भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 17 अंक 2 दिसम्बर 2009 पृ. 165-167

उच्च कार्बन डाइऑक्साइड का पालक के पौधों पर प्रभाव

वनिता जैन, डी सी सक्सेना, रेनू पाण्डे एवं आर के साईंराम
पादप कार्यिकी विज्ञान संभाग, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110012

सारांश : पालक एक महत्वपूर्ण शाकीय पौधा है जिसमें लौह तत्व प्रचुर मात्रा में उपलब्ध होता है। पालक के पौधों पर उच्च कार्बन डाइऑक्साइड गैस के प्रभाव का अध्ययन किया गया। इसके लिए पालक के पौधों को कार्बन डाइऑक्साइड की दो सान्द्रताओं वाले ओपन टॉप चैम्बर (ऊपर से खुले कक्ष) में उगाया गया। एक चैम्बर में कार्बन डाइआक्साइड की सामान्य सान्द्रता (Ambient) [ACO_2, 350±50 µmol mol^{-1}] तथा दूसरे चैम्बर में उच्च सान्द्रता (Elevated) [ACO_2, 600±50 µmol mol^{-1}] रखी गई। उपचार देने पर 40, 60 तथा 80 दिनों के उपरान्त (Days After Exposure - DAE) पौधों में जैविक भार, प्रकाश संश्लेषण दर, पर्णरन्ध्र संचारता (स्टोमैटल कन्डक्टैन्स) तथा पोषक तत्वों का अध्ययन किया गया। सामान्य ACO_2 की तुलना में उच्च ECO_2 में उगाए गए पौधों में प्रकाश संश्लेषण दर अधिक पाई गई जबकि स्टोमैटल कन्डक्टैन्स में कमी देखी गई, साथ ही पोषक तत्वों में भी परिवर्तन देखा गया है। सामान्य (ACO_2) की तुलना में उच्च (ECO_2) सान्द्रता वाले वातावरण में उगाए गए पौधों में नाइट्रोजन तथा आयरन मे गिरावट देखी गई जबकि कार्बन तथा कैल्शियम की मात्रा में बढ़ोत्तरी पाई गई।

Effect of elevated carbon dioxide on Spinach (*Spinacia oleracea* L.) plants

Vanita Jain, D C Saxena, Renu Pandey & R K Sairam
Division of Plant Physiology, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi-110 012

Abstract

Spinach is an important leafy vegetable enriched in iron. An experiment was conducted to study the effect of elevated carbon dioxide on growth and nutrient composition of spinach. The plants were grown in open top chambers (OTC) under two concentration of carbon dioxide viz. ambient (ACO_2, 350± 50 µmol mol^{-1}) and elevated (ECO_2, 600± 50 µmol mol^{-1}) and were analyzed 40, 60 and 80 days after exposure to CO_2. The plants grown in ECO_2 had higher net photosynthetic rate and lower stomatal conductance when compared with the plants grown in ACO_2. ECO_2 also changed the nutrient composition of leaves. Lower nitrogen and iron content and higher carbon and calcium content were observed in the plants exposed to elevated CO_2. The rising CO_2 may lead to changes in nutritional quality of this important leafy vegetable.

प्रस्तावना

C_3 प्रकार की प्रजातियों में वातावरणीय उच्च कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता का पौधों की वृद्धि तथा ऊतक संरचना पर प्रभाव का विस्तृत अध्ययन किया गया है क्योंकि इन पौधों में प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया असंतृप्त रहती है, अतः उच्च कार्बन डाइऑक्साइड का प्रभाव प्रायः सकारात्मक होता है। इस संदर्भ में यह उल्लेखनीय तथ्य है क्योंकि कार्बन डाइऑक्साइड प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया का प्रमुख घटक है। अतः यह प्राथमिक तथा माध्यमिक प्रतिक्रियाओं को प्रभावित करती है, उदाहरणतः शुष्क पदार्थ तथा पोषक तत्वों की संरचना तथा एसीमिलेशन में बदलाव[1,2]।

प्रायः ऐसा पाया गया है कि कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता बढ़ने से पौधों की वृद्धि में बढ़ोत्तरी हुई है किन्तु साथ ही पत्तियों में नाइट्रोजन की मात्रा में कमी देखी गई[3,4]। प्रकाश संश्लेषण के एक महत्वपूर्ण एन्जाइम (रूबिस्को) में कमी हुई किन्तु इस कारण प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया में बढ़ोत्तरी पाई गई[5]। प्रस्तुत कार्य में तने के जैविक भार, प्रकाश संश्लेषण तथा पत्तियों के पोषक तत्वों पर उच्च कार्बन डाइऑक्साइड के प्रभाव का अध्ययन किया गया।

सामग्री एवं विधि

पालक के बीजों को ओपन टॉप चैम्बर (ऊपर से खुले कक्ष) में बोया गया जिसकी परिधि (वृत्ताकार) 1.6 मीटर तथा ऊंचाई 1.8 मीटर थी तथा जिसे पारदर्शी पी.वी.सी. शीट (120 µm) से ढका गया। पौधों को कार्बन डाइऑक्साइड की दो सान्द्रताओं सामान्य (ACO_2, 350 ± 50 µmol mol^{-1}) तथा उच्च (ECO_2, 600 ± 50 µmol mol^{-1}) में उगाया गया। चैम्बर्स के अन्दर की कार्बन डाइऑक्साइड को पोर्टेबिल फोटोसिन्थेटिक सिस्टम (LI-6200, LI-COR, USA) के

सारणी 1 — सामान्य (ACO_2) तथा उच्च (ECO_2) सान्द्रता वाली कार्बन डाइऑक्साइड का पालक के पौधों की विभिन्न अवस्थाओं के 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 $plant^{-1}$)	1.24±0.06	1.47±0.03*	1.49±0.10	1.65±0.08*	1.58±0.15	1.84±0.07*
तना शुष्क भार(g $plant^{-1}$)	1.38±0.12	1.59±0.11*	1.62±0.08	1.84±0.15*	1.70±0.09	1.91±0.11*
पत्ती क्षेत्रफल (cm^2)	495.74±12.50	558.40±6.55*	610.52±15.06	724.30±8.56*	732.45±12.15	780.24±11.06*
प्रकाश संश्लेषण (μ mol m^{-2} s^{-1})	13.06±0.56	16.40±0.18	12.66±0.82	19.52±0.09	15.78±0.48	16.47±0.40
स्टोमैटल कन्डक्टैन्स (cms^{-1})	0.89±0.05	0.84±0.01	1.05±0.05	0.91±0.06	0.73±0.06	0.69±0.08

Values are mean ± SD (n=5)* - P <0.05; DAE = Days After Exposure

सारणी 2 — सामान्य (A CO_2) तथा उच्च (ECO_2) सान्द्रता वाली कार्बन डाइआक्साइड का पालक 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)]	52.15±2.47	56.20±2.50	58.20±2.50	65.93±4.75*	61.38±3.93	72.03±2.95*
नाइट्रोजन (N) [(%(शुष्क भार)]	4.08±0.32	4.65±0.17	3.31±0.31	2.91±0.39	6.26±0.36	5.21±0.14*
कार्बन : नाइट्रोजन (C : N)	12.78±0.29	12.08±0.35	17.58±0.25	22.65±0.38*	9.80±0.20	13.82±0.16
कैल्शियम (Ca) [μg g^{-1} (शुष्क भार)]	63.59±3.84	72.13±4.79	63.00±6.82	67.58±5.75	55.08±1.49	57.35±0.98
आयरन (Fe) [μg g^{-1} (शुष्क भार)]	11.09±1.07	5.05±0.29*	10.01±1.32	6.94±0.78*	8.92±0.32	3.98±0.73*

Values are mean ± SD (n=5)* - P <0.05; DAE = Days After Exposure

स्तर द्वारा नापा गया। पत्ती क्षेत्रफल तथा पत्ती शुष्क भार कार्बन डाइऑक्साइड के उपचार के 40, 60 तथा 80 दिन बाद लिया गया। पौधों के सैम्पल्स को 80^0C पर ओवन में सुखाकर उनका शुष्क भार लिया गया। पोर्टेबिल फोटोसिन्थेटिक सिस्टम LI-6200 के द्वारा सामान्य तथा उच्च कार्बन डाइऑक्साइड उपचारित पौधों की प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया तथा स्टोमेटल कन्डक्टैन्स को नापा गया। प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया को शीर्षस्थ पूर्ण रूप से खुली पत्ती पर प्रातः 10 तथा 11.30 बजे के मध्य में नापा गया जब इस प्रक्रिया के लिए प्रकाश की तीव्रता 1000 से 1300 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ थी। इस दौरान सापेक्ष आर्द्रता 65-75% तथा तापक्रम 18-23^{0}C था। पौधों के नमूनों को नाइट्रोजन, कार्बन, कैल्शियम तथा आयरन के लिए विश्लेषण किया गया जिसके लिए Atomic Absorption Spectrophotometer का प्रयोग किया गया।

परिणाम एवं विवेचना

ऐसा पाया गया कि उच्च कार्बन डाइऑक्साइड के कारण पालक की वृद्धि में बढ़ोत्तरी हुई। 60 DAE (Days After Exposure) पर पत्तियों के क्षेत्रफल तथा उनकी संख्या में उल्लेखनीय बढ़ोत्तरी हुई। यह बढ़ोत्तरी 40, 60 तथा 80 DAE पर क्रमशः 12.6, 18.5 तथा 6.5% पाई गई। पत्ती शुष्क भार में 80 DAE पर 16.4% की बढ़ोत्तरी देखी गई (सारणी 1)। उच्च कार्बन डाइऑक्साइड पर (40 DAE) तने के शुष्क भार में 15.23% की वृद्धि हुई, जबकि 80 DAE पर यह वृद्धि 12.3% थी। पौधों में यह वृद्धि बढ़ी हुई प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया के कारण पाई गई, जैसा कि अन्य फसलों में भी पाया गया है[2,4]।

ऐसा पाया गया कि उच्च कार्बन डाइऑक्साइड उपचारित पौधों पर प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया में वृद्धि हुई जोकि 40 DAE पर 29% थी, परन्तु स्टोमेटल कन्डक्टन्स में कमी देखी गई (सारणी 1)। प्रकाश संश्लेषण में इस प्रकार की बढ़ोत्तरी दूसरे शोधकर्ताओं ने भी पाई है[6]।

कार्बन जोकि पौधों का एक संरचनात्मक तथा असंरचनात्मक अवयव है, उच्च कार्बन डाइऑक्साइड उपचारित (ECO_2) पौधों में बढ़ा हुआ पाया गया जिसका अधिकतम स्तर (17.3%) 80 DAE पर देखा गया। इस प्रकार का प्रभाव अन्य शोधकर्ता ने भी देखा[8]। परन्तु कार्बन के विपरीत नाइट्रोजन की मात्रा में गिरावट देखी गई, जोकि 80 DAE पर 17% पाई गई (सारणी 2)। इस प्रकार की गिरावट गेहूं में भी देखी गई[9]। कार्बन के बढ़ने तथा नाइट्रोजन के घटने के कारण कार्बनःनाइट्रोजन (C:N) अनुपात बढ़ा पाया गया जोकि 60 DAE पर अधिकतम था (सारणी 2)। कार्बन डाइऑक्साइड के कारण बढ़ी C:N अनुपात अन्य शोधों में भी पाया गया[9,10]।

उच्च कार्बन डाइआक्साइड के वातावरण के पौधों में मैक्रो तथा माइक्रो पोषक तत्वों पर भी प्रभाव देखा गया। कैल्शियम की मात्रा में बढ़ोत्तरी 40, 60 एवं 80 DAE पर क्रमशः 13.4, 7.2 तथा 4.0% पाई गई। किन्तु आयरन की मात्रा में 55% कमी देखी गई (सारणी 2)। इस प्रकार ECO_2 में कार्बन तथा कैल्शियम की मात्रा में बढ़ोत्तरी पाई गई जबकि नाइट्रोजन तथा आयरन में गिरावट देखी गई। इस प्रकार की गिरावट अन्य शोध में ECO_2 अवस्था में माइक्रो पोषक तत्वों में पाई गई[11]।

इस अध्ययन से यह निष्कर्ष निकलता है कि उच्च कार्बन डाइऑक्साइड के उपचार से पालक के पौधों में मैक्रो तथा माइक्रो पोषक तत्वों की मात्रा पर उल्लेखनीय प्रभाव होता है। पालक क्योंकि एक पत्ती वाला शाकीय पौधा है अतः भविष्य की उच्च वातावरणीय कार्बन डाइऑक्साइड के कारण आयरन की मात्रा में कमी तथा कार्बन एवं कैल्शियम की मात्रा में बढ़ोत्तरी के कारण पोषक गुणवत्ता प्रभावित हो सकती है। यद्यपि पत्तियों के क्षेत्रफल तथा पादप जैविक भार से इसकी उत्पादकता में बढ़ोत्तरी पायी गयी है।

सन्दर्भ

1. उप्रेती डी सी, द्विवेदी एन, जैन वी, मोहन आर, सक्सेना डी सी, जौली एम एवं पासवान जी, *बायोलॉजिया प्लेन्टेरम,* **46** (1) (2003) 35-39.
2. पाल एम, राव एल एस, जैन वी, श्रीवास्तव ए सी, पाण्डे आर, राज ए एवं सिंह के पी, *बायोलॉजिया प्लेन्टेरम,* **49** (2005) 467-470.
3. कॉन रॉय जे पी, *ऑस्ट्रेलियन जर्नल ऑफ बॉटनी,* **40** (1992) 445-456.
4. ड्रेक बी जी, गौन्जालेज मेलर एम ए एवं लॉग एस पी, एनुअल रिव्यू ऑफ प्लान्ट फिजियोलॉजी, *प्लान्ट मॉलिक्यूलर बायोलॉजी,* **48** (1997) 609-639.
5. सेज आर एफ, शारके टी डी एवं श्रीमन जे आर, *प्लान्ट फिजियोलॉजी,* **89** (1989) 590-596.
6. एबेन एस के, घनौन ओ एवं कौनरॉय जी पी, *ऑस्ट्रेलियन जर्नल ऑफ प्लान्ट फिजियोलॉजी,* **26** (1999) 759-766.
7. उप्रेती डी सी एवं महालक्ष्मी वी, *जर्नल ऑफ एग्रोनॉमी एण्ड क्रॉप साइन्स,* **184** (2000) 271-276.
8. वैन गिन्केल जे एच, गौरीसन ए एवं वैनवीन ए, *प्लान्ट सॉयल,* **188** (1997) 299-308.
9. पाल एम, राव एल एस, श्रीवास्तव ए सी, जैन वी एवं सेनगुप्ता यू के, *बायोलॉजिया प्लैन्टेरम,* **47** (2003/04) 277-231.
10. गिर्फोड आर एम, बरेट डी जी एवं ल्यूटज जे एल, *प्लान्ट सॉयल,* (2000) 1-14.
11. शैफर बी, व्हीले ए डब्ल्यू, सियरले सी एवं निसेन आर जे, *जर्नल ऑफ अमेरिकन सोसाइटी फॉर हॉर्टिकल्चर साइन्स,* **122** (1997) 849-855.