भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 20 अंक 2 दिसम्बर 2012 पृ. 189-191

मेथी (*ट्राइगोनेला फीनम-ग्रीकम* लिनिअस) के पौधों पर कार्बन डाइऑक्साइड का प्रभाव

वनिता जैन, डी सी सक्सेना* एवं रेणू पाण्डे**
भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद्, नई दिल्ली 110012
*भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (क्षे.के.), इन्दौर
**भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली 110012

सारांश : मेथी को भारतीय भोजन शैली में एक विशिष्ट शाकीय पौधे के रूप में मान्यता प्राप्त है जिसमें अनेक पोषक तत्व पाए जाते हैं। मेथी के पौधों पर कार्बन डाइऑक्साइड गैस के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए एक प्रयोग किया गया। इसके लिए मेथी के पौधों को दो सान्द्रताओं वाले ओपन टॉप चैम्बर (ऊपर से खुले कक्ष) में उगाया गया। एक चैम्बर में कार्बन डाइऑक्साइड की सामान्य सान्द्रता (Ambient) [ACO_2, 350±50 μmol mol^{-1}] तथा दूसरे चैम्बर में उच्च सान्द्रता (Elevated) (ECO_2, 550±50 μmol mol^{-1}) रखी गई। पौधों को सामान्य तथा उच्च कार्बन डाइऑक्साइड देने के उपरांत 40, 60 तथा 80 दिनों के बाद (DAE) पौधों का जैविक भार, प्रकाशसंश्लेषण दर, पर्णरन्ध्र संचारिता तथा पोषक तत्वों का अध्ययन किया गया। सामान्य कार्बन डाइऑक्साइड से उपचारित पौधों की तुलना में उच्च कार्बन डाइऑक्साइड उपचारित पौधों में प्रकाशसंश्लेषण दर की बढ़ोत्तरी देखी गई जबकि पर्णरन्ध्र संचारिता में कमी पाई गई। उच्च कार्बन डाइऑक्साइड वातावरण वाले पौधों में सामान्य कार्बन डाइऑक्साइड वातावरण वाले पौधों की तुलना में कार्बन तथा कैल्शियम तत्वों में बढ़ोत्तरी देखी गई परन्तु नाइट्रोजन तथा लौह तत्व की मात्रा में कमी पाई गई।

Influence of carbon dioxide on methi (*Trigonella foenum- graecum* L.) plants

Vanita Jain, D C Saxena* & Renu Pandey**
Indian Council of Agricultural Research, New Delhi 110012
*Indian Agricultural Research Institute (Regional Station), Indore
**Indian Agricultural Research Institute, New Delhi 110012

Abstract

Methi is an important leafy vegetable in Indian diet which contains many nutrients. An experiment was conducted to study the effect of carbon dioxide on the growth and nutrient composition of methi. The plants were grown in Open Top Chambers (OTC) under two concentrations of carbon dioxide viz. ambient (ACO_2, 350±50 μmol mol^{-1}) and elevated (ECO_2, 550±50 μmol mol^{-1}). The plants were analyzed 40, 60 and 80 days after exposure to carbon dioxide. It was observed that plants treated with elevated carbon dioxide had higher biomass and photosynthetic rate but lower stomatal conductance when compared with the plants raised in ambient carbon dioxide atmosphere. CO_2 also changed the nutrient composition of the leaves. Elevated CO_2 increased carbon and calcium contents along with decline in nitrogen and iron content of leaves. Therefore, rising CO_2 may lead to a change in the nutrient profile of this leafy vegetable.

प्रस्तावना

यह अब प्रमाणित हो चुका है कि वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता निरन्तर बढ़ती जा रही है। इसकी मात्रा औद्योगिकीकरण काल से पूर्व 280 पीपीएम थी वहीं अब यह बढ़कर 379 पीपीएम से भी अधिक हो गई है (IPCC 2007a) और यह प्रक्रिया निरन्तर जारी है। इसका पौधों पर विशेषतः शाक/सब्जियों पर निश्चित ही प्रभाव होता है। सी3 प्रकार के पौधों में वातावरण में बढ़ती हुई कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता का पौधों की वृद्धि पर प्रभाव का विस्तृत अध्ययन किया गया है। इन पौधों में प्रकाशसंश्लेषण की प्रक्रिया असंतृप्त रहती है, अतः कार्बन डाइऑक्साइड की उच्च सान्द्रता का

प्रभाव प्रायः सकारात्मक होता है, क्योंकि कार्बन डाइऑक्साइड प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया का प्रमुख घटक है। अतः यह प्राथमिक तथा माध्यमिक प्रतिक्रियाओं को प्रभावित करती है, उदाहरणतः शुष्क पदार्थों तथा पोषक तत्वों की संरचना में परिवर्तन का पाया जाना[1,3]। एक तरफ जहां कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता बढ़ने से पौधों में वृद्धि देखी गई वहीं दूसरी तरफ पत्तियों में नाइट्रोजन की मात्रा (जोकि प्रोटीन का मुख्य अवयव है) में कमी पाई गई[5,6]। साथ-साथ रूबिस्को नामक महत्वपूर्ण एन्जाइम में कमी हुई, किन्तु इस कारण प्रकाशसंश्लेषण की प्रक्रिया में कमी नहीं पाई गई[7]।

मेथी, भारतीय भोजन शैली में एक विशिष्ट शाकीय पौधा माना जाता है इसकी पत्तियों की सब्जी बनाई जाती है, साथ ही इसके बीज का विस्तृत उपयोग किया जाता है। यह न केवल स्वादिष्ट अपितु, औषधी दृष्टिकोण से भी अत्यन्त लाभदायक होता है। मेथी के पौधों के जैविक भार, पोषक तत्वों तथा प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया पर उच्च कार्बन डाइऑक्साइड सान्द्रता के प्रभाव का अध्ययन करने हेतु प्रस्तुत अध्ययन किया गया।

सामग्री एवं विधि

मेथी (*Trigonella foenum-graecum* L.) के बीजों को ओपन टॉप चैम्बर में बोया गया, जिसकी ऊंचाई 1.8 मीटर तथा वृत्ताकार 1.6 मीटर था। इसे पारदर्शी पी.वी.सी. शीट (120 μm) से सुचारू रूप से ढका गया। चैम्बर ऊपर से खुला होने के कारण वायु का समुचित आवागमन था, तथा पारदर्शी शीट से ढके होने के कारण प्रकाश की तीव्रता में लगभग कोई कमी नहीं आई। पौधों को कार्बन डाइऑक्साइड की दो सान्द्रताओं में उगाया गया; सामान्य (ACO_2, 350±50 μmol mol^{-1}] तथा उच्च (ECO_2, 550±50 μmol mol^{-1})। यह स्तर निरन्तर बनाए रखने हेतु ओटीसी के अन्दर की कार्बन डाइऑक्साइड को पोर्टेबिल फोटोसिन्थेटिक सिस्टम (LI-6200, LI-COR, USA) के द्वारा नापा गया। पत्तियों का क्षेत्रफल तथा उनका शुष्क भार, तनों का शुष्क भार, कार्बन डाइऑक्साइड देने के 40, 60 तथा 80 दिन (DAE) बाद लिये गये। शुष्क भार लेने के लिए इन सैम्पल्स को ओवन में 80°C तापमान पर सुखाकर लिया गया। सामान्य एवं उच्च कार्बन डाइऑक्साइड उपचारित पौधों की प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया तथा पर्णरन्ध्र संचारिता (स्टोमेटल कन्डक्टेन्स) को पोर्टेबिल फोटोसिन्थेटिक सिस्टम LI-6200 के द्वारा नापा किया। प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया को शीर्षस्थ पूर्णरूप से खुली पत्ती पर प्रातः 11 से 12 बजे के मध्य में नापा गया जब इस प्रक्रिया के लिए प्रकाश की तीव्रता 1000 से 1300 μmol m^2 s^{-1} थी। इस दौरान सापेक्ष आर्द्रता 65-75% तथा तापक्रम 18-23°C था। पौधों की पत्तियों के नमूनों में नाइट्रोजन, कार्बन, कैल्शियम की मात्रा का विश्लेषण किया गया।

परिणाम एवं विवेचना

उच्च कार्बन डाइऑक्साइड उपचारित मेथी के पौधों की वृद्धि में बढ़ोत्तरी देखी गई। 40, 60 तथा 80 DAE पर पत्तियों के क्षेत्रफल में क्रमशः 49, 29.5 तथा 17.7% की बढ़ोत्तरी हुई। जबकि पत्ती शुष्क भार में 80 DAE पर 37% की अधिकता पाई गई, तथा सामान्य कार्बन डाइआक्साइड की तुलना में शुष्क भार में 27.4% की बढ़ोत्तरी पाई गई। इस प्रकार के परिणाम अन्य शोधकर्ताओं ने भी अन्य फसलों में देखे कि उच्च कार्बन डाइऑक्साइड के कारण पौधों में वृद्धि अधिक होती है[3,11]। शाकीय पौधों में अधिक वृद्धि उच्च कार्बन डाइऑक्साइड के कारण प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया में बढ़ोत्तरी के कारण होती है[6]। साामन्य कार्बन डाइऑक्साइड सान्द्रता की तुलना में उच्च कार्बन डाइऑक्साइड सान्द्रता से उपचारित पौधों में प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया में 49% की बढ़ोत्तरी पाई गई जबकि, पर्णरन्ध्र संचारिता में कमी हुई (सारणी 1)। इसी प्रकार के परिणाम उप्रेती एवं महालक्ष्मी (2000) के द्वारा पाए गए।

सारणी 1 — सामान्य (ACO_2) तथा उच्च (ECO_2) सान्द्रता वाली कार्बन डाइआक्साइड का मेथी के पौधों की विभिन्न अवस्थाओं की वृद्धि तथा प्रकाश संश्लेषण पर प्रभाव

	40 DAE		60 DAE		80 DAE	
	ACO_2	ECO_2	ACO_2	ECO_2	ACO_2	ECO_2
पत्ती शुष्क भार (g $plant^{-1}$)	0.71±0.12	0.96±0.05	0.80±0.08	1.11±0.14	0.89±0.07	1.22±0.10
तना शुष्क भार (g $plant^{-1}$)	0.77±0.05	0.98±0.04	0.88±0.05	1.62±0.06	0.92±0.09	1.98±0.08
पत्ती का क्षेत्रफल (cm^2)	166.60±7.86	248.00±6.57	220.50±9.95	285.60±8.86	247.30±11.23	91.10±13.45
प्रकाश संश्लेषण (μmol m^2 s^{-1})	9.70±0.08	13.45±0.32	11.26±0.06	16.81±0.46	10.47±0.12	15.62±0.21
पर्णरन्ध्र संचारिता (cm s^{-1})	0.74±0.01	0.72±0.06	0.81±0.01	0.70±0.02	0.43±0.03	0.40±1.0

Values are mean =± SD (n=6), P<0.05, DAE = Days After Exposure

सारणी 2 — सामान्य (ACO_2) तथा उच्च (ECO_2) सान्द्रता वाली कार्बन डाइऑक्साइड का मेथी के पौधों की विभिन्न अवस्थाओं के पोषक तत्वों पर प्रभाव

पोषक तत्व	40 DAE		60 DAE		80 DAE	
	ACO_2	ECO_2	ACO_2	ECO_2	ACO_2	ECO_2
कार्बन (C) [% ('शुष्क भार)]	47.27±1.28	54.07±1.47	51.55±3.68	59.90±2.59	53.25±3.00	63.88±3.58
नाइट्रोजन (N) [% (शुष्क भार)]	6.18±0.27	7.15±0.40	6.04±0.35	5.64±0.41	8.99±0.12	6.96±0.56
कार्बन : नाइट्रोजन (C:N)	7.64±0.17	7.56±0.23	9.52±0.13	10.62±0.09	5.92±0.07	9.17±0.14
कैल्शियम (Ca) [$\mu g\ g^{-1}$ (शुष्क भार)]	18.54±2.15	42.32±5.70	40.54±0.83	63.70±3.64	45.94±3.25	59.01±0.74
आयरन (Fe) [$\mu g\ g^{-1}$ ('शुष्क भार)]	3.57±0.17	2.39±0.81NS	6.81±0.77	3.59±0.68	4.63±0.81	2.89±0.27

Values are mean =± SD (n=6), P<0.05, DAE = Days After Exposure

कार्बनिक कार्बन की मात्रा में उच्च कार्बन डाइऑक्साइड सान्द्रता से उपचारित पौधों में अधिक बढ़ोत्तरी देखी गई। यह वृद्धि 80 DAE अवस्था पर लगभग 20% पाई गई। इस प्रकार का प्रभाव वैन गिन्केल (1997) ने अन्य पौधों में भी पाया। परन्तु नाइट्रोजन की मात्रा में उच्च कार्बन डाइऑक्साइड सान्द्रता में उगाये गए पौधों में कमी पाई गई। यह कमी 80 DAE अवस्था पर 22% थी। पाल (2004) ने गेहूं में तथा रीव्स आदि (1994) ने सोयाबीन में भी उच्च कार्बन डाइऑक्साइड सान्द्रता से उपचारित पौधों में यह कमी देखी। पत्तियों में कार्बन के बढ़ने तथा नाइट्रोजन के घटने के कारण कार्बन : नाइट्रोजन (C:N) के अनुपात में बढ़ोत्तरी पाई गई। यह स्थिति 60 DAE पर सर्वाधिक थी (सारणी 2)। यह परिणाम गिल्फोर्ड (2000) के परिणामों के अनुरूप पाया गया।

उच्च कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता का प्रभाव न केवल कार्बन तथा नाइट्रोजन पर बल्कि वृहत तथा सूक्ष्म पोषक तत्वों पर भी पाया गया। 40, 60 तथा 80 DAE अवस्था पर कैल्शियम की मात्रा में बढ़ोत्तरी क्रमशः 48, 57 एवं 28.4% देखी गई। जबकि लौह तत्व में 47% की कमी पाई गई। इस प्रकार यह पाया गया कि उच्च कार्बन डाइऑक्साइड की अवस्था में मेथी के पौधों में कार्बन तथा कैल्शियम तत्वों की मात्रा में उल्लेखनीय बढ़ोत्तरी हुई, परन्तु इसके विपरीत नाइट्रोजन जोकि प्रोटीन का एक मुख्य अवयव है, तथा लौह तत्व में कमी पाई गई।

मेथी शाकीय रूप में उपयोग होने वाला अत्यन्त महत्वपूर्ण पौधा है, यह स्पष्ट है कि वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता बढ़ने से इसकी पैदावार (पत्तियां आदि) में कार्बन तथा कैल्शियम में बढ़ोत्तरी होगी, किन्तु दो महत्वपूर्ण तत्व जैसे नाइट्रोजन तथा लौह तत्व में कमी होने से इसकी पौष्टिक गुणवत्ता प्रभावित होने की संभावना है।

सन्दर्भ

1. उप्रेती डी सी, द्विवेदी एन, जैन वनिता, मोहन आर, सक्सेना डी सी, जौली एम एवं पासवान जी, *बायोलॉजिया प्लेन्टेरम,* **46**(1) (2003) 35-39.
2. उप्रेती डी सी एवं महालक्ष्मी बी, *जर्नल ऑफ एग्रोनॉमी एण्ड क्रॉप साइंस,* **184** (2000) 271-276.
3. पाल एम, राव एल एस, श्रीवास्तव ए सी, जैन बी एवं सेनगुप्ता यू के, *बायोलॉजिया प्लेन्टेरम,* **47** (2003/04) 277-281.
4. पाल एम, राव एल एस, जैन वनिता, श्रीवास्तव ए सी, पाण्डे आर, राज ए एवं सिंह के पी, *बायोलॉजिया प्लेन्टेरम,* **49** (2005) 467-470
5. कॉन रॉय जे पी, *आस्ट्रेलियन जर्नल ऑफ बॉटनी,* **40** (1992) 445-456.
6. ड्रेक बी जी, गौन्ज़ालेज मेलर एम ए एवं लाग एस पी, एनुअल रिव्यू ऑफ प्लान्ट फिजियोलॉजी, *प्लान्ट मॉलिक्यूलर बायोलॉजी,* **48** (1997) 609-639.
7. सेज आर एफ, शारके टी डी एवं श्रीमन जे आर, *प्लान्ट फिजियोलॉजी,* **89** (1989) 590-596.
8. वैन गिन्केल जे एच, गौरीसन ए एवं वैनबीन ए, *प्लान्ट सॉयल,* **188** (1997) 299-308.
9. रीव्ज डी डब्ल्यू, रोजर एच एच, प्रायर एस ए, वुड सी डब्ल्यू, रीयूनयन जी वी, *जर्नल ऑफ प्लान्ट न्यूट्रीशन,* **17** (1994) 1939-1954.
10. गिर्फोड आर एम, बरेट डी जी एवं ल्यूटज जे एल, *प्लान्ट सॉयल* (2000) 1-14.
11. जैन वनिता, सक्सेना डी सी एवं पाण्डे रेनू, *भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिकी अनुसंधान पत्रिका,* **17** (2009) 165-167.