

## GENERAL ABSTRACT

### Background:

Currently, major health problems world-wide, including in Japan, are lifestyle-related diseases such as diabetes, dyslipidemia and myocardial infarction. Fiber deficiency is one of the major factors for these problems. In the Dietary Reference Intakes for Japanese (2015 edition), the target amount (adult) of dietary fiber is 20g/d or more for men and 18g/d or more for women, but in the National Health and Nutrition Survey (2017), the average intake amount is 14.6g/d and 14.3g/d, respectively. School lunch in Japan is the most respected in the world. The reason for this is that dietitians are placed at each school. Even given this highly effective system, it is difficult to supply adequate dietary fiber in school lunches. According to the dietary standard for fiber intake from school lunches 4g or more at 6-7 years old, 5g or more at 8-9 years old, 5g or more at 10-11 years old, and 6.5g or more at 12-14 years old. However, in the nutritional report of the Japanese Ministry of Education, the average intake of dietary fiber is low at 4.6g (elementary school, 6-11 years old) and 5.9g (junior high school, 12-14 years old). An increase in dietary fiber intake can usually be expected from increased consumption of vegetables and grains but not from main dishes. Many main dishes, such as meat, fish, etc. are low in dietary fiber content and therefore have little potential as a source of fiber and have not been studied well. I conducted two studies on ways to increase dietary fiber through main dishes and one study to observe the effect on blood glucose concentration in patients with type 2 diabetes mellitus (DM).

In the first study, tempeh (about 5.0g/100kcal and 10.2g/100g of dietary fiber), which is a traditional soybean fermented food of Indonesia, was studied whether it is possible to make tasty main dishes that Japanese would find acceptable, and in the second study acceptability of Okara (about 10.4g/100kcal and 11.5g/100g of dietary fiber) mixed with fish that look like a hamburger as school lunch by children.

In the third study, we developed main dishes with Okara that were well accepted by Vietnamese, and observed the effect of Okara fiber on blood glucose level of type 2 DM.

### Purpose:

To develop main dishes with fiber-rich tempeh or Okara that are well accepted by Japanese and to investigate whether the blood glucose level of Vietnamese type 2 DM patients can be reduced by foods with Okara.

## Methods:

Study 1: The subjects were female students, faculty and staff, security guards and cleaners (totaling 60 people) at Jumonji University. Ten Japanese-style main dishes were prepared using the usual principal ingredients, such as eggs and meats, and ten dishes that replaced those ingredients with tempeh. The ten dishes were: rolled thick omelet, teriyaki, Chinese-style fried chicken, keema curry, piccata, hamburger steak, croquette, tofu in meat-and-chili sauce, sweet-and-sour pork, and stuffed pouches of deep-fried tofu. We offered each control dish (normal ingredients) and its parallel tempeh-based dish on the same plate for lunch. Overall taste, aroma, texture and basic taste were evaluated by scores from 1 to 4 (4 very good; 3 good; 2 poor; 1 very poor).

Study 2: As a preliminary study, we conducted various trials to make a tasty mixture of fish and Okara that looked like hamburger; one portion (80g) of the final mixture could supply 2.2g of fiber. We called it a “hamburger style of fish and Okara”. It was served to all the 349 children from the first to 6<sup>th</sup> grade as part of a school lunch at a Japanese school and evaluated by comparison with an ordinary Japanese-style hamburger made with pork and chicken (control). Evaluation was made in three levels (good, ordinary and bad) about overall taste, easy to eat, basic taste, aroma and appearance.

Study 3: We contacted 300 type 2 DM outpatients at a hospital and selected 60 of them in Vietnam. We formed 30 pairs matched by gender, age, BMI and years with DM and divided them randomly into an intervention group and a control group. The intervention group consumed about 6g of fiber from Okara per day for two weeks. As a way of ingesting it, we made ten kinds of Okara menus that match the tastes of Vietnamese. The ten menus were: fried rice with Okara, rice porridge with Okara, Okara hamburger, meatballs with Okara, stir fried piper lolot rolls with pork and Okara, omelette with Okara, cabbage rolls with Okara, stir fried bean sprouts with Okara, miso soup with Okara, Okara patties. At the baseline and final periods, anthropometric measurements, blood withdrawal and a 3-day weighing method nutrition survey were conducted.

## Results:

Study 1: The average evaluations of the 10 control dishes and tempeh dishes were 3.7 and 3.5 points for overall taste, 3.7 and 3.4 points for aroma, 3.4 and 3.1 points for texture and 3.7 and 3.4 points for basic taste, respectively. Evaluations of tempeh dishes were close to those of the control dishes. Especially for keema curry, hamburger steak, and stuffed pouches of deep-fried tofu, the tempeh dishes received high evaluations. In these three dishes, we used finely chopped tempeh, which suggests that the optimal use of tempeh was in a finely chopped form. The amount of dietary fiber increased by about

2g with tempeh dishes.

Study 2: The evaluation about hamburger and “hamburger style of fish and Okara” were respectively; Overall taste is good 94 and 85%, good for easy to eat 90 and 77%, basic taste is good 93% and 83%, aroma is good 82 and 68%, appearance is good 89 and 76%. Although the results of ordinary hamburger were more favorable than those of “hamburger style of fish and Okara”, the evaluation of “hamburger style of fish and Okara” was high (68%). Waste of them was only 2.2 and 4.6% by weight, respectively.

Study 3: Dietary fiber intake increased from 6.9 to 12.6g ( $p<0.01$ ) in the intervention group, but there was no change in the control group. Fasting blood glucose and fructosamine in the intervention group dropped from 113 to 97mg/dL ( $p<0.05$ ) and from 319 to 301 $\mu$ mol/L ( $p<0.05$ ), respectively but they remained unchanged in the control group.

#### Conclusion:

Tempeh and Okara were made palatable by devising appropriate cooking methods. This suggests that dietary fiber intake can be increased by developing main dishes using them. Furthermore, as a health effect due to an increase in dietary fiber intake, it was possible to improve the blood glucose level of type 2 DM patients.

## GENERAL ABSTRACT

### 論文要旨

背景：

現在、日本のみならず世界の健康問題は、糖尿病、脂質異常症、心筋梗塞などの生活習慣病の増加であろう。食事性要因のひとつとして、食物繊維の摂取不足が考えられている。しかしながら食物繊維は摂取しにくい栄養素であり、日本人の食事摂取基準（2015年版）における食物繊維の目標量（成人）は男性20g/日以上、女性18g/日以上だが、国民健康・栄養調査（2017年）の結果では平均摂取量は男性14.6g/日、女性14.3g/日である。日本の学校給食は、世界でも最も評価の高いものでであろう。その理由として、各学校や給食施設に栄養士が配置されているためである。そのような学校給食でも十分な食物繊維を供給することは困難である。学校給食の食物繊維摂取基準では、6～7歳で4g以上、8～9歳で5g以上、10～11歳で5g以上、12～14歳で6.5g以上とされているが、文部科学省の学校給食栄養報告では、小学校（6～11歳）の平均摂取量は4.6g、中学校（12～14歳）の平均摂取量は5.9gと低い。食物繊維摂取量の増加は穀類や野菜に求めることが多いが、摂取基準値を満たすことは難しい。多くの主菜、例えば肉、魚などは、食物繊維含有量が低いために食物繊維の供給源としての期待が薄く、ほとんど研究されていない。そこで、主菜から食物繊維摂取量を増加させる方法に関する2つの研究と、食物繊維摂取量が増加したことによる2型糖尿病（DM）患者の血糖値への影響に関する1つの研究を実施した。

1つめの研究では、インドネシアの伝統的な大豆発酵食品であるテンペ（食物繊維含量 約5.0g/100kcal、約10.2g/100g）によって日本人に受け入れられる主菜を作製することが可能であるか、そして2つめの研究では、オカラ（食物繊維含量 約10.4g/100kcal、約11.5g/100g）と魚肉を使用してハンバーグ風的主菜を作製し、それが学校給食で子供たちに受け入れられるかについて検討した。

3つめの研究では、ベトナム人に受け入れられるオカラを使用した主菜を開発し、2型DMの血糖値に対するオカラ由来の食物繊維の影響を観察した。

## 目的：

日本人に受け入れられる、食物繊維含量が豊富なテンペまたはオカラを使用した主菜を開発すること、オカラを使用して食物繊維摂取量を増加させることでベトナム人の2型DM患者の血糖値を低下させることができるかを調べること。

## 方法：

研究1：被験者は、女子大学生、大学教職員、十文字学園女子大学で働く警備員および清掃員（計60名）とした。おもな食材として卵や肉などが使用されている、日本人が日常的に良く食べる主菜を10種類選択した（対照）。そして、それらの食材をテンペに置き換えた10種類の主菜を作製した（テンペ料理）。10種類の料理は次の通りである：卵焼き、照り焼き、油淋鶏、キーマカレー、ピカタ、ハンバーグ、コロッケ、麻婆豆腐、酢豚、きんちやく。完成したテンペ料理は、その対照と同時に、被験者に昼食の主菜として提供した。被験者は、美味しさ、香り、食感、味について、4段階評価により比較した。評価点は4点：とても良い、3点：良い、2点：良くない、1点：とても良くないとした。

研究2：予備調査として、魚とおからを使用したハンバーグのような主菜を作製することを目指して、生地を検討を重ねた。完成した生地からは、80g/食で2.2gの食物繊維を供給できるものとなった。それを「魚とオカラのハンバーグ風」と名付けた。349名（1～6年生）の小学生に学校給食の主菜として提供し、豚肉と鶏肉で作製されたハンバーグと比較評価した。被験者は、美味しさ、食べやすさ、味、香り、見た目について、3段階評価により比較した。評価は良い、ふつう、悪いとした。

研究3：300人の2型糖尿病外来患者に連絡を取り、そのうち60人を選択した。60人の2型糖尿病患者について、性別、年齢、BMI、糖尿病の罹患歴から、30組のペアを作り、介入群と対照群に無作為に分けた。介入群は2週間にわたって、オカラから約6g/日の食物繊維を摂取した。その摂取方法として、ベトナム人の嗜好に合った10種類のオカラ料理（主食、主菜、副菜）を作製した。10種類の料理は以下の通りである：オカラチャーハン、オカラ入りお粥、オカラハンバーグ、オカラミートボール、オカラと豚肉の胡椒葉巻き、オカラ入りオムレツ、オカラ入りロールキャベツ、オカラともやしの炒め物、オカラ入りみそ汁、オカラパティ。介入前（ベースライン）と介入期間の最終において、身体測定、採血および3日間の秤量法による栄養調査を実施した。

結果：

研究 1：10 種類の対照およびテンペ料理の平均評価点は、それぞれ、美味しさが 3.7 および 3.5 点、香りが 3.7 および 3.4 点、食感が 3.4 および 3.1 点、味が 3.7 および 3.4 点であった。テンペ料理は対照と近い評価を得ることができた。特に、キーマカレー、ハンバーグ、きんちやくは高い評価が得られた。これら 3 種類のテンペ料理では、テンペをみじん切りにして使用した。これはテンペの最適な使い方がみじん切りであることを示唆するものである。また、食物繊維の量はテンペ料理で約 2g 増加した。

研究 2：対照および「魚とオカラのハンバーグ風」の評価は、それぞれ、美味しいが 94% および 85%、食べやすいが 90% および 77%、味が良いが 93% および 83%、香りが良いが 82% および 68%、見た目が良いが 89% および 76% であった。対照のほうがより好まれたが、「魚とオカラのハンバーグ風」は被験者の半数以上から良い（68%）という評価を得ることができた。総重量あたりの廃棄率は、それぞれ、2.2% および 4.6% にすぎなかった。

研究 3：食物繊維の摂取量は、介入群で 6.9g から 12.6g に増加した ( $p < 0.01$ ) が、対照群に変化はなかった。介入群の空腹時血糖値とフルクトサミン値は、それぞれ、113mg/dL から 97mg/dL ( $p < 0.05$ ) と 319  $\mu$  mol/L から 301  $\mu$  mol/L ( $p < 0.05$ ) に低下したが、対照群では変化しなかった。

結論：

テンペやオカラは、調理方法の工夫によって美味しく食べられることがわかり、それらを用いて開発した主菜により、食物繊維摂取量を増加させることができると示唆された。さらに、食物繊維摂取量の増加による健康影響として、2 型 DM 患者の血糖値を改善させることができた。