

柚香の皮でのコオロギに対するビタミンCの添加

木下 純 坂本 雅季 杉本 美樹 長尾 美咲

【概要】

近年、コオロギは食糧問題の解決策として世界中から注目されている。また、徳島県で生産されている柚香は果汁を使用するため、皮の大半が廃棄されている。そこで、廃棄される柚香の皮を利用してコオロギに栄養素を添加できれば、低コストかつ高栄養なコオロギの生産と、フードロスの削減のどちらにも貢献できると考え、本研究を開始した。

研究段階として、まずコオロギに与えることのできるビタミンC量を特定した。次に、その実験で決定した比率(柚香の皮:餌=1:2)で混ぜた餌をコオロギに与えて、成長に問題がないか確認した。そして、コオロギに含まれるビタミンC量を比較する方法を検討した。結果、パックテストを用い、その液の色を、紫外可視分光光度計を用いて比較することにした。しかし、実験を実際に行うと、手動で行っている操作の中で、大きく値にズレが生じる操作があることが分かった。そこで、比較法を再検討し、ずれが生じる部分を修正し、再度、比較を行なった。

今後の展望として、今回の方法ではコオロギから抽出した液体からビタミンC以外の物質を取り除けたとは言い難い。ここから、研究を重ね、ビタミンCのみを抽出し、最終的にはビタミンC量を測定したい。

In recent years, crickets have been attracting attention because we can raise them at a low cost and they have much protein. Citrus *yuko* is a kind of citrus produced in Tokushima. Its juice is used but the peel is discarded. So, we wondered if we could feed *yuko* peels to crickets to make them more nutritious. If this is successful, we'll be able to help reduce food loss, too.

In the experiment, first, we fed feed including *yuko* to crickets that lived for about two weeks. However, we thought that there might be a limit to the ratio of vitamin C and the feed given to crickets. So, in order to detect the maximum amount of vitamin C given to crickets, we did an experiment with different ratios of vitamin C and feed prepared. From the results of this experiment, we decided to conduct the future experiments at 2:1 ratio where there was not much changed because emergence did not go well and the number of deaths increased at 1:1.

Next we did an experiment that giving crickets feed including *yuko*. The ratio of *yuko* and feed was fixed at 2:1 and the same number of crickets that were fed only feed were prepared for the control experiment.

【研究動機・目的】

この研究を行うきっかけとして、前述のとおり、近年、コオロギは飼育コストが低いにも関わらず、高タンパクであるとして、食糧問題の解決策として注目されている。さらに、徳島県が全国生産1位の柚香(ユコウ)は、果汁を主に使用するため、压榨され、その皮は廃棄されることが多い。そこで私たちは、コオロギに廃棄される予定である柚

香の皮を与えることで、ビタミンCを添加できれば、食料としてさらに低コストかつ高栄養なコオロギの生産とフードロスの削減のどちらにも貢献できると考え、本研究を開始した。

【実験器具】

実験に使用したコオロギはフタホシコオロギ(*Gryllus bimaculatus*)であり、29℃に管理したインキュベーター内でタッパーの中に15匹~25匹

入れて飼育した。水や餌は3日に1回与え、掃除もその日に行った。

【実験】

私たちは実験の過程を5つに分けて研究を行った。

1 コオロギに与えられるビタミンC量の最大値の特定

仮説 私たちはコオロギに与えられるビタミンC量には限界があると考えた。なぜなら、同じ餌の量を与える時サプリメント餌の方がビタミンC以外の栄養価が不足するため、成長に何らかの問題が生じると考えた。

方法 コオロギに餌とビタミンCサプリメントを混ぜたものを5gずつ与える。どの割合がコオロギの生育に問題なく効率的にビタミンCを添加できるかを調べるために、ビタミンCサプリメントと餌の比率を1:1, 1:2, 1:3, サプリメントなしで混合した4種類の餌を用意する。餌を与える日と同日にコオロギの生存数を記録する。



図1 コオロギに与える餌

結果 1:1だけが他の餌を与えたものより生存数が大きく減少していることが分かったが、1:2, 1:3, 無しでは、大きな差が見られないことがわかった。

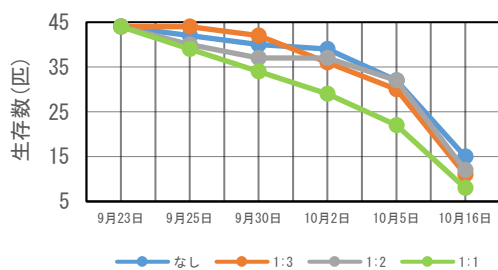


図2 コオロギの生存数

考察 ビタミンCと餌の割合が1:1の場合、コオロギの生育に何らかの問題が生じていると考え

た。これは、ビタミンC量が多すぎるため、ビタミンCの過剰症になったのではなく、相対的に栄養価が不足したからだと考える。今後の実験では、餌に混ぜるときの比率は1:2で行うことに決定した。

2 柚香餌を与えたコオロギと餌のみ与えたコオロギの生育の差の観察

仮説 柚香餌と餌のみを比較すると、総合的な栄養価を考慮すると、柚香餌の方がタンパク質などの成分がやや少ないと考えたため、柚香餌を与えたコオロギの方が小さく成長すると考えた。

方法 コオロギに柚香と餌を混ぜ合わせたものと餌のみのものを5gずつ与える。前の実験より、柚香と餌の割合は1:2で実験を行う。二週間後、コオロギの体重を測定しそこから一匹当たりの重さを求めて比較する。

結果 柚香餌を与えたコオロギと餌のみを与えたコオロギでは生育に大きな差はみられなかった。

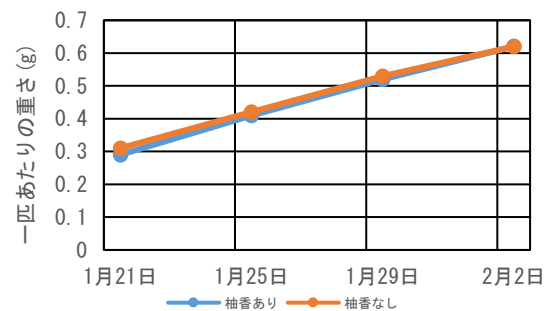


図3 成長率の比較

考察 柚香餌を与えたことで懸念されていた栄養不足は、問題ないことがわかった。これは、金魚の餌に含まれているタンパク質などは植物性のものであり、含まれる栄養価に大きな差がなかったからだと考えられた。

3 コオロギの体内に含まれるビタミンC量の比較法の確立

仮説 共立理科学研究所が販売しているビタミンCの簡易比較が行えるパックテストを用いることでビタミンC量の比較ができると考えた。しかし、このパックテストは酸化還元反応を利用し

て比較を行うため、反応に関連する物質を取り除くべきだと考えた。そこで、液内の物質を限りなく少なくするために、吸引ろ過を行うことで、コロイド粒子などの懸濁の原因物質を取り除き、ヘキサソールと混合することで、コロロギに含まれている油溶性物質を取り除くことができると考えた。また、細かい色の差異も捉えられるように、紫外可視分光光度計を用いて、色の変化を数値的に捉える必要があると考えた。

方法 濃度の違うビタミンC水溶液 (0.1, 0.2, 0.4, 1.0, 2.0, 4.0mg/L) を用いて実験する。ビタミンC水溶液を3mL測り、パックテストの手順通りの反応を試験管内で行う。その後、紫外可視分光光度計で計測を行う。比較は誤差を考慮して3回行う。

結果 濃度の違うビタミンC水溶液で吸光度を測定した結果、ビタミンCの濃度と吸光度は強く関係していることがわかった。

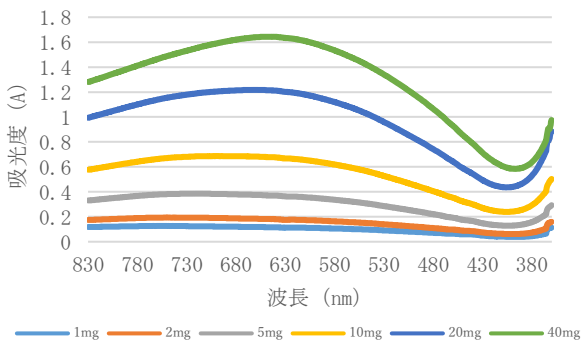


図4 ビタミンCと吸光度の関係

考察 このことより、パックテストでの比較は可能だと考えた。またこの値から、どの程度のビタミンCが含まれているのかも考察できると考えた。

4 コロロギの体内に含まれるビタミンCの比較法の改良

仮説 実験の過程で、ヘキサソールと混合する際の混ぜ方や時間によってパックテストでの結果に看過できない誤差が生じることが分かった。原因としては、実験の操作のうち人力で行う部分で差が

出たと考えられる。そこで、マグネティックスターラーで混ぜることで、混ぜ方を均一化することができると考えた。

方法 1.0mg/LのビタミンC水溶液50mLにヘキサソール20mL入れてマグネティックスターラーで攪拌する。攪拌する時間を2, 4, 6分、静置する時間を5, 10, 15分の計9種類実験を行いそれを何も操作を行わなかった1.0mg/LのビタミンC水溶液の値と比較する。

結果 何の操作も行わなかったビタミンC水溶液と比較した結果、4分間マグネティックスターラーで攪拌し、5分静置するとき、最も値に誤差が少ないことが分かった。

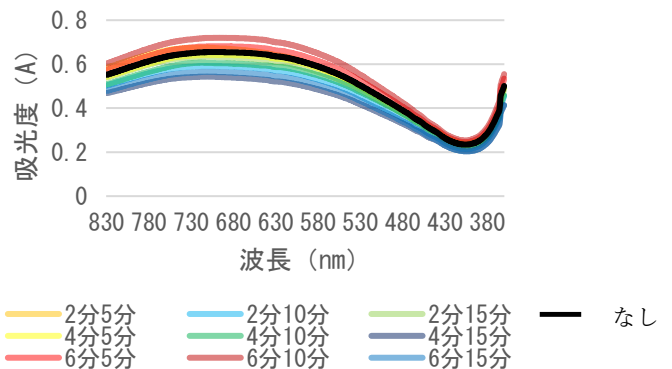


図5 攪拌と静置時間と吸光度の関係

考察 このことから、マグネティックスターラーで攪拌するとき、4分攪拌して、5分静置するとき、ビタミンCにとって最もヘキサソールの影響が少ないことが分かった。これは、4分かきまぜた時にヘキサソールの中でミセルコロイド化したビタミンCが5分静置することにより、ミセルコロイドが解消されたからだと考えた。

5 コロロギの体内に含まれるビタミンC量の比較

仮説 コロロギの体内に含まれるビタミンC量は、柚香餌を与えたコロロギの方が餌のみを与えたコロロギよりも多くなると考えた。ビタミンCは水溶性だが、摂取するビタミンC量はかなり多いため、少なからず差は出ると考えた。

方法 実験(2)で使用したコロロギを冷凍して

おいたものを使用する。10 g 測り取った冷凍コオロギを電動ミルに 20 秒かけて、軽く混ぜた後、大きさが揃うように再度 20 秒電動ミルにかけて破碎する。そこから、5 g 測り取って純水 100mL の中に入れ、マグネティックスターラーで 1400ppm, 4 分間攪拌する。その後、実験（3）で検討した操作を行うが、コオロギに含まれているビタミンC 量が多いため、10 倍に希釈してから操作を行う。誤差を考慮して、一回の実験で得られた液体から 3 回計測し、実験自体は 3 回行った。結果 柚香餌を与えたコオロギの方が柚香を与えていないコオロギよりも含まれているビタミンC 量が多いことが分かった。

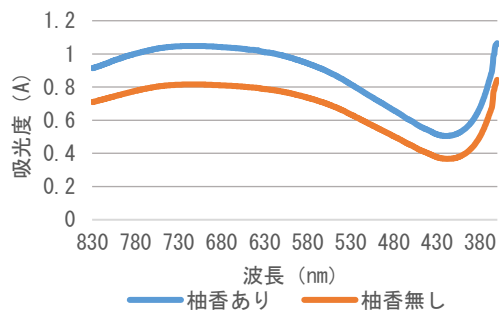


図6 柚香餌を与えたコオロギの吸光度

考察 ビタミンCが豊富な柚香を与えることビタミンCをある程度コオロギに添加することはできると分かった。

【まとめ】

今回の実験の結果より、柚香を含んだ餌をコオロギに与えることで、コオロギの生育に問題なく、コオロギに含まれるビタミンC量を増加させることが可能だと分かった。また、飼育時に感じた刺激臭が軽減されるという結果も出た。しかし、今回の比較方法ではコオロギから抽出した液体から完全にビタミンC以外の還元性物質を取り除けたとは言い難い。今回、実験（5）で行った修正をもとに、さらに実験を続けていきたい。

【特別謝辞】

研究を行うにあたり、徳島大学生物資源産業学部三戸太郎准教授、増田尚輝様、並びに研究室の皆様にも多大なるご協力を賜りましたことここに

感謝いたします。本当にありがとうございました。

【参考文献】

- 日高敏隆. 日本動物大百科 (第8巻). 平凡社, 1996
 中川志郎, 宇田川龍男, 矢島稔. 完全図解生きものの飼育方全書. 東陽出版, 1986
 三橋淳. 昆虫大事典. 朝倉書店, 2003
 ジョージ=C=マクガヴァン, 野村周平. 昆虫の写真図鑑. 日本ヴォーグ社, 2000
 竹内敬人 他 17 名. 化学. 東京書籍, 2013
 伊藤順子 他. 新しい生化学・栄養学実験. 三共出版, 2002
 日本ビタミン学会. ビタミン総合辞典. 朝倉書店, 2010
 田代操. 生化学実験. 化学同人, 2004
 日本ビタミン学会. ビタミン学Ⅱ. 東京化学同人, 1980
 池庄司敏明. 昆虫生理・生化学. 朝倉書店, 1986
 函館大学附属柏陵高等学校 理科研究部. ビタミンCの定量—Hakuryo method を用いた食品成分分析の可能性—