

分離大豆たん白質に対するメチオニン補足と脳内遊離アミノ酸，セロトニン，カテコラミンの変動— 分離大豆たん白質へのアミノ酸補足適量に関する研究—

EFFECT OF METHIONINE SUPPLEMENTATION TO A LOW SOY PROTEIN DIET ON THE BRAIN FREE AMINO ACIDS, SEROTONIN AND CATECHOLAMINES IN RATS

吉田 昭・横越英彦・M. ディクシット（名古屋大学農学部）

Akira YOSHIDA, Hidehiko YOKOGOSHI and M. DIKSHIT

School of Agriculture, Nagoya University, Nagoya 464

ABSTRACT

Effects of methionine supplementation to a low soy protein diet on the brain free amino acids, serotonin and catecholamines in rats were investigated for the study of safe range of methionine supplementation. Male young rats of the Wistar strain were fed a 9% soy protein basal diet or methionine supplemented diets. The basal diet contained about 0.23% of sulfur amino acids and the supplemented levels of methionine in diets were 0.5, 1.0, 2.0 or 4.0%. Animals were fed the experimental diets for 8 days. At the end of the experimental period, animals were sacrificed and serum and brain free amino acids, brain serotonin and catecholamines were determined. Dietary supplementation of 0.5% of methionine significantly improved the body weight gain of rats, 1% of methionine supplementation improved less significantly and further supplementation decreased the body weight gains as compared to the control group. Brain tryptophan concentration decreased with 2 or 4% of supplementation of methionine together with the decrease in brain concentration of serotonin and 5-hydroxyindole acetic acid. Similarly, high level of supplementation (2 and 4%) of methionine decreased the brain level of norepinephrine. These results indicate the supplementation of methionine over 1% to the low soy protein diet decreased not only the body weight gain but also decreased the neurotransmitters, serotonin and catecholamines in the brain. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn.* **7**, 41-46, 1986.

食品たん白質に対するアミノ酸補足効果の指標としてはこれまで専ら体重増加や窒素出納法が用いられてきた。アミノ酸補足量が適量を越すと、体重増加の抑制、肝脂質の蓄積など好ましくない現象の起こることも知られている。一方、近年食餌アミノ酸によって脳内アミノ酸濃度やセロトニン，カテコラミンなどシグナル分子の代謝に変動の起こることが知られるように

なり、アミノ酸補足適量範囲の指標になりうる可能性があるとの考えで分離大豆たん白質へのメチオニンの補足量と脳内のそれらの物質の変動に関して研究した。

実験方法

実験動物として Wistar 系雄ラット，初体重 60～70 g のものを使用した。20% 分離大豆たん白 (SPI) 食で 3

日間飼育後、試験食に移した。試験基礎食は9%のSPIをたん白源とし、5% コーン油、5% ミネラル混合、適量のビタミンを含み、デンプン—ショ糖、2:1混合物を炭水化物源として100%になるようにした。ラットの最大成長に必要なメチオニンの量は飼料中の約0.5% であるがメチオニン添加群にはL-メチオニンを0.5, 1.0, 2.0, 4.0% を添加した。基本食中の含硫アミノ酸量は約0.23%である。

飼料は自由摂取とし、試験食で8日間飼育後、屠殺、

血清、脳などについて遊離アミノ酸、セロトニン、カテコラミンなどを測定した。

結果と考察

基礎食への0.5~1.0% のメチオニンの添加で飼料摂取量は殆んど基礎食と同じであったが、2% 添加群では摂食量は明らかに低下し、4% の添加でさらに低下した (Fig. 1)。

体重増加量は0.5% のメチオニンの添加で著しく増

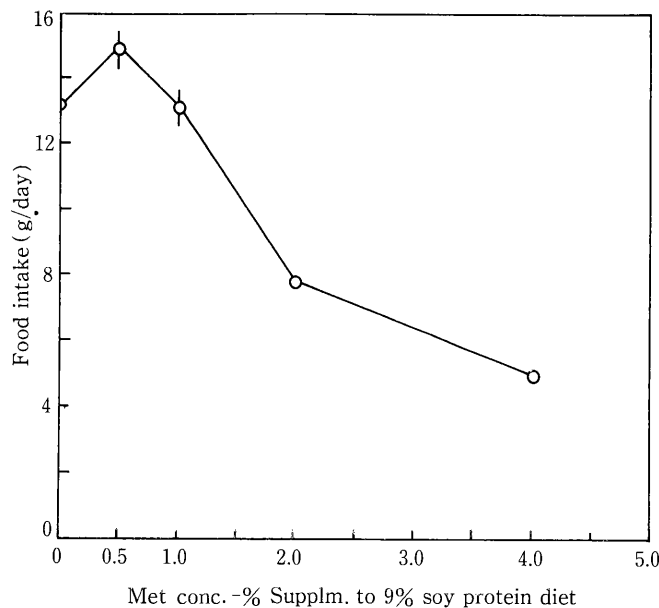


Fig. 1. Effect of methionine supplementation to a 9% soy protein diet on food intake of rats.

加し、2% 以上の添加ではかえって減少した (Fig. 2)。体重増加量からみるとメチオニン補足量は0.5%程度までが適当であり、2% 以上の添加は効果がないばかりかかえって有害であることが分かる。肝脂質量は基礎飼料群が約55 mg/gであったのに対し、0.5~1.0% のメチオニンの添加で約70 mg/g と増加した (Fig. 3)。

血清トリプトファン濃度は飼料へのメチオニン添加が0.5~1.0%では殆んど変化しなかったが、2.0%の添加で有意に上昇し、4% の添加ではむしろ減少した。脳内トリプトファン濃度は0.5~1.0% のメチオニン添加の範囲では余り変化はないが、2% 以上の添加によって明らかに低下した (Fig. 4)。脳内セロトニンもメチオニンの2%以上添加では明らかに減少した (Fig. 5)。セロトニンの代謝物である5-ヒドロキシインドール酢酸の脳内濃度もセロトニンと同様な変化を示したが、0.5% のメチオニン添加でも基礎食群に比して有意な低下が認められた。

血清チロシン濃度はメチオニンの添加で大きな変化は認められなかったが、脳内ドーパミン、ノルエピネフリン濃度はメチオニン添加が2%以上の場合に僅かに低下した (Fig. 6)。その他のアミノ酸の血清および脳中の変化をFig. 7に示す。メチオニンの添加量の増加にともなって血清中のメチオニン、シスチン濃度は著しい増加を示した。飼料への少量のメチオニンの添加で血清スレオニン、セリンが著しく低下することはすでに報告したが、本実験においても、0.5%のメチオニンの添加でスレオニン、セリンは著しく低下し、メチオニンの添加量をさらに増加させてもほぼ一定の低い値を示した。バリン、ロイシン、イソロイシンなどの分岐鎖アミノ酸はメチオニン添加量の増加にともなって血清濃度が低下した。その他のアミノ酸については大きな変化はみられなかった。

脳内遊離アミノ酸は全体としては血清遊離アミノ酸濃度を反映しており、メチオニン、シスチン濃度はメ

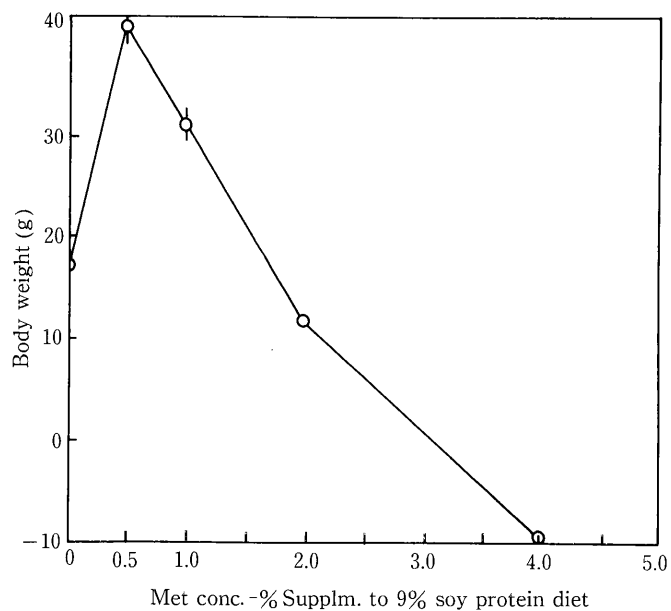


Fig. 2. Effect of methionine supplementation to a 9% soy protein diet on body weight gain of rats for 8 days.

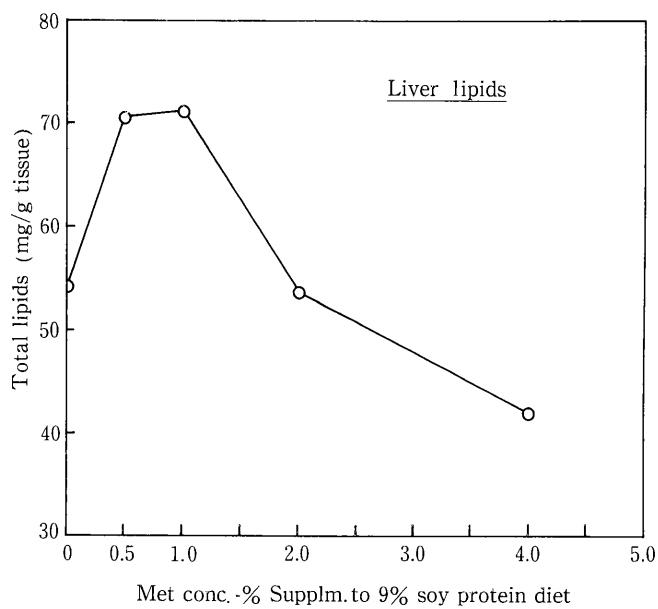


Fig. 3. Effect of methionine supplementation to a 9% soy protein diet on liver lipid concentration in rats.

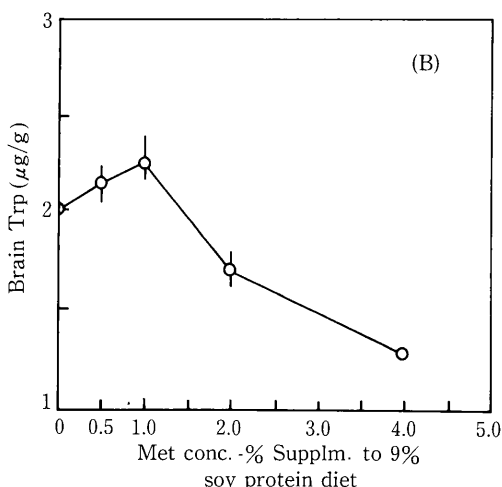
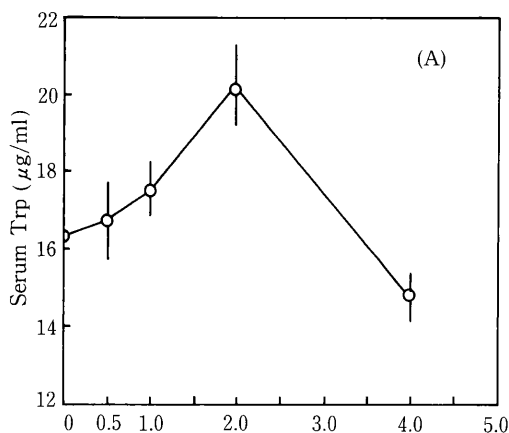


Fig. 4. Effect of methionine supplementation to a 9% soyprotein diet on serum (A) and brain (B) concentration of tryptophan.

チオニン添加によって増加し、スレオニンはメチオニン添加量が1%位まではほぼ直線的に低下した。

この実験で、メチオニンの添加で血清だけではなく、脳内スレオニンも顕著に低下することが分かったので、次に、メチオニンと同時にスレオニンを添加した場合の影響について検討した。メチオニンの添加量は0.5、2.0%の2段階とし、スレオニン添加量はメチオニン添加量が0.5%の時には0.5%とし、2.0%のメチオニン添加の際は1および2%とした。体重増加量は前の実験と同様0.5%のメチオニンの添加で著しく増加したが、さらにスレオニンを加えても殆んど影響はなかった。血清および脳中のトリプトファン濃度には特にスレオニン添加の影響はみられなかったが、脳内セロトニンおよび5-ヒドロキシインドール酢酸はメチオニンを2%添加した場合には減少し、スレオニン

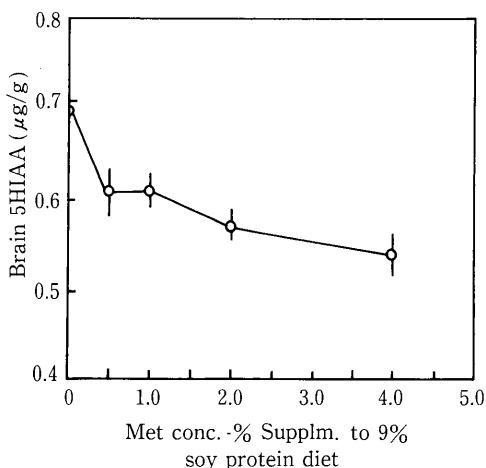
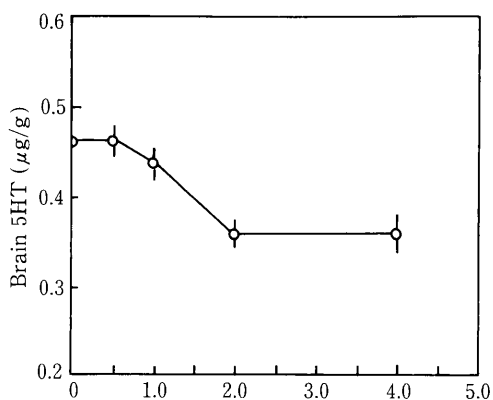


Fig. 5. Effect of methionine supplementation to a 9% soyprotein diet on brain concentration of serotonin (5HT) and 5-hydroxyindole acetic acid.

の添加によって5-ヒドロキシインドール酢酸はさらに減少が強まる傾向が認められた。メチオニンを2%添加した場合はスレオニン添加と関係なく脳内ノルエピネフリン濃度の低下が認められた。

以上の結果から分離大豆たん白質へのメチオニンの添加は体重増加などに極めて有効であるが過剰な添加は成長を低下させるばかりでなく、脳内のセロトニン、カテコラミンなど神経伝達物質濃度にも影響することが示された。メチオニン添加の場合、成長に悪影響の出ない範囲ではこれら神経伝達物質の脳内濃度は明らかな変化はみられなかった。全体を総合すると9%分離大豆たん白食へのメチオニンの効果は0.3-0.5%程度が最もよく1%以上では何れの指標を用いても望ましくないものと考えられる。

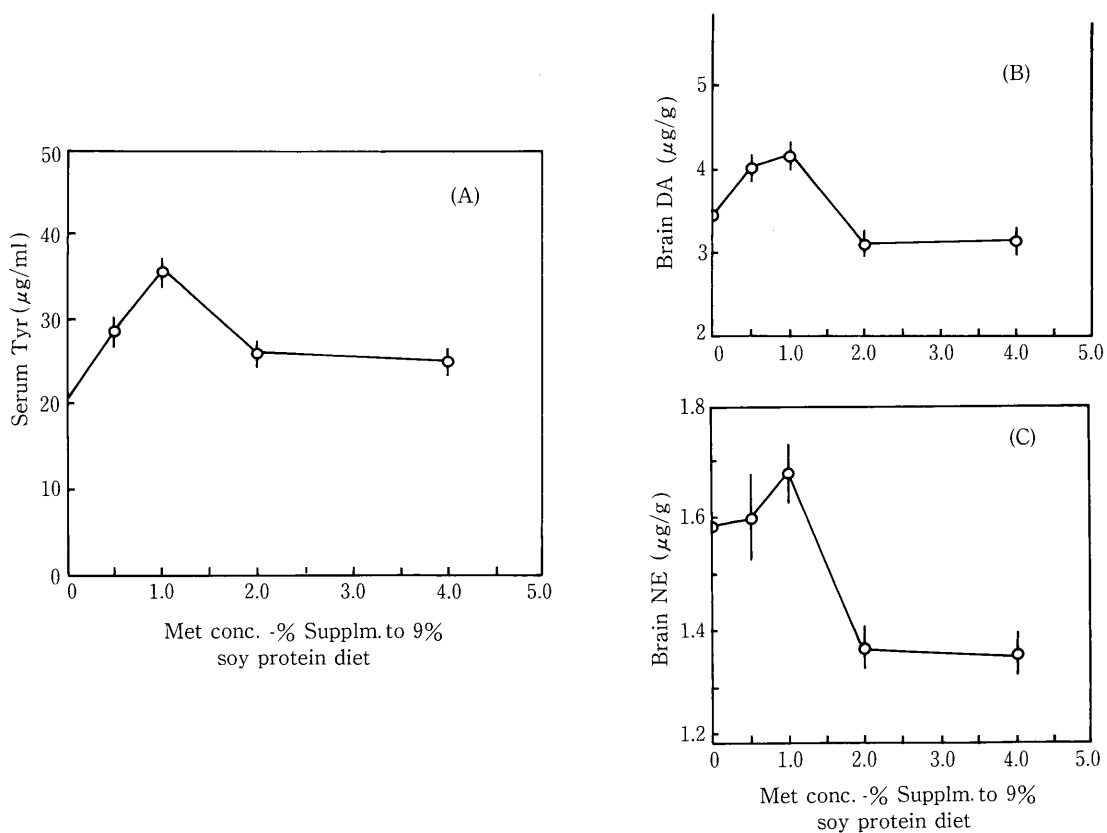


Fig. 6. Effect of methionine supplementation to a 9% soyprotein diet on serum tyrosine (A), brain dopamine (B) and brain norepinephrine (C).

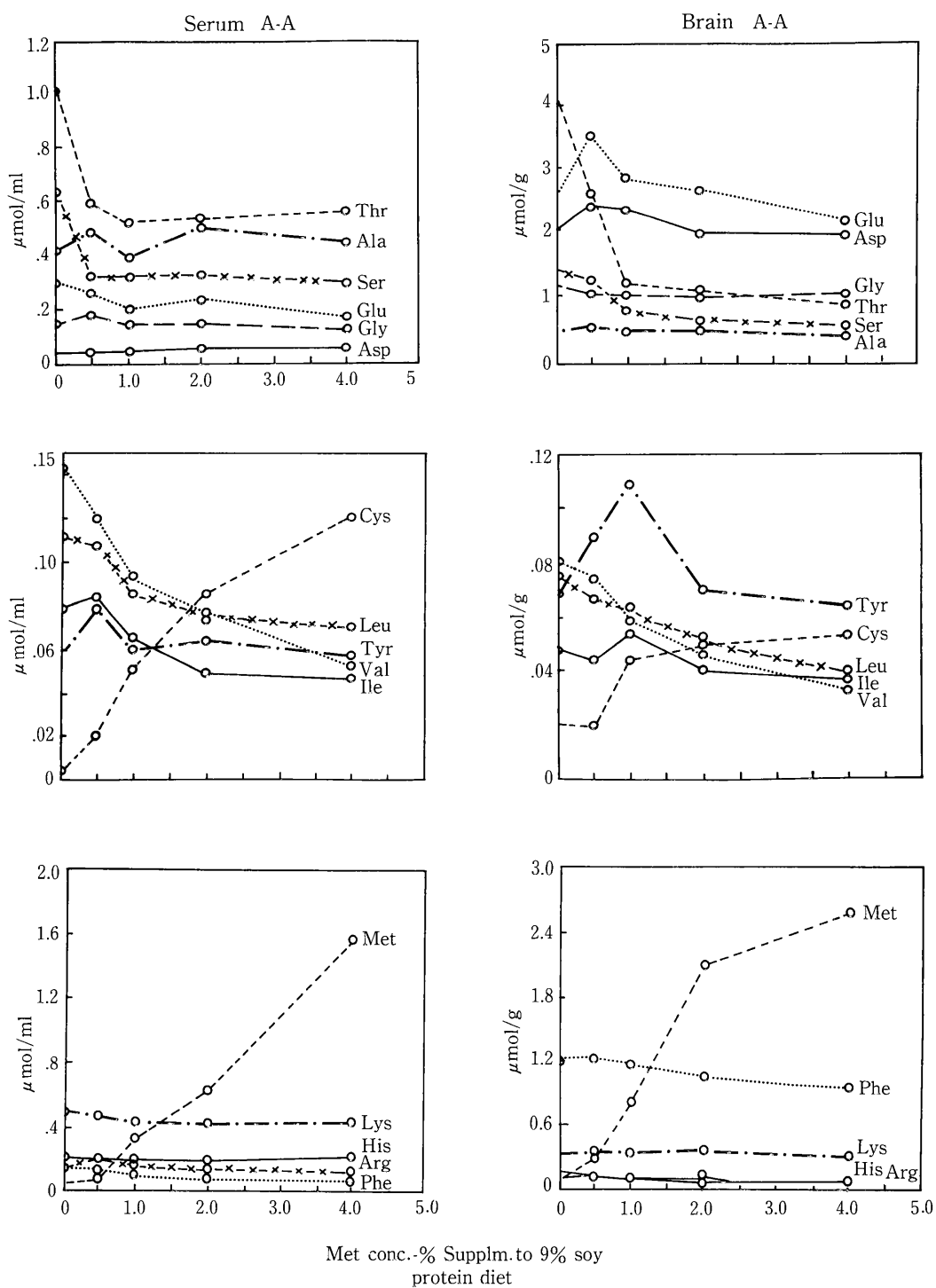


Fig. 7. Effect of methionine supplementation to a 9% soyprotein diet on serum (left side) and brain (right side) concentration of free amino acids.