発酵や、カビ、腐敗等から守るため経験上からの安全濃度である。
- ・白糖の代わりに「塩」での実験では 漬物臭く、塩辛く飲めたものではなかった。

(植物酵素の手作り帳 青木 滋より)

5-3-6：白糖の害は恐ろしい

1) 白糖の精製

白糖の原料は主として①サトウキビ、②ビート（大根）からつくられており白糖は精白食品（白米、白パン、白糖）の代表食品である。白糖はその精製過程で様々な薬剤を使用し製造されている。その際大切なミネラル、ビタミン等をすべて奪われて、食品ではなく、有害な食品添加物となる。白糖を造るには、サトウキビの茎を砕き、圧縮して甘い汁を搾り取り、さらにそれを何度も加工して純粋な白い結晶になるまで精製する。最初の精製で汁は不純物を取り除くために濾過され、その後化学物質で精製処理される。その化学物質とは、劇薬である苛性ソーダ（強アルカリ性）硫酸（強酸性）である。

そして粗糖が除去された後に糖蜜が残る。糖蜜はさらに精製の過程を経て徐々に色が薄くなり、乾燥され最後に細かい純白の結晶が出来上がる。

2) 白糖の健康に対する害

白糖は精製の過程でミネラル、ビタミンがなくなるため体内に入ると体内にあるミネラル（特にカルシウム）、ビタミンを大量に奪うことになる。その結果、次のような症状を引き起こす要因になる恐れがある。

①骨、歯、血管が大変脆くなる。

②糖尿病：白糖の大量摂取は急激な血糖値の上昇をもたらす、血糖値を下げようとしてインシュリンが放出される。これを繰り返すことによりインシュリンが不足し糖尿病を引き起こす。

③その他現れる症状：精神疾患（イライラ、倦怠感）、高血圧、脳機能障害、精子欠乏症、卵巣発育不全など。




白糖は身体に必要なのない食品である。但し食生活に大きな喜びを与えてくれたり、食生活を豊かにしてくれることは事実である。健康な人はほどほどに、上手にお付き合いすることが肝心である。

(文責 庄司 博)

6. 手作り植物酵素の実験結果

6-1: 手作り植物酵素の手作り結果

私たちメンバーと一緒に手作り植物酵素に挑戦した。新聞広告などによると多くの種類の材料を使用しているので、私たちも材料は数多く使うようにした。

No	日付	場所	材 料	備 考
1	2011.9.23 	青少年公園	スーパーで購入できるもの しめじ、ピーマン、赤ピーマン、レモン、人参、青紫蘇、キャベツ、カボチャ、トマト、アスパラ、大根、キュウリ、柿、イチジク、ブドウ、リンゴ、ナシ、ズッキーナ、胡瓜の 19 種類	上白糖は材料の 1.1 倍 1人分材料 625g 野菜 50% 果物 50%
2	2012.11.14 	柏尾台 六甲倶楽部	穀類は玄米、黒豆、大豆 3 種、さつまいも、赤パプリカ、キャベツ、ナンキン、トマト、アスパラ、大根、ラディッシュ (赤・白)、胡瓜、柿、ブドウ、リンゴ、ナシ、みかん、ズッキーナ、ブロッコリー、蓮根、ナス、牛蒡、白菜、うまい菜、シナ、ホウレンソウ、チゲンダイコン、コマツナ、野草他 5 種で全 34 種類	上白糖+三温糖 +黒砂糖で材料 の 1.1 倍 1人分材料 1.1kg
3	2013.4.12 	真南条上 営農組合	摘んだ野草 オオバコ、タンポポ、ナズナ、カラスノエンドウ、ヨモギ、シロツメグサ、スイバ、ノカンゾウ、ハコベ、ツクシ、スギナ、フキ、ノアザミ、ミツバ、スマイレの 15 種類 他麴(全体の 2%) 野菜、果物	上白糖は材料の 1.1 倍 1人分材料 460g 野草 40% 果物と野菜 60%
4	2014.5.14	青少年公園 メンバー以外も参加	野草、野菜、果物	上白糖 0.9 倍~1.1 倍

6-2: 飲用した結果

いざ植物酵素を自分でも試さなければならなくなり大変躊躇した。なぜなら変な色となじみのない発酵の匂いがする。どうしようかと思った時に身近にいる「蟻に食べさせて見よう。多分蟻も寄りつかないだろう」と思った。然し違っていた。

上白糖、氷砂糖、植物酵素とを並べて設置した。すると植物酵素には、遥かに沢山の蟻が群がり、一向に持ち帰る様子もなく蟻自身が食らいついたままである。はじめは小さな蟻が寄って来たのだが倍ほどある大きな蟻も来た。しかし小さな蟻は寄ってくる大きい蟻を蹴飛ばし蹴飛ばし、寄りつくことさえ許さなかった。大きな蟻に占領されると思っていた私はそれにもびっくりした。植物酵素が無くなるまで動かなかった。

この様子(次ページの写真参照)を見て、自分自身でも飲用してみるようになった。



2013.6.23 実験

《6.1 の結果》

【No1】色は琥珀色、pH4 (3年後)、嫌みのない香りで美味しくできていた。一番古い製品で、3年以上になるが液体は澄んでおり香りも良く腐敗していない。嬉しい成り行きになった。
 (注)pHは簡単なリトマス試験紙で行ったのではっきりした値ではない。確実な実験をしてみたい。

【No2】黒糖使用の為、色は黒く見た目は悪いがコクがあり美味しい。pH4 (1年後)。砂糖は、上白糖の方が良いと分かり、これ以後は上白糖のみを使用することにした。

【No3】真南条は季節的にも野草が豊富なので野草を多く使用し米麹も入れたのでお酒のように発酵しており美味しい。色も琥珀色で見た目も美しい。pH4(6ヶ月後)。漬け込んだ日に残った野草で各々が野草単品で実験したが使用した野草が少なく思うように実験できなかった。カラスノエンドウの場合は時期的に繊維も多く水分が出なかったとのこと。野草の単品は採取できる量にも問題があり夫々の野草の最盛期に実験すると良い。

【No4】メンバー以外で植物酵素作りに興味のある人も参加して実習した。準備した砂糖の量が少なかったために材料の1.1倍使用しなかった人もおり、0.9倍の砂糖のまま漬けたら土臭く、あまり美味しくなかったとの報告であった。適量に使用した人は美味しく出来たと報告あり。そうすると砂糖の量が1.1倍と言うのは守った方が美味しく出来るようだ。

上記以外にも、野草100%、42種類を採取して2012.9.12に実験してみた。この時はまだ黒砂糖を使用したので香りも強く味も濃くなった。見た目も殆ど真っ黒であり美しさに欠ける。ブルー液のようであった。



使用した野草はツユクサ、ゲンノショウコ、ミゾソバ、シソ、ドクダミ、チヂミザサ、シラン、ススキ、タンポポ、カタバミ、ホトトギス、ヘクソカズラ、イノコズチ、シュウカイドウ、セリ、メヒシバ、シャガ、ケイトウ、ミズヒキ、アップルミント、シロザ、イタドリ、ヨモギ、マツヨイグサ、ヒメジョオン、ヌスビトハギ、スイバ、センダングサ、チガヤ、エノコログサ、クズ、

カルカヤ、オヒシバ、オオニシキソウ、イヌタデ、セイタカアワダチソウ、ホタルブクロ、アカバナユウゲショウ、タツナミソウ、ヨメナ、スベリヒユ、ペラペラヨメナである。

6-3：アンケートの結果

手作り植物酵素を飲食した人にアンケートを取ってみた。

- ①「飲食した結果、身体に良いと感じたか」の回答は、
 - 身体に良いとの確信は得られなかったが、悪くはない。との意見が多かった。
 - 飲用して3ヶ月経過、身体がシャキッとした気分になりました。
 - 「保田ぼかしで作った大根の葉の酵素をヨーグルトにかけて食することにより花粉症を抑える効果があったようにおもわれる。との回答もあった。とても嬉しい報告であった。
- ②「これからも作るか？」の回答は
 - メンバーの中でも、これからも作る人と、もう作らない人とは半々である。
- ③「これからも作ってみたい材料は」の回答に
 - 大根葉・梅・バナナ・生姜・キウイ等が挙げられた。

・各々が自由に多くの種類の実験をしたがその中で最も人気のあるのは梅である。毎年沢山収穫される梅は梅干に加工されることが圧倒的に多いと思われるが、これからは梅の酵素全部をいただける梅の上白糖漬けを勧めたい。梅ジャムより1段上をいく品になった。商品化も良いと思う。

・作ってみたい材料の報告を見て早速生姜、ゴーヤ、冷凍ブルーベリー（ジャムの代わり）などを漬け込んだ。以前から生姜は蜂蜜に刻んで漬込んでいたので今回は上白糖で作った。漬け込んで1週間、生姜、ブルーベリーはあまり発酵しないがゴーヤは大変発酵して瓶からあふれ出ていた。発酵しやすいものにはどんな成分があるのでしょうか。発酵と酵素の関係はどうなっているのでしょうか。次の課題である。

・丹波黒大豆の単品もなかなかの美味しさであり発酵しているのか食すと酔ったようになる。今年も作る予定である。豆は乾燥し切らない収穫後早めに使用のこと。ゴーヤは1ヶ月後には独特の苦みがかなり減り食せる段階になっている。レモンを加えたためかもしれない。



《黒豆漬け6か月後》



《ゴーヤとレモン漬け1か月後》

・また総じて柑橘類を入れたものは上白糖の甘さを抑え良い味になっている。特にレモンは手軽で良い。庭に沢山出来た青紫蘇もレモンと共に漬けたが1年経っても香り良く嬉しい製品になっている。

- ④「どんな飲みかたをしましたか」の回答は
 - 2~10倍に薄めて飲む。10倍に薄めて飲む人が多かった。
 - そのままヨーグルトに入れ食す。これは手軽で殆どの方がためしたようだ。
 - 田楽味噌に入れたが違和感なし。
 - 三度豆の胡麻味噌和えに加えたが違和感なし。味噌は植物酵素も受け入れる。

○辛い大根おろしに少し掛ける

○ぬか漬けの古漬けにかけると酸っぱさが減り食べやすくなった。

○クラッカーやパンにのせジャムの代わりに使用。甘いジャムよりは植物酵素が良いと思う。



《ヨーグルトに》



《田楽味噌に》



《三度豆の胡
麻味噌和えに》



《大根おろしに》

・また漬け込んだ材料は濾さず全ていただいたとの報告もあった。野草のみを漬け込んだものは一度濾して使ったが、それ以後は出来るだけ全部を食すつもりで、はじめから細かく切り大きな種は除外し、キンカンなどは種が小さいのでそのままでも半年もすれば食せる。作っていくうちに自分なりのやり方を工夫するようになった。

⑤「植物酵素を作ったが失敗した例は」の回答に

○上白糖以外のキビ砂糖は 1.1 倍では失敗との意見。ショ糖の不足。

○スギナに米麴と上白糖をいれて漬けたら途中で腐敗したとの報告もあった。

○初めは黒砂糖や三温糖でも良いかと思って使用していたが勉強するうちに上白糖が良いとの結論であったのでその後は上白糖のみを使用している。

○玉葱やバナナは水分が多く上白糖も多目に使用することを勧めている。

○黒大豆を鞘ごと刻んで上白糖に付けたが鞘が何時までも大変硬く終いには液が濁り廃棄した。鞘の使用は不可と思われる。

○米、豆類は乾燥しており発酵には時間がかかり難しい。

○サニーレタス、レタス、白菜など薄く柔らかい葉は溶けやすく腐敗が進みやすいとの報告もあった。夏場の安全性、保存などにも気をつけたい。

○10 倍に薄めてもまだ甘すぎる。発酵促進材に砂糖以外で何か適材はないかとの意見。

・発酵させるのに砂糖を少なくしたらどうなるか、ツユクサが沢山あったので実験してみた(2013年8月)。材料比 0.9, 1.1, 1.2 と3種類で実験した結果やはり 0.9 の場合は泥臭くなった。1.2 は甘すぎた。(添付別紙5「単品材料による、手作り植物酵素の実験結果」参照)

・これらの結果を得てまだまだ発展させたい課題であると思った。メンバー以外にも「これからも挑戦し、深く知りたい」との回答も得た。季節ごとの新しい素材で挑戦すると又何かを見付けることが出来るのではないかと思う。植物1つ1つの酵素が自分たちの体にどのように影響するのか私たちには分からないが今回は植物酵素を自分たちで作り食べることに限定して実習してきた。まだまだ分からないことだらけである。昔の人は何も分からないまま糠漬けをし、へしこなどを作り保存食として発酵食品を利用し、日本人の体を守ってきたことを思うと昔の人の知恵の深さを知る。これからもこの知恵を活かせるように伝えることは大切だと思う。最近ミドリムシなるものも話題のようであるがこれも酵素と関係あるようだ。酵素は本当に奥が深い。

・経過を観察した写真集を一覧にした資料を「単品材料による、手作り植物酵素の実験結果」として、本レポートの末尾に【添付別紙 1~5】として掲載している。

(文責 村井英子)

7. 各社見学

私たちは植物酵素作りをとおして「酵素とは何か」、「酵素と発酵の関係」はなどについて文献やネット等で学んできたが、なかなか理解できずにいた。そこで百聞は一見に如かずと発酵にかかわる工場見学を実施した。私たちが訪問した8社の見学から発酵についての学びを以下に纏めた。

1) 万田酵素(株)《広島県尾道市因島重井町》(訪問日、2011・11・9)

因島で300年以上続いた日本酒の造り酒屋の松浦新吾郎(11代目当主)によって設立される。酵素は環境に左右されやすくうまく発酵させるのに至難の技がいる。

【製造工程】

蜂蜜、黒砂糖、果実類、根菜類、穀類、海藻類など53種類以上の原材料を使用し、果実などは実だけでなく皮や種もまるごと使う、植物発酵食品。自然発酵にこだわる為、発酵熟成の過程で熱を加えることはない(熱処理や殺菌はしない)。微生物などによって生成されたものが健康増進につながると考えられ3年以上かけ長期発酵熟成させる(黒褐色)。

- 発酵食品は、体に良いといわれるが殺菌等されないため、それを商品として完成させるまで色々な苦難があったと感じた。

(参加者談)収穫した大きなお化け大根をみせてもらったが、実際には発酵のプロセスや完成した発酵状態を見学できなかったのが残念であり、又、販売専門の発酵研究のイメージのほうが強かった。



2) (株)キッコーマン高砂工場《兵庫県高砂市荒井町》(2012・11・8)

醤油は、江戸時代から使われており、キッコーマンは、大正6年千葉県野田市にて、醤油製造を始めた。近年、醤油は、世界的に食する事が多くなり海外でも多くの醤油工場が設立されるようになった。国内では、1400社の醤油会社があり、年間約82万klを製造するが、その内大手会社が41万kl、その10%をキッコーマンが製造している。醤油には、濃い口、うす口、白だし、たまり、再仕込みの5種類があり、その種類に於いて食塩の量が決められる。

【製造工程】

醤油の原料は、大豆、小麦、食塩、水であるが、醤油造りで一番大切なことは、麹菌の働きである。種麹(たねこうじ)に菌を入れ、3日間、製麹室で寝かせておく。その後、醤油麹が出来ると一定の食塩水を加え仕込む。この時の食塩水の量は、上記に説明したように醤油の種類によって変わってくる。

一方、小麦を炒り砕いておき、大豆は水に浸し蒸した後に両者を混ぜ合わせ、これに醤油麹を混ぜ、発酵熟成するまで待つ。この過程で醪(もろみ)が出来ると同時に、麹菌、乳酸菌、酵母などの微生物の働きにより原料の蛋白質や澱粉が旨みに変えられ、醤油のあのまろやかな味と香りが造り出される。うす口は、3ヶ月、濃い口は6ヶ月で搾るが、昔は1年間寝かせていた。

- 日本独特の醤油が昔の人の知恵によって造り出され、今それが世界中に広まりつつあると云う事は、私達の誇りでもあったと感じた。

(参加者談)工場内で、醪(もろみ)の香りを嗅ぎ、色を見ることはできたが麹菌を顕微鏡で見る観察が出来なかった事が残念であった。又、醪を布の中に入れ折り重ね圧力をかけてしぼり出す工程は圧巻であった。工場内の広さにも感心した。

3) サントリー(株)高砂工場《高砂市荒井町》(2012・11・8)

工場内では、サントリーの全ての種類の清涼飲料を毎日生産しているのではなく、3つのライン工程で、それぞれ違った品を日替わりで製造している。地産地消のスタイルで地域に根ざし、年間生産

量、約3,400万ケースといわれる。見学は、「ウーロン茶」のみであったが、茶葉自体は、中国で既に製茶までなされ日本へ出荷されるので、ポイントである発酵は、見学出来なかった。工場での説明、その後の工程を纏めてみた。

【製造工程】

ウーロン茶葉を手作業で機械へ移し入れ、お湯と茶葉を混ぜ合わせる。抽出、ろ過工程では、家で急須で入れるようにたっぷりのお湯でゆっくりと抽出し、巨大な茶こしで、ろ過する。高温のお湯が適していると言われるが、80℃～95℃位までが、ベストのようである。1タンクでは、35000ℓ集積でき、残った茶かすは、集めて肥料としてリサイクルされる。

- 茶カスや豆カス等、ゴミとして見てしまうような物もリサイクルして役立っている知恵に感謝の気持ちが湧いた。しかし、実際にウーロン茶葉を焙煎する工程が見学できなかったのが残念であった。

4) 甲南漬本舗「高嶋酒類食品(株)」《神戸市東灘区御影塚町》(2012・11・28)

江戸時代末期、本家高嶋太助が御影東明で酒造業を創業、初代高嶋平介が明治3年、焼酎の製造を開始した。この年が、会社創業の年となり、明治27年に“みりん”の製造、明治37年には自家製のみりん粕と酒粕で“奈良漬”の製造を開始した。(六甲の南に位置したことから“甲南漬”と称する)酒粕貯蔵用200トンサイロ4基を中心に主な製品の製造を一か所に集約している。業界で初めての新酒粕の空気輸送によるサイロへの投入や、全自動搬出入が出来るラックビルで、能率化を図っている。

【製造工程】

原料野菜の塩漬から始まり、下漬・中漬・上漬・本漬の工程を経て約3ヵ月で出来上がる。

- べっ甲色の商品は、日本独特の製造法による味と香りだと思ふ。



5) マルカン酢(株)《神戸市東灘区》(2013・2・13)

酢は、BC5,000年頃よりその製造記録が残されており、塩と並んで最古の調味料と言われる。バビロニア人が干しブドウやナツメヤシから作っ

ていたが、日本では3世紀頃、中国から酒の製法と共に伝来したとの説が有力で、調味料以外にも薬として用いられたとの説もある。日本でも世界でも、当時の酢は製造に時間がかかり非常に貴重なものとされていた。

【製造工程】

米を蒸し、麹菌を入れ「米麹」を作る。それに「水」を加えると麹菌の働きで「糖化もろみ」が出来る。さらに「酵母」を加えて酒の状態にする(アルコール発酵)。その酒に「種酢」を混ぜ合わせ加温し発酵槽に入れて食酢菌膜を植える。すると、「酒酢」の中の酢酸菌の働きにより酒から酢に変わる(酢酸発酵)。この時、菌の発育には空気(酸素)が必要となるため、菌は液の表面部分でのみ活動し、発酵を終えるまでには約1~1ヶ月半必要とする(静置発酵法)。

出来上がったばかりの食酢は、そのままでは酢酸特有の刺激臭が強く使用できないので、1~2ヶ月間熟成させ、香味を円熟させてまろやかな味に仕上げる。

- (参加者談)特に「静置発酵法」が印象深かった。見学終了後、思いがけなく多くの商品を土産として頂いた。大変親切に受け入れをして頂き気持ちよかった。

6) 江井ケ嶋酒造(株)《明石市大久保町》(2013・3・5)

江戸時代、明石の西部地区の浜手は「灘」と呼ばれていた。良い湧水と播磨平野の良質の米に恵まれた灘では、酒造りが必然のように盛んになり灘の酒としてその名声を博した。ところが東(神戸、灘)が全

国的に知られるようになったことからこの地域を西灘と呼ぶようになった。敷地内には、七つの木造蔵があり現在もなおそれぞれが別の役割をもち、全ての蔵が使用されている。一番蔵は、最も古い蔵で現在は清酒以外の酒類(焼酎、ウイスキー)を製造しており、これらは、二番蔵で長期間貯蔵される。酒蔵の特徴としては、窓が少なく壁が厚い構造のため外気の影響を受けにくく室温を一定に保つ事が出来、酒造りや貯蔵熟成に適している。又、酒造は冬の酒造最適期10~3月のみに行われている。

【製造工程】

- ①精米…一般の食用米の精白度は90%ぐらいだが酒造米は普通酒で70%~75%、吟醸酒で60%以下、大吟醸酒で50%以下に精白される。(於自社)
- ②蒸米…酒造米は、蒸米機で蒸されてすぐに放冷機で急速に連続冷却される。外側は硬く中はみずみずしい外硬内軟の状態になる。酒造りに於いてはこの状態が良い蒸米の条件となる。
- ③麴作り…酒造りの格言に「1麴、2元、3造り」という言葉がある。麴の出来具合で、酒の味が決まると言っても過言ではないのでこの工程は重要である。
- ④仕込み…仕込みは酒母に、麴、蒸米、水を加え「初添、中添、留添」の3段階で仕込む。「留添」終了後、約20日間の発酵日数で出来上がる。
- ⑤しぼり、原酒…発酵を終えた醪(もろみ)は、しぼり機でしぼられ原酒と酒粕に分けられる。しぼり機のとれ口より出てきた原酒は、アルコール度数19~20度で、発酵時に発生する炭酸ガスを含む。
- ⑥貯蔵熟成…出来上がった原酒は、貯蔵中の変化を防ぐため“火入れ”を行い(殺菌)貯蔵され、清酒は、半年から一年後に瓶詰される。

- 木造蔵の塀は焼き杉を使用されていたが、これは景観をよくするためではなく酒造りや貯蔵熟成に適しているという事がわかった。一升ビン酒が普及する前の容器は、樽と徳利が主流で自社製ビン工場を持ち、日本で初めて一升ビン(1.8ℓ)の酒を売り出されたが、これは偽造品を未然に防ぐと共に品質保持の面でも優れているとのことであった。素晴らしい知恵袋だと思った。見学終了後、別室でト部先生(社長の親戚)との質疑応答の時間を持たせて頂いたが、



部屋には色々な種類の酒類を用意して下さり、自由に試飲しながら先生の話をお聞かせ頂く事になった。最後の方は何人か酔いがまわり、良い気分になっていた。こういうリラックスした勉強時間なら何時でもOKと、影の声が上がった。

7) (株)明治ヨーグルト館 《大阪府貝塚市二色南町》(2013・6・12)

人類は、B.C5000年前(7000年前ともいう)からヨーグルトを作り利用していた形跡がエジプトにあった。日本には、1300年ほど前に入ってきており「酪」と呼ばれていたのがヨーグルトであり「蘇」はバター・チーズ、「醍醐」は発酵チーズであった。しかし仏教伝来と共に四足を食する事を戒められた為衰退し1100年間消えていた。復活は約200年後で薬として作られていた。現在、正式には法律で「発酵乳」と呼ばれる。

【製造工程】

送られてきた生乳は、130℃で2秒間殺菌される。それを培養タンクに乳酸菌と共に入れ9時間培養し40℃で4時間寝かせる。その後、容器に充填するが他からの菌を寄せつけないよう部屋は、他の部屋より気圧を高くしてある。又、食べるヨーグルトと飲むヨーグルトがあるが、その成分は同じであり、飲む方は、先に発酵させ砕いて流動化を図りその後充填する。

食べる方は、容器に充填後に発酵させるので固形化した形状が保たれている。近年の輸送技術向上が大いに寄与していることで、北海道からの生牛乳も冷凍車で運搬され、冷蔵タンクに一時保管後、すぐに発酵過程に入ることが出来る。

- 工場内でのトイレ使用后、手のアルコール消毒をキッチンと行わないとドアは開かず、外へ出られないシステムになっていたのは驚きであった。又、小学生にも分かりやすいクイズやTV画面を導入されており、楽しみながら見学できるよう配慮がしてあり、試飲も幾つかさせて頂いた。

(参加者談)工場内は、食品工場だけあってどこもピカピカであった。空気のきれいさが求められ、各部屋のフローゴと工程ごとに色を変え、必要な空気のクリーン度がセンサーで示されており、見るからに安心して食せると思った。丁寧な対応と説明が嬉しかった。

8) (株)神戸ヤクルト工場《神戸市西区池上》(2013・7・16)

ヤクルトの創始者で医学博士の“代田 稔”が医学の道を歩み出した当時、日本はまだ豊かとは言えず、衛生状態の悪さから感染症で命を落とす子供たちが数多くいた。そんな現実を胸を痛めていた医学生時代の代田は、病気にかからないようにする「予防医学」を志し、微生物研究の道に入った。そこで乳酸菌が腸内の悪玉菌を抑えることを発見し、これをさらに強化培養する事に世界で初めて成功した。それが、今日「乳酸菌シロタ株」と呼ばれる学術名「ラクトバチルス カゼイ シロタ株」である。

その後、代田は、「乳酸菌シロタ株」を乳酸菌飲料として製品化した。これは、一般的な乳酸菌と違い消化液にも負けずに大部分が生きて腸内に到達するプロバイオティクスと現在呼ばれ、代田の考えの「予防医学、健腸長寿、安価」は、“代田イズム”として今も受けつがれている。

【製造工程】

子供達にも製造工程が一望できるよう、PR廊下の足元から天井までガラス張りであった。製造室に取り付けられたWEBカメラで、どの部屋も見ることができる。

- ①仕込み乳溶解タンク・・・粉ミルクをお湯で溶かしミルクにする。
 - ②超高温瞬間殺菌機・・・ミルクを熱で殺菌する
 - ③シードタンク・・・製品に使う乳酸菌を育てる
 - ④培養タンク・・・乳酸菌で発酵し発酵液を作る。
 - ⑤シロップタンク・・・シロップ液を作る
 - ⑥調合ストレージタンク・・・発酵液とシロップ液を混合して原料液を完成させる
- ヨーグルト工場と同様、低学年の子供達にも分かりやすく可愛い図式や、やさしい言葉遣いで説明がなされていた。試飲も子供達には嬉しいだろうと思った。一般的な乳酸菌と違い消化液にも強く、生きたまま腸にたどりつくという発見は、大変な苦勞と強い信念がないと出来得ない業績だと感動した。後日、テレビの民放放映で東南アジアでのヤクルトレディが自転車に乗って活躍する姿が紹介されていた。現地では、その制服や賃金の面でも憧れられているが、家族の理解(女性が働く事)や商品に対する知識の勉強が難しいと彼女達は話していた。女性の社会進出は、どちらの国も難しい。



(文責 野村静代)

8. 酵素の応用分野

酵素は、さまざまな化学反応を促す触媒作用がある。触媒の中に、例えば各種プラスチックも主に金属触媒を利用した高分子と言われるものがある。しかし、プラスチックは同じ分子を多数結びつけたものであるのに対し、生物から作られた酵素[生体高分子物質]の触媒作用には、分解(消化)する方向と、分子を結び付け合成していく方向があり、元の分子とは異なるものを作り出す。

酵素と言えば、健康食品を思い浮かべるが、酵素はさまざまな食品、医療、工業分野で応用され、今後ますます発展していく開発途上の分野である。酵素を利用したものには、どのようなものがあるか調べてみた。主なものを記述してみる。

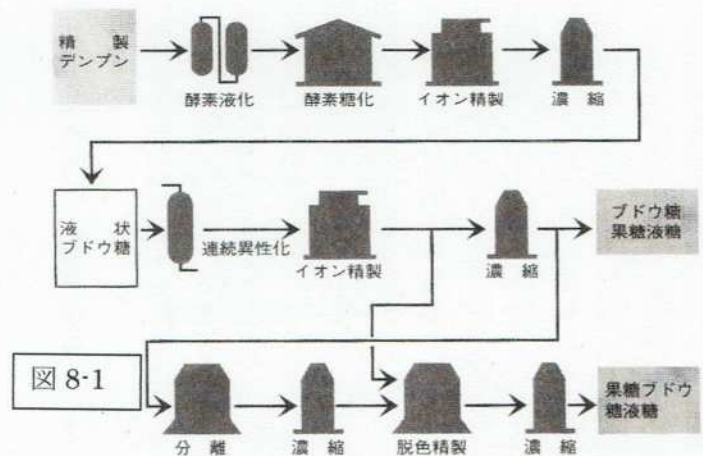
8-1: 食品への応用

古来から酵素の利用では、発酵食品がある。発酵食品は酵素の認識はなかったが微生物のもつ酵素をうまく利用したものである。酒類はもちろん、お茶、鰹節、漬物や味噌類、これらは微生物の持つ酵素の働きを得て作られる。

また、チーズも子牛の胃に保存した牛乳から固まったものを偶然に発見した。たまたま、3~5か月の子牛の胃袋を利用した時のもので、子牛にしか出ない胃液の酵素(キシモン) 発展していった。しかし、チーズの大量生産とともに、子牛が大量に殺されていった。現代では同じ酵素を微生物、クモノスカビからキシモンに似た酵素を発見し、工業化され、子牛を殺す量もぐんと減り、高級品であったチーズも、今では安価で豊富に供給される。

これはよく知られた話であるが、偶然の発見から子牛の酵素、そして微生物から似た酵素を発見し、微生物を大量に培養する技術を確認してチーズの製造に生かされている。

工業化の例でわかりやすい事例として、低カロリー甘味料について見てみる。これは異性化糖と言われ、砂糖がブドウ糖と果糖が結びついた2糖類であるのに対し、ブドウ糖に果糖が多く結びついたフルクトオリゴ糖で、大根や玉ねぎの甘み成分のオリゴ糖もこれらの一種であり、人の腸内では分解吸収が困難で、腸内微生物の栄養となる。吸収されないことで低カロリー甘味料となっている。この多糖構造の甘味料は(図8-1)に示すように、デンプンから酵素(グルコースイソメラーゼ)をうまく工業的に利用して作られ、「ブドウ糖果糖液糖」とか「果糖ブドウ糖液糖」などと表示されている。似た名称だが、図の工程を見れば精製度が異なることがわかる。



8-2: 薬、医療への応用

8-2-1: 薬、医薬品へ応用例

身近な医薬品としては、胃腸薬がある。

これには、よく知られているタカジアスターゼというデンプン分解酵素がある。これは私たち自身が分泌する唾液中のアミラーゼと同じデンプン分解酵素で、高峰讓吉がコウジカビから創生した物の商品名であり、ビール製造に使われる、麦芽中の酵素をジアスターゼと呼ばれている。そして、胃腸薬の薬として用いられ、消化を助けている。

現在の胃腸薬では、タンパクや脂肪分解酵素の入っているものもあり、さらに胃の酸に強い酵素、アルカリに強い酵素などの使い分け、さらにカプセルにして外側に胃の酸性下でよく働く、タンパクや糖類分解酵素、内側に腸アルカリ性下でよく働く油脂類やタンパク質、糖類を順次消化するなどの多くの工夫がなされている。

傷口の薬としてタンパク分解酵素が利用され、侵入する雑菌類を分解してしまう。これは卵の白身の外に膜があるが、卵内部を外敵から守るもので、それに含まれるリゾチームという酵素が含まれ外敵から守っている。同様に人にも涙や唾液、粘液にリゾチームを持っている。

塩化リゾチームと言う名称などで、風邪薬や感染予防剤などにも応用されている。

8・2・2：医療への応用例

1) 糖尿病の検査

血中には様々な物質が解けており、糖だけを分離、計測することは極めて難しい。そこで酵素の基質特性を応用し、ブドウ糖に対してのみ触媒作用を示す酵素を利用する。すると、血中のブドウ糖と酸素から、グルコン酸と過酸化水素を正確に1対1の関係で作り出す。そして、比較的簡単な測定で、減少した酸素か、生じた過酸化水素を測定し、正確に測れる。

なお、糖尿病とは、摂取した糖分の代謝異常の状態であり、糖の代謝指令は膵臓のインスリンとグルカゴンにある。その代謝でエネルギーにしたりグリコーゲンや脂肪にしたり、またブドウ糖に戻すが、そこで働くのも酵素の力による。したがって酵素の低下も糖尿病の原因となる。植物酵素は、単糖類のブドウ糖であり吸収されやすく、エネルギーに変化しやすく、私たちの細胞内のミトコンドリアのATC回路に直接消費されエネルギーを生む。それにより、体の代謝を高め、代謝を改善すると言われている。

2) 肝臓、腎臓などの血液検査

よく知られている、AST「アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ」(GOT)、ALT「アラニンアミノトランスフェラーゼ」(GPT)、 γ GTP「 γ -グルタミルトランスペプチターゼ」の検査がある。ALT、ASTは、人の臓器に含まれるアミノ酸を作り出す酵素で、ALTは肝臓に最も多く、ASTは心臓に最も多く、次に肝臓のほか広く存在する。 γ GTPは腎臓に最も多く、膵臓や肝臓、腎臓、脾臓、小腸にも多く存在する解毒作用に関係する酵素で、アルコールに反応する。

これらの酵素が、それぞれの臓器の細胞が障害を受けると、血液中に酵素が流れ出してALTやASTの数値が上がる。この血液中の酵素を測定することで、どの臓器が不調か検査ができる。ASTとALT両方が高ければ肝臓、ASTのみ圧倒的に高ければ肝臓以外の心臓などが疑われることになる。近年、多くの酵素の発見と、その働きの解明、そして検査・測定装置の発達で、血液検査が短時間で、かつ多くの項目が測定でき、多大な恩恵を受けている。

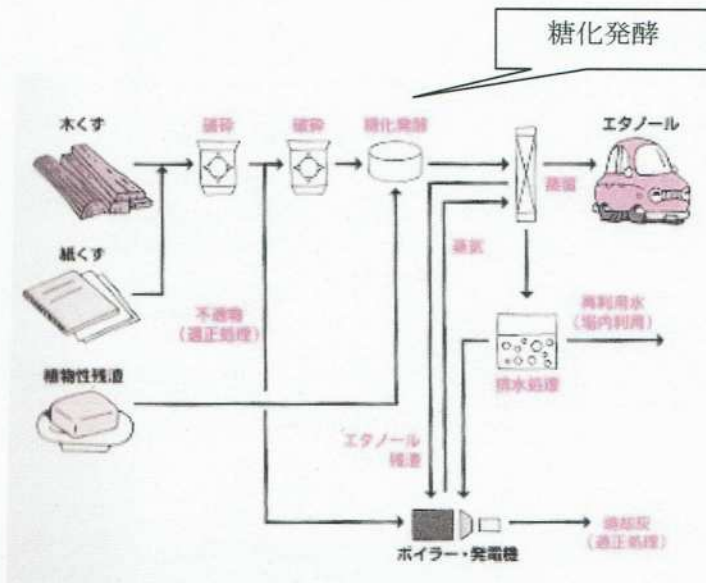
8・3：生活用品、洗剤への応

洗剤は一般に、水と油の両方にくっつく界面活性剤が使われ、繊維から汚れである脂分をくっつけて水流で引きはがす。しかし、これではこびりついた汚れは落ちず、また、タンパク質の汚れには作用しない。かつては、大きな箱に入って売られていた。

衣類などの汚れは外部から付着したり、汗や皮脂などのタンパクや脂質が衣類に付着して汚れとなる。人の酵素にはデンプン、タンパク、脂質などを分解、消化する酵素をもつ。洗剤に同様の働きをする酵素が入っていれば、汚れの元である、皮脂、タンパク質、デンプン、これらを引きはがしてではなく、それ自体を分解し、断片化で繊維からはがしやすくなる。しかし、例えば肉などのタンパクは胃で分解消化されるが、強酸性下、そして人体の温度の環境でうまく触媒作用し消化する。しかし、洗濯では、むしろアルカリ下、漂白剤や外気温度で働く酵素を必要とする。

このような環境下で働くタンパク分解酵素、プロテアーゼを発見していくことが開発と言え

るが、枯草菌が作る酵素、ズブチリシンが見つかった。同様に油脂についても、常温下、アルカリ下で働く、油脂分解酵素リパーゼを放出する微生物を培養し、その酵素部分のみを洗剤に配合され、少量の粉、あるいは少量の液で、汚れをよく落とす酵素入り洗剤が主流となっている。自動食器洗い機に旧来の洗剤を使えば、どうなるであろう？ 泡だらけとなり使い物にならない。酵素を利用することで泡を抑えて洗うことができる。



酵素の応用例として、ごく一部を取り上げたのみだが、このように、酵素は様々な分野に応用されている。食品、医薬品、医療のほか生命科学への広がり、また化学工業分野へ、環境の分野へ広がりを見せている。今は燃やすだけの廃材木、雑草や草花の新聞紙などもデンプンベースであり、これに酵素をうまく利用することにより、工業的にアルコールに変化させるなどの開発も進む。アルコールになれば燃料のほかエンジンの燃料にもなり、さまざまな用途が開けてくる。

(文責 高島忠義)

9. Q&A

植物酵素を手作りするうえで、ここで述べられなかった様々な疑問もあるかとおもわれる。考えられる質問について記述しておく。

- 1) Q: ビタミンC (アスコルビン酸) を壊すアスコルビナーゼを含むニンジン、キュウリ、カボチャなどを入れるときの注意は？
A: アスコルビナーゼは酸性のときは、あまり働かないので、かんきつ類など酸味のある材料と一緒に入れるとよい。
- 2) Q: 手作り植物酵素を飲むと、体の中のどの酵素になるのか？
A: 酵素飲用の目的は、自身の消化酵素の節約にある。飲む酵素は大きなタンパク質でできているので、肉などと同じでそのままでは吸収できない。飲んだ酵素も他の酵素でアミノ酸に分解されて初めて吸収される。体内では再合成されることで、さまざまな材料となる。手作り植物酵素が、そのまま体内の消化酵素になるわけではない。
- 3) Q: 植物酵素作りには、良い時期というのはあるのか？
A: 植物酵素は、植物が一番力を持っている、いわば旬の時期のものを使う。春には芽吹きエネルギーを、秋には根や実エネルギーを溜め込もうとするので果物や根菜類を中心にとすると良い。気を付けなければならないのは、ワックスのかかった果物類などや、古くなってしまい雑菌の恐れのある部分は使わないようにする。
- 4) Q: 副作用についての心配は？
A: 植物酵素は、原材料に食べられる植物を使用するので、薬のような副作用はあまり考えられない。しかし、カロリーオーバーや胃腸の調子がよくなることで太る、逆に新陳代謝がよくなり痩せることも考えられる。血糖値の高い人は空腹時の変動にも注意が必要である。また、もともと植物アレルギーのある人は、当該の植物を使わないことも必要である。

(参考文献:植物酵素の手作り帳「青木」)

10. おわりに (まとめと反省)

本稿の「はじめに」で記述しているように 前期3年(2011年)5月から私たちは次期グループ学習のテーマについて種々討議を重ねて来た。その結果、これ程の難題とは知らず、野草の研究の続編として、最近新聞広告をにぎわしている野草酵素の研究を取り上げることにした。

2011年7月ネットで知った奈良県の藤森久雄氏を訪ね、「手作り植物酵素」の指導を頂いた。それをベースに2011年秋から2014秋にかけ青少年公園、柏尾台、真南条等で野草、野菜、果物等を材料とした酵素の手作りに4回挑戦し各自での試飲に供してきた。

また酵素摂取の代表格の発酵食品工場8社(キッコーマン高砂工場、マルカン酢ほか)を見学し、酵素摂取の勉強を積んだ。その中の1社、酵素サプリメントの代表格の万田酵素(広島県因島)を訪ね、酵素が大きな野菜を作るうえで効力を発揮している様を見学した。

一方「酵素の一般的知識」、「酵素と微生物の関係」、「酵素の消化・吸収・代謝の仕組み」等を、手分けをして勉強したが、いずれも不慣れな生化学の領域のため未消化に終わった感を免れない。昨年度(H25年)の外部発表後、SGS内外から「手作り植物酵素」の人体に及ぼす効果を聞かれたが納得できる説明ができないのが何とも歯がゆいかぎりであった。

唯一の救いは10期生の某女性が「26年の春、保田ボカシで栽培した大根の酵素を飲んで結果、例年罹る強い花粉症に罹らずに済んだ」との報告があった。今日現在、因果関係は定かでないので今後引き続き植物酵素の効果であることを証明していきたい。

酵素研究の歴史は4章(酵素発見の歴史とアルコール発酵)に述べているように1833年に発見されたアミラーゼを起源とし、まだ180年の歴史である。したがって参考書や資料数も少ない上に身近に相談する指導者にも恵まれず、右往左往しながらのグループ学習であった。

従って本論文は、インターネットや限られた参考書の引用が多く「学習会途中のまとめ」に終わった点、グループ一同反省して止まない。今後は各自が作る「手作り植物酵素」のエキスを飲用し加齢とともに、日に日に少なくなる酵素を補給するよう努めたい。

(文責 庄司 博)

[参考資料]

レポートの本文中にも資料よりの引用部で資料名を表記しているが、ここに集約する。

- 植物酵素の手作り帳(青木 滋、和美著)
- 人類の命を救う、手作り酵素(河村 文雄著、十勝均整社発行)
- 暮らしの中の酵素(太田 隆久著)
- マンガでわかる菌のふしぎ(中西 貴之著)
- トコトンやさしい発酵の本(日刊工業新聞社)
- ひらくひらくバイオの世界(日本生物工学会)
- 酵素反応のしくみ(藤本 大三郎著、講談社発行)
- Wikipediaなどの各種ホームページ
 - ・発酵、酵素栄養学、腸内細菌(フリー百科事典「Wikipedia」)
 - ・酵素って何?⇒酵素の歴史
 - ・微生物入門(栗長) ・酵素入門(栗長) ・微生物学講座(日本再検査株)
 - ・酵素の寿命(毎日酵素) ・酵素、酵母、発酵。どちらがうの(うさうさメモ)
 - ・発酵とは(コトバンク) ・酵素の研究の歴史とそのメカニズム ・日本酵素協会

(P-1) 手作り植物酵素の実験

2011. 9. 23 (1) 混合酵素
(野菜13種50%・果物5種50%)
1:1.1 (上白糖)



2年以上
経過

pH 6
2013. 10. 27
pH-6

果物が入ると美味しい
2年以上たつが美味しい
皆様にもお勧めです

2012.9.12 2) 野草酵素
野草42種・昆布)
1:1.1 (黒糖)



1年以上
経過
99%野草

pH 4
2013. 10. 27
pH-4

黒糖の香りが強い
味も濃い

2012.9.22 3) 混合酵素
野草15種75%・果物3種25%)
1:1.1 (上白糖)



1年以上
経過
75%野草

pH 4.5
2013. 10. 27
pH-4.5

野草と果物 色が美しい
野草が75%とも思えない
皆様にもお勧めです

2012.10.3 4) 混合酵素
野草23種70%・果物3種30%)
1:1.1 (黒糖)



1年以上
経過
70%野草

pH 4
2013. 10. 27
pH-4

黒糖と果物の味も美味しい
皆様にもお勧めです

2012. 11. 11 (5) 混合酵素
(穀類・野菜・果物 15種類)
1:1.1 (三温糖)



1年以上
経過

pH 4
2013. 10. 5
pH-4

あっさりして美味しい

2012.11.14(6) 混合酵素
(穀類+野菜+果物+野草)37種
1:(黒糖+上白糖)1.1



1年以上
経過
5%野草

pH 4
2013. 10. 11
pH-4

コクがあり美味しい
皆様にもお勧めです

2013.4.12 (7) 混合酵素
(野草15種・果物4種・ショウガ):
{上白糖+米麴(全体の2%)}1:1.1



8か月
経過
40%野草

pH 4
2013. 10. 5
pH-4

お酒のように発酵している
美味しい
皆様にもお勧めです

2013. 4. 12 (8) ツクシ酵素
ツクシ:上白糖=1:1.1



8か月
経過
100%野草

pH 4
2013. 10. 5
pH-4

濾す前はジャムのような
美味しい
単品より混合がお勧め

2013.4.12 (9) フキ酵素
フキ:上白糖=1:1.1



8か月
経過
100%野草

pH 4
2013. 10. 5
pH-4

蔞の香りが強く美味しい
単品より混合がお勧め

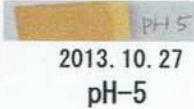
(P-2) 手作り植物酵素の実験

2013.4.12 (10)タンポポ酵素
素



8か月
経過

100%野草



濾す前はジャムのような
単品より混合がお勧め

2013. 4. 12 (11)桜葉酵素
八重桜の葉 : 上白糖 = 1 : 1. 1



8か月
経過

100%野草



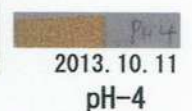
桜の香りが強くお菓子に
使えそう 皆様にもお勧め
です

2013.4.25 (12)ニラ酵素
ニラ:上白糖=1 : 1. 1



8か月
経過

100%野草



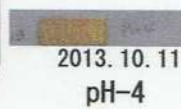
ニラの臭いが強く餃子を連想
液は分離する
単品より混合がお勧め

2013.4.26(13)ノビル酵素
ノビル:上白糖=1:1.1



7か月
経過

100%野草



濾す前は白と薄緑色 葱の香り
時間が経って色も変わった
単品より混合がお勧め

2013.4.26(14)セリ酵素
セリ:上白糖=1:1.1



7か月
経過

100%野草



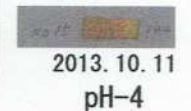
セリも良く香る 分離してる
単品より混合がお勧め

2013.4.26(15)ワラビ酵素



7か月
経過

100%野草



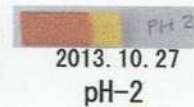
大変粘りが有り濾すのに
一苦労した 美味しい
単品より混合がお勧め

2013.4.27(16)スイバ酵素
スイバ:上白糖=1 : 1.1



7か月
経過

100%野草



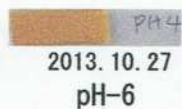
甘酸っぱく食しやすい
単品より混合がお勧め

2013.4.27(17)ドクダミ酵素
ドクダミ:上白糖=1 : 1.1



7か月
経過

100%野草



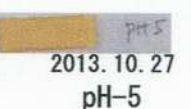
匂いはきつい 色は美しい
時間と共に匂いが少なくなった
単品より混合がお勧め

2013.5.3(18)ツクサ酵素
ツクサ:上白糖=1 : 1.1



7か月
経過

100%野草



露草のブルーが出ている
分離する 美味しい
時間が経つと変色
単品より混合がお勧め

(P-3) 手作り植物酵素の実験

2013.5.17(19)ミント酵素

アップルミント:上白糖=1:1.1



6か月
経過
100%野草

2013.10.27
pH-4

ミントの香りは少ない
味は良い 単品より混合がお勧め
上白糖だが色葉濃い

2013.5.18(20)サンショウ酵素

木の芽:上白糖=1:1.1



6か月
経過

2013.10.27
pH-5

香りが良い お料理に!

2013.5.26(21)ケンショウコ

ケンショウコ:上白糖=1:1.1



6か月
経過
100%野草

2013.10.27
pH-4

色は濃い
こくが有り美味しい
単品より混合がお勧め

2013.5.26(22)菊花酵素

春菊の花:上白糖=1:1.1



6か月
経過

2013.10.27
pH-4

菊の香り お菓子に良い

2013.6.14(23)梅の実酵素

梅の実:上白糖=1:1.1



5か月
経過

2013.10.27
pH-2

一番の美味しい 絶品
来年も作ります
皆様にもお勧めです

2013.6.15(24)琵琶酵素

枇杷の実+レモン:

上白糖=1:1.1



5か月
経過

2013.10.27
pH-4

余ったら是非に作りたい
レモンが効いてくる
皆様にもお勧めです

2013.6.26(25)人参酵素

人参+梅の実+小夏:
上白糖=1:1.1



5か月
経過

2013.10.27
pH-5

余った人参で作ってみた
柑橘系を入れると美味しい

2013.7.7(26)青紫蘇酵素

青紫蘇+レモン:上白糖=1:1.1



5か月
経過

2013.10.27
pH-2

レモンを入れると美味しい
庭に沢山出るので作ってみた
青紫蘇の香りは抜群
皆様にもお勧めです

2013.7.11(27)紫蘇酵素

紫蘇+レモン:上白糖=1:1.1



5か月
経過

2013.10.27
pH-3

レモンを入れると発色 綺麗
来年も作ります
ヨーグルトに入れましょう
皆様にもお勧めです

(P-4) 手作り植物酵素の実験

2013. 10. 23 (28) 柿酵素
柿 + レモン + 塩 :
上白糖 = 1 : 1. 1



1か月
経過
2013. 11. 16
pH-2



2013.11.13

柿は皮・種も入れた
余った柿で作った 美味しい
パンにぬりましょう

2013. 10. 27 (29) 枝豆酵素
黒大豆枝豆 + 柚子 :
上白糖 = 1 : 1. 1



1か月
経過
2013. 11. 16
pH-4



2013.11.13

黒大豆は鞘ごと使用
柚子をいれると赤紫に変色
綺麗な色

2013. 11. 17 (30) 黒大豆酵素
黒大豆250g + レモン200g :
上白糖 = 1 : 1. 1



2013.11.18



昨年収穫の黒大豆を使用, レモン
は、皮・種も含めて入れた。豆は
硬いので1年以上は掛るでしょう

2013. 11. 19 (31) 石榴酵素
ザクロ350g : 上白糖385g =
1 : 1. 1



2013.11.23



石榴の皮と種を入れた
色がとても美しい

2013. 11. 23 (32) ナナカマド* 酵素
ナナカマド* 100g + 塩* 50g :
上白糖 = 1 : 1. 1



2013.11.26



ナナカマドは酒が作れることを
知り酵素を作ることにした。
柚子も加えて見た

2013. 11. 24 (33) 南天酵素
南天100g + 柚子50g :
上白糖 = 1 : 1. 1



2013.11.26



南天は実、茎、葉なども入れた
昔から喉に良いとのこと

(P-5) 何故、砂糖の比が 1 : 1. 1 なのか、ツククサで実験 2013. 8. 19



2013.8.19

- 砂糖の比を1対 0.9、1.1、1.2 と3種類で実験
- ・ 砂糖が少ないといつ頃から腐敗するか
 - ・ 砂糖の量が多いと発酵が進むのか
 - ・ 砂糖を最小限に抑えるには、どの程度が限界なのか
 - ・ 今回はツククサで実験したが草によって変化があるのか

砂糖の量を変えて実験

	ツククサ 80 g 上白糖比 0.9 72 g	ツククサ 80 g 上白糖比 1.1 88 g	ツククサ 80 g 上白糖比 1.2 96 g
1日目 8/19			
	砂糖の量に応じて嵩も大きい		
7日目 8/25			
	連日猛暑が続く、盛んに発酵して砂糖の多いのはビンの上まで嵩が増えた		
41日 9/27 茶こしで濾した			
pH	pH-3 PH3(0.9) 2013. 11. 16	pH-4 PH4(1.1) 2013. 11. 16	pH-4 PH4(1.2) 2013. 11. 16
味	酸っぱさが濃い レモン入り程度で美味しい 2014. 9. 30(1年後) 味は泥臭い pH-4	酸っぱさは少しある ほど良い甘さ、特徴がない 2014. 9. 30(1年後) 程良い甘さ変化なし pH-4	酸っぱさはほど良い 甘さが勝ちすぎ 2014. 9. 30(1年後) 変わらぬ甘さ pH-4

今回ツククサで実験した結果

- ・ ツククサの場合、上白糖の比を0.9にしても結構美味しい。40日過ぎてても腐敗はなかった。3カ月程度そのまま観察を続ける。
- ・ 草の種類によって砂糖の比も変わってきそうである。
- ・ 平均するとその比を1.1程度がいいのかもしれない。