

不同形态氮素对甜菜谷氨酰胺合成酶活性的影响^{*}

张宏纪¹, 马凤鸣², 李文华², 闫桂萍²

(1. 黑龙江省农科院育种所, 哈尔滨 150086; 2. 东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 不同施肥水平下利用桶栽研究了硝态氮和铵态氮对甜菜体内氮素同化关键酶—谷氨酰胺合成酶(GS)活性的影响, 并分析了不同处理甜菜块根产量与含糖率的变化, 初步探讨了氮素营养与甜菜GS活性以及与丰产高糖的关系。结果表明, 不同形态氮素及其不同施肥水平对甜菜体内的GS活性的影响不同, 在同一施氮水平上, 铵态氮处理的GS活性高于硝态氮处理的甜菜GS活性, 而施用同一形态氮素时, GS活性随两种氮素施量的增加而增加, 根产量也表现相似变化, 但含糖率的变化不尽相同。

关键词: 甜菜; 氮素形态; GS; 根产量; 含糖率

中图分类号: S 566.306.2 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2001)06-0007-04

Effect of Different Nitrogen Forms on Glutamate Synthetase Activities in Sugar Beet (*Beta Vulgaris L.*)

ZHANG Hong-ji¹, MA Feng-ming², LI Wen-hua², YAN Gui-ping²

(1. Crop Breeding Institute Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences; 2. Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: The experiments of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ and $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ fertilizers on Glutamate Synthetase (GS) activities in root of sugar beet of cultivar Tian Yan-7 were conducted under four kinds of nitrogen levels, ie. 0, 60, 120, 180 kg/hm² in pot culture in the experimental station of sugar beet physiology during the whole period of growth in 1997. The objectives of this study were to preliminarily understand conditions of performing highly efficient ammonia assimilation pathway and analyse changes of root yield, sugar content under different nitrogen forms. The results showed that different nitrogen forms effects GS activities. It was under $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ rather than $\text{NO}_3^- - \text{N}$ that GS activity in root was relatively high. Different nitrogen forms influenced root yield, sugar content. Root yield at harvest increased with increase of nitrogen both under $\text{NO}_3^- - \text{N}$ and $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, however, the values were very inconsistent, and they were bigger under $\text{NO}_3^- - \text{N}$ than under $\text{NH}_4^+ - \text{N}$. Sugar content declined significantly with the increase of $\text{NO}_3^- - \text{N}$ fertilizer and reached the lowest under N180, and rose with the increase of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ from 0 to 120 kg/hm².

Key words: sugar beet; nitrogen form; GS; root yield; sugar content

甜菜是我国两大糖料作物之一, 在北方农业生产上占有重要地位。但多年来, 世界各主要生产国

甜菜产量停滞、块根品质下降, 究其原因, 主要是品种选育滞后, 过量施氮。为此, 各国学者对甜菜氮素

* 收稿日期: 2001-07-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目部分内容。

作者简介: 张宏纪(1969-)男, 河南省西平人, 在职博士, 从事小麦辐射育种及作物生理研究。

营养代谢进行了大量研究^[2-8],主要集中在氮素的吸收利用、分配运输及营养诊断等方面^[1,13]。其中已明确催化铵根离子与谷氨酸合成谷氨酰胺的GS(谷氨酰胺合成酶)是氮素同化代谢的关键酶,GS/GOGAT(谷氨酸合成酶)在氮素同化代谢中起中心调节作用^[8-13]。但有关不同氮素营养与GS活性之间及其对糖代谢水平的影响研究报道尚少。本研究采取土壤桶栽,通过追施不同形态氮素测定甜菜GS活性并同步分析含糖率与根产量的变化,旨在为甜菜氮素的同化代谢研究及丰产高糖栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为生产主栽的甜研7号。

1.2 试验设计

桶栽试验在东北农业大学实验站内进行,在施P₂O₅(120 kg/hm²),K₂O(60 kg/hm²)底肥基础上,各设N₀、N₆₀、N₁₂₀、N₁₈₀4个两种形态氮素施肥水

平,具体如下:

铵态氮处理:

N₀:底肥

N₆₀:底肥+(NH₄)₂SO₄(60 kg/hm²)

N₁₂₀:底肥+(NH₄)₂SO₄(120 kg/hm²)

N₁₈₀:底肥+(NH₄)₂SO₄(180 kg/hm²)

硝态氮处理:

N₀:底肥

N₆₀:底肥+NaNO₃(60 kg/hm²)

N₁₂₀:底肥+NaNO₃(120 kg/hm²)

N₁₈₀:底肥+NaNO₃(180 kg/hm²)

取优质黑土过筛装桶,桶栽营养面积0.15 m²,黑土的基础肥力见表1。装土后将桶埋在地内。播前施P、K肥于0.2 m土层作底肥。氮肥分3次施用,第1次播前施1/3,第2次苗期追施1/3,第3次叶丛形成期追施1/3。4月22日播种,5月3日出苗。在甜菜的4个生育期及每两个生育期间取样。

表 1 试验地土壤基础肥力

地点	有机质 (%)	全 N (%)	全 P (%)	缓效 K (mg/kg)	碱解 N (mg/kg)	速效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	pH
桶栽试验区	2.790	0.176	2.050	1404	186.0	17.78	105.5	7.450

1.3 研究方法

1.3.1 GS提取及活性测定 参照Miflin和Lea概括的方法^[7]。

1.3.2 块根含糖率与产量测定 收获时用旋光法测定甜菜块根含糖率及块根产量。

2 结果与分析

2.1 不同硝态氮水平下甜菜块根GS活性变化动态 硝态氮处理时,甜菜块根GS活性列于表2。由

表2结果可知,在全生育期内甜菜块根具有相当高的GS活性,呈单峰曲线变化,其最高活性在6月15日(叶丛形成期),低谷在8月5日(块根增长期),虽然生育后期(9月23日)有所回升但幅度不大。生育中前期硝态氮的施用促进了块根的酶活性,随施氮水平的提高GS活性增加。相关性分析表明,在叶丛形成期(7月12日)相关系数为r=0.998,呈显著正相关,其回归方程为y=0.026+6.21×10⁻⁴x。

表 2 不同硝态氮水平下甜菜块根GS活性变化动态

施氮水平 (kg/hm ²)	取样时间(月、日)						
	5.20	6.5	6.25	7.12	8.5	8.27	9.23
GS 活性(μmolY- 羟肟酸/g. FW. min)							
N ₀	0.012	0.105	0.160	0.026	0.025	0.038	0.061
N ₆₀	0.046	0.143	0.272	0.065	0.043	0.071	0.083
N ₁₂₀	0.053	0.203	0.284	0.096	0.049	0.065	0.079
N ₁₈₀	0.081	0.217	0.354	0.140	0.078	0.087	0.086

2.2 不同铵态氮水平下甜菜块根GS活性变化动态 植物根系是吸收同化铵态氮的主要部位^[4]。甜菜生育期间不同数量铵态氮下块根GS活性的变化动态列于表3,由结果可知,块根于6月25日有最高的酶活性,6月5日GS活性次之。甜菜生育的中

前期酶活性较高,说明氮的同化比较活跃。表3的结果还显示,不同铵态氮水平上GS活性不同,相关性分析表明,铵态氮施量与酶活性之间呈正相关,除苗期糖分积累期外,其它取样时期都达5%水平,并于叶丛形成期(7月12日)及块根增长期末(8月27

日)达 1%水平显著, 其回归方程分别为: $y = 0.0259 + 6.917 \times 10^{-4}x$, $y = 0.039 + 2.6 \times 10^{-4}x$, 说明这两个时期块根的 GS 活性与铵态氮施量之间更具线性关系。

表 3 不同铵态氮水平下甜菜块根 GS 活性变化动态

施氮水平 (kg/hm ²)	取样时间(月、日)						
	5、20	6、5	6、25	7、12	8、5	8、27	9、23
GS 活性(μmolY- 羟肟酸/g. FW. min)							
N ₀	0.012	0.105	0.160	0.026	0.025	0.038	0.061
N ₆₀	0.072	0.172	0.319	0.065	0.042	0.055	0.085
N ₁₂₀	0.083	0.196	0.372	0.117	0.051	0.073	0.085
N ₁₈₀	0.087	0.254	0.467	0.153	0.080	0.084	0.088

2.3 不同形态氮素水平甜菜块根 GS 活性比较

不同氮源条件下甜菜块根 GS 活性的比较结果列于表 4, 由表 4 可知, 与对照相比, 两种形态氮素都促进了块根的 GS 活性; 在同一氮水平上, 铵态氮处理的酶活性高于硝态氮处理的酶活性, 但是, 甜菜生育后期, 两种氮素形态的 GS 活性差异不明显, 这可能是由于铵态氮肥对酶活性诱导的局限性以及外部生态条件的变化(如硝化作用与土壤淋溶)所致。

表 4 不同形态氮素水平甜菜块根 GS 活性比较

取样时间 (月、日)	不同施氮水平					
	N ₆₀		N ₁₂₀		N ₁₈₀	
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
GS 活性(μmolY- 羟肟酸/g. FW. min)						
5、2	0.064b	0.072a	0.053b	0.083a	0.081a	0.087a
6、5	0.143b	0.172a	0.203a	0.196a	0.217b	0.254a
6、25	0.272b	0.319a	0.284b	0.372a	0.354b	0.467a
7、12	0.065a	0.065a	0.096b	0.117a	0.140b	0.153a
8、5	0.043a	0.042a	0.049a	0.051a	0.078a	0.080a
8、27	0.071a	0.055a	0.065b	0.073a	0.087a	0.084a
9、23	0.083a	0.085a	0.079b	0.085a	0.086a	0.088a

注: 处理间差异的显著性检验用新复极差法, 不同小写英文字母表示处理间差异达 5%显著水平, 以下同。

2.4 不同形态氮素水平甜菜块根产量与含糖率的变化

不同水平硝态氮与铵态氮的甜菜块根产量与含糖率列于表 5, 从表 5 中可看出, 施用两种形态氮素都促进了产量的增加, 但在同一氮水平上, 铵态氮处理的块根产量低于硝态氮的处理, 这说明土壤栽培条件下, 硝态氮更有利于甜菜块根产量的增加。同时表 5 中结果也显示, 硝态氮处理的甜菜块根含糖率明显下降, 与之相反, 施用铵态氮时, 在 0120 kg/hm² 水平内, 块根的含糖率随施氮量的增加而增加; 虽然过高的铵态氮施量(N180)会使含糖率有一定程

度的下降, 但在同一氮水平上, 铵态氮处理的块根含糖率都表现较高。

表 5 不同形态氮素水平甜菜块根产量与含糖率

施氮水平 (kg/hm ²)	块根产量(kg/株)		含糖率(%)	
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
N ₀	0.198e	0.198e	13.214b	13.214b
N ₆₀	0.364c	0.352d	12.201c	13.394a
N ₁₂₀	0.377b	0.363c	11.806d	14.175a
N ₁₈₀	0.408a	0.396b	10.712e	13.265b

3 讨论

不同形态氮素对植物体内的 GS 活性有不同影响。由于 NR(硝酸还原酶)的存在, 硝态氮可以间接促进 GS 活性提高, 然而对于铵态氮来说, 一些人认为, 铵态氮对藻类、蕨类植物的 GS 活性有抑制作用^[1]; 另有作者证实, 铵态氮对高等植物及蕨类的 GS 活性有促进作用^[6]。因此, 不同植物的铵态氮效应并不相同。Gisela^[5]指出, 虽然水培甜菜植株的蛋白质含量并无不同, 但铵态氮对甜菜主根及侧根的 GS 活性增加尤为突出。Theodore K. 以铵态氮和硝态氮分别作氮源, 水培甜菜研究碳氮代谢与营养物相互关系时发现了糖甜菜由于铵态氮致使块根与叶片的 GS 活性较硝态氮的分别增加 3.5 倍与 1.7 倍^[10]。Arnozis 并称胺化反应的底物是甜菜块根对铵态氮同化的产物, 铵态氮促进块根的 GS 活性进而促进磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶(PEPC)的作用而为胺化反应提供了基质^[3]。这表明, 铵态氮更有利于其 GS 活性增加, 并在一定程度上促进碳代谢酶的作用。本研究在土壤栽培条件下, 通过追施不同形态氮肥也证实, 铵态氮处理的 GS 活性高于硝态氮的处理, 同时糖分积累也显著不同。以上结果说明, 甜菜氮素同化与蔗糖代谢存在内在联系与互相制约关系, 其中合理提高氮的同化效率、有效降低硝态氮的吸收利用, 对于解决上述二者之间的关系具有重要

意义。早在 1987 年 Salsac 等就曾指出, 在植物体内, NO_3^- 还原成 NH_4^+ 是一个耗能很多的生化过程, 因此, 从理论上讲, 供铵态氮要比供硝态氮会获得更高的生物产量^[9]。然而本研究却表明, 虽然铵态氮条件下甜菜有较高的含糖率与 GS 活性, 但是与硝态氮条件相比, 其块根产量增加并不高。由此看来, 若直接供给铵态氮, 综合提高 GS 活性, 使植株走高同化氮途径^[12] 以达到丰产高糖的目的, 还应从能量消耗、物质转移、蔗糖代谢等方面进行深入的研究。

参考文献:

- [1] 马凤鸣, 高继国. 甜菜子叶期幼苗硝态氮吸收特性及其与硝酸还原酶的关系[J]. 作物学报, 1996, 22(6): 681-686.
- [2] 于海彬, 蔡葆. 甜菜硝酸还原酶活性研究[J]. 中国甜菜, 1993, (3): 18-23.
- [3] Arnozi P A, et al. Phosphoenol pyruvate carboxylase activity in plants grown with either NO_3^- or NH_4^+ as inorganic nitrogen source[J]. Plant Physiol, 1988, 132: 23-27.
- [4] Fife J M, Pvice C. Some properties of phloem exudate collected from root of sugar beet[J]. Plant Physiol, 1962, 37(6): 791-795.

- [5] Gisela M et. Glutamine synthetase oligomers and isoforms in sugar beet[J]. Plant, 1990, 181: 10-17.
- [6] Marwaha R S, Juliano B O Aspects of nitrogen metabolism in the rice seedling[J]. Plant Physiol, 1976, 57: 923-927.
- [7] Milfin B L. The biochemistry of plants. V10. 5 Academic press [M]. New York London Toronto Sydney San Francisco. 1980.
- [8] Li weihua, Yan guiping Mafengming. Studies on some characteristics of nitrate reductase from sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) leaves[J]. Journal of NEAU, 1994, 1(1): 20-25.
- [9] Salsac L, Chaillou S. Nitrate and ammonium nutrition in plants [J]. Plant Physiol Biochem, 1987, 25: 805-809.
- [10] Theodore K R, Norman T. Carbon nitrogen and nutrient interactions in (*Beta Vulgaris* L.) as influenced by nitrogen source NO_3^- versus NH_4^+ [J]. Plant Physiology, 1995, 107: 575-584.
- [11] Tischner R, Lorenzen H. Changes in the enzyme pattern in synchronous chlorella sorokiniana caused by different nitrogen sources [J]. Z. Pflanzenphysiol, 1980, 100: 333-341.
- [12] Verma D P. Control of plant gene expression[M]. Boca raton crc press. 1993. 425-470.
- [13] Yan guiping, Mafengming. Studies on glutamine synthetase activity in sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) under different levels of nitrogen[J]. Journal of NEAU (English edition), 1995, 2(1): 17-24.

天天盼致富 机会在眼前 给你种源、资金全面扶持——联合发展药材种植 申请联合种植 赠你 VCD 影碟机

要走出脱贫致富困境, 关键在于更新观念, 调整种植产业结构。我部是专业从事中药种植研究、培育、推广、收购的专业科研机构, 是几个著名农业院校和科研机构的科技协作单位, 并与几家大型制药厂、药材经销公司建立了长期供应中药材成品业务关系。几年来研究开发出十几个适应大田和室内种植且好种易管、南北适宜的中药材优良品种, 在我国各地区春(25月)、秋(811月)种植。其中天麻、泊夫兰、药枣先后在各地区推广种植后(天麻每平方米百天纯收入可达3000元、泊夫兰两个月亩纯收入2万元、药枣年亩纯收入4万元以上)效益惊人。我部在今年喜获丰收的基础上, 决定再次向各地扩大联合种植面积。由我部免费供种、负责技术、保价回收产品、对方出土地、劳力。产品回收时一(我)九(你)分成。欲与我单位联营种植者, 请写信或打电话联系。经我部研究决定, 凡申请种植者均会得到我单位种源、资金无偿扶持, 并且为种植户提供上门指导、上门回收产品。另告: 联营者所产的药材一律必须交售本部, 由本部保价收购, 并签订保价回收合同。回收价: 天麻 280 元/kg、泊夫兰 23 000 元/kg、药枣 190 元/kg。为彻底解决种户种植技术困难, 联营者一律赠送步步高 VCD 一部及全套中药材种植、管理、加工、技术光盘。愿合作者请来信联系, 签订合同, 领取种子。

联系单位: 河南省卢氏县亚泰野生资源开发部

邮政编码: 472200

联系人: 李志恒

联系电话: 0398—7870500

图文传真: 0398—7863576