

宇宙農業における食材の有効利用

片山直美（名古屋女子大学）、山下雅道（JAXA）、橋本博文（JAXA）

Utilization of the food in Space Agriculture

Naomi Katayama*, Masamichi Yamashita**, Hirofumi Hashimoto**

*Nagoya Women's University, Nagoya, Aichi 467-8610

E-Mail: naomik@nagoya-wu.ac.jp

**ISAS/JAXA, Sagamihara, Kanagawa 252-5210

E-Mail: fuchinobe@isas.jaxa.jp

Abstract: It is important that we think about the utilization of the food in the space agriculture. In addition, these studies may lead the food problem on the earth on the solution. This study thought about the utilization of the food and thought about doing a stem and the root of vegetables performed water culture of with food. In the result, water and mineral supply could make good use of in low calorie at loots of the lettuce. We want to think about the utilization of each food more in future.

Key words; Space Agriculture, Universal space food, root of vegetables, Reducing food garbage, Sustainable life

1. はじめに

宇宙ステーションにおける宇宙実験が可能な現在、宇宙における長期滞在は日常的な環境となりつつある。今後人類は来るべき月基地時代、さらには有人火星探査、火星永住へと大航海時代を迎えることは明らかである。そのためには、人類が生きていくために必要なライフサポートシステムが必要不可欠であり、ただ生きているのではなく肉体的にも精神的にも健康で、活発に任務を遂行できるような環境作りが求められている。

2. 目的

そこで本研究はライフサポートシステムの一つである宇宙食において、いかに無駄なく食糧を利用するかを考える事を目標とし、第一歩として、植物工場内で水耕栽培により作成されているレタスの、廃棄処分になっている根に着目し、食糧としての価値と有効利用について考えることにした。

3. 方法

植物工場 (IDEC 株式会社) で作成された水耕栽培によって栽培されたレタスの根を用いて、栄養学的分析を、日本食品分析センターへ依頼して分析した。分析項目は水分、たんぱく質、灰分、脂質、炭水化物、エネルギー、Na、P、Fe、Ca、K、Mg、Cu、Zn、Mn、ビタミン B₁₂、ビタミン C、ビタミン D、食物繊維 (水溶性、不溶性) であった。レタス 100g 当たりの各栄養素の分析値を明らかにし、どのような食事として提供することが可能であるのか、また保存方法をどのようにするかを検討することにした。

4. 結果

日本食品分析センターへ依頼して各栄養素の分析結

果を得た。3 大栄養素の分析結果を表 1 に示す。また、ミネラルの分析結果を表 2 に、ビタミンの分析結果を表 3 に、食物繊維の分析結果を表 4 に示す。

表1. 3大栄養素の分析結果 (分析: 日本食品分析センター)

分析試験項目	結果	方法
水分	97.4 g	減圧加熱乾燥法
たんぱく質	1.0g/100g	ケルダール法
脂質	0.1g/100g	酸分解法
灰分	0.6g/100g	直接灰化法
炭水化物	1.0g/100g	100 - (水分 + たんぱく質 + 脂質 + 灰分)
エネルギー	8kcal/100g	アトウォーター換算

表2. ミネラル分析結果 (分析: 日本食品分析センター)

分析試験項目	結果	方法
Na	5.6mg/100g	原子吸光度法
P	39.7mg/100g	I C P 発光分析法
Fe	7.25mg/100g	I C P 発光分析法
Ca	24.3mg/100g	I C P 発光分析法
K	236mg/100g	原子吸光度法
Mg	5.7mg/100g	I C P 発光分析法
Cu	0.07mg/100g	I C P 発光分析法
Zn	0.22mg/100g	I C P 発光分析法
Mn	1.38mg/100g	I C P 発光分析法

表3. ビタミン分析結果 (日本食品分析センター)

分析試験項目	結果	方法
ビタミン B ₁₂	1.4ug/100g	微生物定量法
総アスコルビン酸 (総ビタミン C)	検出せず	高速液体クロマトグラフ法
ビタミン D	検出せず	高速液体クロマトグラフ法

表4. 食物繊維分析結果 (分析: 日本食品分析センター)

分析試験項目	結果	方法
水溶性食物繊維	0.3g/100g	酸素—重量法 (ブロスキー変法)
不溶性食物繊維	1.3g/100g	酸素—重量法 (ブロスキー変法)
食物繊維総量	1.6g/100g	

3 大栄養素の内、たんぱく質はケルダール法、脂質は酸分解法を用いて分析し、それらの結果と、減圧加熱乾燥法で求めた水分量と直接灰化法を用いて求めた灰分から計算式「100－(灰分＋たんぱく質＋脂質＋水分)」に当てはめ、炭水化物量を求めた。

さらに、アトウォーターの計算式(たんぱく質 1g=4kcal、脂質 1g=9kcal、炭水化物 1g=4kcal)に当てはめて、エネルギー量を算出した。

エネルギー量は 100g 当たり 8kcal と少なく、97.4% が水分であった。脂質量は 100g 当たり 0.1g と少なく、たんぱく質量と炭水化物量が 100g 当たり 1.0g で同量であった。

ミネラル量は Na と K に関しては原子吸光度法を用いて求め、他のミネラルに関しては ICP 発光分析法により多元素同時分析法により求めた。レタスの根にはミネラル量として K、P、Ca、Fe、Na、Mn の順で多く含まれていることが分かった。

ビタミン量に関しては今回はビタミン B₁₂、ビタミン D、ビタミン C についてのみ分析を行ったが、ビタミン B₁₂ のみ検出された。

食物繊維は不溶性が水溶性よりも 5 倍含まれることが分かった。

栄養学的にミネラル補給に用いることが出来、さらに水分を十分に含んでいることから、スープの具として刻んで利用する、ミキサーにかけてパンや麺に練りこむ、短時間加熱して生春巻きの具として用いる、野菜炒めにするなど、かなり広範囲に用いることが出来ることがわかった。

他の野菜と比較するために、食品成分表(5 訂増補)から、水分の多い野菜を抜粋し、栄養素の比較を行った。表 5 に示す。

生、ブラックマッペもやし生、りょくとうもやし生、大根・根皮なし、きゅうり生と比較した結果、Ca、Mn が比較的多く含まれていることが分かり、骨を作るために必要なミネラルがそろっていること、さらに最も重要なミネラルである Fe が他の野菜に比べて多いことが分かった。この値はほうれん草 100 当たり 2.0mg、小松菜 100g 当たり 2.8mg 含まれる Fe よりもはるかに多い含有量であった。レタスの根を食糧として有効利用することは栄養学的にも重要であると考ええる。

5. 考察

分析結果から、レタスの根はミネラルに富み食糧として有効であり、特に Fe を補給するために有効であると考ええる。

しかし、水耕栽培で用いる培養液の影響をどの程度受けるのかについても今後は研究を行わなければならないと考えている。また、今後、真空調理、ホットパッキングなどの保存方法も検討したい。

6. 謝辞

植物工場内で栽培されたレタスの根を提供してくださった IDEC 株式会社様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 香川芳子(監修); 五訂増補食品成分表, 女子栄養大学出版会 (2010)。
- 2) Naomi Katayama *et al.*; Azolla as a component of the space diet during habitation on Mars, *Acta Astronautica*, 63:1093-1099 (2008)。

表5. 各野菜の栄養素の比較

食品名		レタス根-生	レタス-生	アルファルファ もやし-生	大豆もやし-生	ブラックマッ ペもやし-生	りょくとうもやし-生	大根・根、 皮むき-生	きゅうり-生
重量	(g)	100	100	100	100	100	100	100	100
エネルギー	kcal	8	12	12	37	15	14	18	14
水分	g	97.4	95.9	96.0	92.0	95.0	95.4	94.6	95.4
たんぱく質	g	1	0.6	1.6	3.7	2.0	1.7	0.4	1.0
脂質	g	0	0.1	0.1	1.5	0.0	0.1	0.1	0.1
炭水化物	g	1	2.8	2.0	2.3	2.7	2.6	4.1	3.0
灰分	g	0.6	0.5	0.3	0.5	0.3	0.2	0.6	0.5
Na	mg	6	2	7	3	6	2	17	1
K	mg	236	200	43	160	71	69	230	200
Ca	mg	24	19	14	23	15	9	23	26
Mg	mg	6	8	13	23	11	8	10	15
P	mg	40	22	37	51	28	25	17	36
Fe	mg	7.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3
Zn	mg	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.1	0.2
Cu	mg	0.07	0.04	0.09	0.12	0.07	0.08	0.02	0.11
Mn	mg	1.38	0.13	0.10	0.30	0.08	0.06	0.04	0.07
ビタミンD	μg	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ビタミンB12	μg	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ビタミンC	mg	0	5	5	5	11	8	11	14
水溶性食物繊維	g	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.2
不溶性食物繊維	g	1.3	1.0	1.3	2.1	1.3	1.2	0.8	0.9
食物繊維総量	g	1.6	1.1	1.4	2.3	1.4	1.3	1.3	1.1

レタスの葉の生、アルファルファもやし生、大豆もやし