

# 「小麦胚芽を利用したγ-アミノ酪酸の効率的生産方法とスプラウトへの応用」(研究参考事項)

農研機構・北海道農業研究センター・芽室研究拠点・野菜・茶機能性研究チーム、  
機能性利用研究北海道サブチーム、パン用小麦研究チーム、  
寒地地域特産研究チーム、寒地バイオマス研究チーム  
執筆担当者 (野菜・茶機能性研究チーム) 瀧川 重信

小麦胚芽を GABA 合成酵素源とし、最適なグルタミン酸ナトリウム量、ピリドキサルリン酸、反応液 pH、反応温度および反応時間により GABA を効率的に合成できる。合成した GABA をスプラウトへ施用することで、GABA 高含有スプラウトを生産できる。

## 1 試験目的

γ-アミノ酪酸 (Gamma Amino Butyric Acid (GABA)) は、神経伝達物質作用を示す非タンパク質性のアミノ酸であり、生体内ではグルタミン酸脱炭酸酵素 (GABA 合成酵素) によってグルタミン酸から生合成される。この GABA には血圧降下作用、精神の安定化作用 (抗ストレス作用) 等の生理作用があることが判っている。現代社会ではストレス下にあると GABA が不足がちになるとされており、現在 GABA 関連食品が数多く市販されているが、その原料価格は高く、高額で取引されているのが現状である。本研究では、小麦製粉工程で得られる小麦胚芽を用い、効率的に GABA を生産する安定技術を提供し、生産した GABA を施用して 4 種のスプラウト生産を行うことを目的とする

## 2 試験方法

小麦製粉工程で得られる胚芽 (キタノカオリ) を GABA 合成酵素源とし、その他グルタミン酸ナトリウム、ピリドキサルリン酸および食添用塩酸を用い以下の検討を行った。各実験では、酵素源:小麦胚芽、ピリドキサルリン酸量:100 mg/l、反応液 pH:5.7±0.1、反応温度:40°C、反応時間:4 時間を基本反応条件とし、(1)GABA 合成に及ぼす合成酵素源 (対照:米糠、小ブスマ)、グルタミン酸量及びピリドキサルリン酸量の影響、(2)GABA 生成に及ぼす反応液 pH および反応温度の影響、(3)GABA 生成に及ぼす反応時間の影響について検討した。また(4)スプラウト 4 種類 (カイワレダイコン、ブロッコリー、ソバ、ダッタンソバ) を水耕栽培 (温室 25°C、灌水 2 分間 /2 時間) し、播種後 7~10 日後にグロースチャンバー (25°C 光照射下) に移動して GABA 液 50 ml (濃度 10 g/l) を 16 時間施用して GABA 含量を測定した。GABA の測定は各試料 1 g を 80%エタノールで抽出後、濃縮してから HPLC を用いて OPA (オルトフタルアルデヒド) 法で測定した。

## 3 試験成績

表 1 酵素源、グルタミン酸量及びピリドキサルリン酸量が GABA 生成に及ぼす影響

	酵素源			グルタミン酸量 (g/l)				ピリドキサルリン酸量 (mg/l)				
	小麦胚芽	小ブスマ	米糠	60	80	100	200	0	5	20	100	300
Glu-Na 残存量 (g/l)	0.2	4.0	20.2	0.3	0.5	4.6	143.1	57.3	29.8	4.0	0.2	0.4
GABA 生成量 (g/l)	44.7	40.6	28.3	44.9	56.3	<b>66.2</b>	48.8	7.7	26.3	38.8	44.7	46.3
GABA 生成率 (%)	<b>99.7</b>	94.3	69.7	99.6	99.5	95.9	35.9	18.1	59.1	94.1	<b>99.7</b>	99.5

生成率は、MW: Glu-Na=169.13, Glu=147.13, GABA=103.12 から算出した。

表 2 反応液の pH 及び温度が GABA 生成に及ぼす影響

	反応液pH										反応温度(°C)				
	4.0	4.5	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.5	7.0	30	35	40	45	50
GABA合成酵素活性(U)	17	47	127	163	188	210	<b>243</b>	187	36	18	71	112	<b>263</b>	187	193

反応温度40°Cで1分間に1mgのGABAを生成する酵素量を1Uとした。pH調整には35%食添用塩酸を用いた。

表 3 反応時間が GABA 生成に及ぼす影響

反応時間(時間)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Glu-Na残存量(g/l)	59.6	18.7	5.6	1.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
GABA生成量(g/l)	3.5	29.2	40.0	43.5	44.7	45.1	46.2	46.9	45.8
GABA生成率(%)	5.6	61.1	87.7	<b>97.7</b>	<b>99.5</b>	99.7	99.8	99.8	99.8
反応液の評価(色・風味)	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	×	×

◎:非常に良好、○:良好、△:やや劣る、×:劣る

表 4 各資材の価格と使用料 (グルタミン酸 100 g 使用)

	容量 (g)	価格 (円)	1g当たり価格 (円)	1l反応液使用量 (g)	価格 (円)
小麦胚芽	25000	20000	0.80	100	80.00
グルタミン酸ナトリウム	1000	250	0.25	115.7	28.93
ピリドキサルリン酸	25	9800	392.00	0.1	39.20
塩酸	500	580	1.16	50	58.00
合計					206.13

GABA1kgの価格は以下の計算式により導くことができる。  
 $(\text{GABA1kg価格}) = (\text{1L当たり価格}) / (\text{1LあたりGABA含量}) \times 1000$   
 $(\text{1LあたりGABA含量}) = (\text{使用グルタミン酸ナトリウム量}) \times (\text{GABA分子量}) / (\text{グルタミン酸ナトリウム分子量}) \times (\text{基質転換率} / 100) \times (\text{回収率} / 100)$   
 基質転換率:95.6%、回収率80%よりGABA1kgの価格は以下の計算式により導くことができる  
 $(\text{GABA1kg価格}) = 206.1 / (115.7 \times 103.12 / 169.13 \times 95.9 / 100 \times 80 / 100) \times 1000 = 3808 (\text{円})$

#### 4 試験結果及び考察

- GABA 生成率は小麦胚芽が 99.7%と最も高く、次いで小ブスマ 94.3%、米糠 69.7%である。GABA の生成量はグルタミン酸量に依存し、100 g/l 添加することによって、66.2 g/l の GABA が得られる。また GABA の生成量はピリドキサルリン酸量に依存し、100 mg/l 以上添加することで、99%以上の生成率が得られる (表 1)。
- 小麦胚芽中の GABA 合成酵素活性は pH5.8 で最も高く、反応温度 40°C で最も高い (表 2)。
- GABA の生成率は反応 3~4 時間でほぼ 100%となり約 45 g/l の GABA が得られる。その後生成率はほぼ 100%を維持するが反応 7 時間以上では反応液の酸化、雑菌の増殖等による反応液の色、風味の劣化が起こる (表 3)。
- 水耕栽培のカイワレダイコン、ブロッコリー、ソバおよびダツタンソバのスプラウトは 1~10 mg/100gFW の GABA を含有するが、10 g/l の濃度に調整した GABA 液を水耕施用することで約 40~80 mg/100gFW に増加する (図 1)。
- GABA 生産に関わる原料コストは GABA1 kg あたり 3808 円である (表 4)。

#### 5 普及指導上の注意事項

- これらの成果を、γ-アミノ酪酸製造の基礎知見とする。またγ-アミノ酪酸強化スプラウト等高機能性農作物生産の基礎知見とする。
- 特許出願中 (特願 2006-225497) (特願 2007-176419)

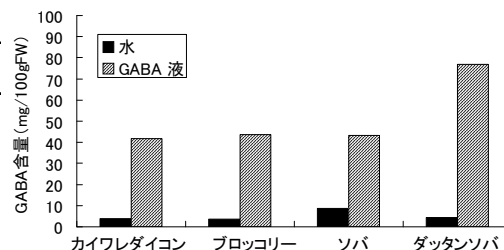


図 1 GABA 施用がスプラウトの GABA 含量に及ぼす影響