

**ВЛИЯНИЕ НА ПОВИШЕНАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА CO₂
ВЪРХУ СЪДЪРЖАНИЕТО НА ВЪГЛЕХИДРАТИ В ПРОЛЕТЕН ЕЧЕМИК**

Светла Костадинова
Аграрен университет, Пловдив

Резюме

Костадинова, С. 2010. Влияние на повишената концентрация на CO₂ върху съдържанието на въглехидрати в пролетен ечемик.

Пролетен ечемик образец № 14 е отглеждан при две концентрации на CO₂ в атмосферата (нормална 350 ppm и повишена 700 ppm) до изкласяване. Установено е, че при повишено съдържание на CO₂ в атмосферата се увеличава съдържанието на глюкоза, фруктоза и скорбяла. Фруктаните са доминиращ водоразтворим въглехидрат в класовете и в стъблата на ечемика. Повишеното ниво на CO₂ в атмосферата стимулира натрупването им и в листата.

Ключови думи: пролетен ечемик – въглехидрати – повишена концентрация на CO₂

Abstract

Kostadinova, S. 2010. Effect of elevated CO₂ concentration on the carbohydrate contents in spring barley.

Spring barley standard No 14 was grown under two CO₂ atmospheric concentrations (ambient, 350 ppm and elevated – 700 ppm) until ear emergence. It was established that elevated CO₂ concentration increased the contents of glucose, fructose and starch. Fructans were the dominant water-soluble carbohydrate in the ears and stems. Elevated CO₂ concentration stimulated fructans accumulation in barley leaves.

Key words: spring barley – carbohydrates – elevated CO₂

УВОД

Изследвания върху въглехидратния метаболизъм на растения подложени на повишена концентрация на CO₂ в атмосферата са насочени предимно върху видове натрупващи скорбяла (Chatterton & Bugbee, 1994; Farrar & Williams, 1991) и все още недостатъчно са проучванията с растителни видове натрупващи като резервни вещества фруктани. Научните данни сочат, че общо взето, растения подложени на повишена концентрация на CO₂ в атмосферата натрупват въглехидрати. Вероятна причина за това е, че продуктите на фотосинтезата превишават използването им от sink частите в растенията (Farrar & Williams, 1991). Нето синтез на фруктани започва при прагова концентрация на захароза (Pollock, 1986) и може да бъде причинена от въздействия нарушаващи баланса между образуването на въглехидрати в донорните (source) части и използването им в акцепторните (sink) растителни части. Дисбаланс между образуването и използването на асимилатите от фотосинтезата води до натрупването на въглехидрати в растения, отглеждани при повишена концентрация

на CO₂ в атмосферата (Farrar & Williams, 1991) и до акумулиране на фруктани в някои двуседелни растения (Nelson & Spollen, 1987). От това може да се допусне, че повишена концентрация на CO₂ индуцира натрупване на фруктани в ечемика.

Млади растения ечемик от поникване за период от четири седмици са отглеждани при повишени нива на CO₂, при което натрупват повече биомаса, корени, брой братя, имат по-високо отношение C:N в листата и по-високо съдържание на скорбяла, но по-ниско на общ протеин. Повишената концентрация на CO₂ не влияе върху съдържанието на лигнин (Pleschl *et al.*, 2005).

В изследвания с пшеница, отглеждана при повишено съдържание на CO₂ в атмосферата е установено завишено акумулиране на фруктани във връхната част на активно фотосинтезиращи листа и се допуска, че тъканите близо до базалните меристеми на развиващите се листа активно консумират продукти от фотосинтезата и така акумулират по-малко въглехидрати (Smart *et al.*, 1994).

В научната литература за културата ечемик все още има оскъдни изследвания относно влиянието на повишена концентрация на CO₂ в атмосферата и натрупването на фруктани. Въпросът е актуален и във връзка с очакваните през настоящия век климатични промени и възможностите за използване на ечемика като суровина за производство на биогориво.

Настоящото изследване цели да се проучи ефекта от повишена концентрация на CO₂ в атмосферата върху съдържанието на въглехидрати при пролетен ечемик.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

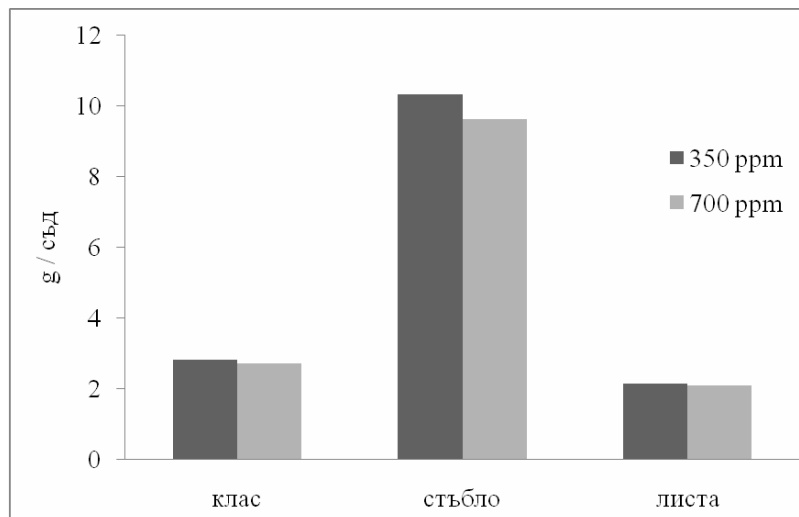
Проучван е пролетен ечемик образец №14 с автентичен произход от ICARDA, за който е установено, че притежава ценни селекционно-генетични качества по отношение на продуктивността (Атанасов, 2001). Използвана е базата на Университета в гр. Саламанка – Испания. Изведен е вегетационен опит в пластмасови съдове с по 3 kg почва с рН във вода 6,7 и добре запасена с подвижни хранителни вещества. Преди залагане на опита във всеки съд са внесени 100 mg N, 20 mg P/kg и 25 mg K/kg почва като водни разтвори на NH₄NO₃ и KH₂PO₄. Осем съда с по 8 броя растения на съд са отглеждани в два климатични бокса, осигуряващи оптимални идентични условия за растежа и развитието на ечемика. Растенията в първия бокс са отглеждани при концентрация на CO₂ = 350 ppm, а във втория - при 700 ppm. Във фаза изкласяване растенията са разделени на листа, класове, стъбла, след което са изсушени за 48 часа при 50°C за определяне на сухата маса. Пробите за разтворими въглехидрати и скорбяла са оставени веднага в течен азот и съхранявани до започване на анализите при температура -80°C. Извличането на водоразтворимите въглехидрати от различните растителни части е базирано на метод предложен от Stitt *et al.* (1978), а извличането на скорбяла е извършено съгласно ap Rees *et al.* (1977). Количеството на въглехидратите е измерено на спектрофотометър UV Hewlett Packard 845 A, въз основа ензимно оксидиране и редукцията на пиридиновите нуклеотиди (Lowry & Passonneau, 1972).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Повишеният атмосферен CO₂ понижава сухата маса на листата при пшеницата, като най-чувствително се засяга сухата маса на флаговия лист (Sanchez de la Puente *et al.*, 2000). В настоящето изследване с пролетен ечемик сме установили подобна недоказана тенденция за понижаване сухата маса на листа, класове и стъбла във фаза изкласяване (Фиг. 1).

Отглеждането на пролетен ечемик при повишена концентрация на CO₂ има за резултат по-високо съдържание на въглехидрати в изкласяване (Табл. 1). Резултатите са в съгласие с предишни публикации за листа на растения, отглеждани

при повишени концентрации на CO_2 в атмосферата, установяващи устойчиво нарастване в съдържанието на въглеhidрати (Farrar & Williams, 1991), както и с хипотезата за по-бързо натрупване на въглеhidрати в тези растения, като степента на повишаване е функция от възрастта на листа и скоростта на фотосинтезата (Hibberd *et al.*, 1996).



Фигура 1. Влияние на концентрацията на CO_2 в атмосферата върху сухата маса на класове, листа и стъбла в изкласяване при пролетен ечемик

Същевременно съдържанието на глюкоза и фруктоза е близо два пъти по-високо в растенията отглеждани при 700 ppm CO_2 , спрямо тези при 350 ppm (Табл. 1). Получените от нас резултати не кореспондират с резултати за млади ечемични листа, отглеждани кратковременно при повишена концентрация на CO_2 , където нивата на глюкоза и фруктоза не се променят съществено (Hibberd *et al.* (1996).

Данните в табл. 1 посочват, че съдържанието на скорбяла е над два пъти по-високо в ечемика отглеждан при повишена концентрация на CO_2 и е еднопосочно с резултати от други проучвания (Farrar & Williams, 199; Hibberd *et al.*, 1996) за млади ечемични листа. Обаче, абсолютните стойности на съдържанието на скорбяла в листата на ечемик, който съхранява захароза и фруктани са ниски, сравнени с тези при растения, натрупващи като резерв скорбяла – над седем пъти по-ниски, спрямо напълно развити млади листа на памук (Sasek *et al.*, 1985).

Доказано повишаване в съдържанието на захароза в пшеничен посев и в млади листа на ечемик, отглеждани при повишена концентрация на CO_2 не е установено (Smart *et al.*, 1994; Hibberd *et al.*, 1996). В настоящето проучване растенията, отглеждани при 700 ppm CO_2 са с по-високо съдържание на захароза, но рзличията не са доказани математически. Доминиращ въглеhidрат при повишено ниво на CO_2 в класовете и в стъблата са фруктаните, а не захарозата.

Листата са основно проучвани органи във връзка с метаболизма и акумулирането на фруктани. Според Hibberd *et al.* (1996) фруктаните са основните запасни въглеhidрати в млади ечемични растения, отглеждани за осем дни при 700 $\mu\text{mol mol}^{-1} \text{CO}_2$ и доказват, че натрупването им се извършва в средната част на ечемичния лист. Други автори също установяват, че съдържанието на фруктани варира и вътре в отделните органи. Например при *Lolium temulentum* листните обвивки и видоизменени стъбла съхраняват повече фруктани от листната петура (Pollock & Jones, 1979). Съществува и неравномерно разпределение на въглеhidрати в листата

**Влияние на повишената концентрация на CO₂
върху съдържанието на въглехидрати в пролетен ечемик.**

на житните с предимно акумулиране на хексози в основата на отрязани листа и повишено съдържание на захароза към върха на интактни листа (Williams *et al.*, 1993). Smart *et al.* (1994) доказват светлинен градиент в пшеничен посев, вероятно водещ до акумулиране на фруктани и допускат, че натрупването им се извършва в растителни части отдалечени от активно делящите се базални меристеми на развиващите се листа. В противоречие на това е установено синтез и акумулиране на фруктани във втория лист, относително близо до меристемните региони при млади растения ечемик, показващо неспособността на меристемните тъкани да използват цялото количество наличен въглерод, или ограничен транспорт на фотоасимилати към меристемните части (Hibberd *et al.*, 1996).

Таблица 1. Влияние на концентрацията на CO₂ в атмосферата върху съдържанието на въглехидрати във фаза изкласяване при пролетен ечемик

Въглехидрати ($\mu\text{mol g}^{-1}\text{fw}$)	Растителна част	Концентрацията на CO ₂		%
		350 ppm	700 ppm	
Фруктани	Класове	60,1	255,3**	425
	Листа	7,7	24,3**	316
	Стъбла	47,0	185,2**	394
Глюкоза	Класове	13,1	24,7*	189
	Листа	8,6	15,0*	174
	Стъбла	10,2	19,7**	193
Фруктоза	Класове	12,0	21,1*	176
	Листа	7,4	13,8*	186
	Стъбла	9,3	18,9*	203
Захароза	Класове	22,4	28,7	128
	Листа	36,3	41,2	113
	Стъбла	28,0	35,1	125
Скорбяла	Класове	98	226**	231
	Листа	13,8	19,1*	138
	Стъбла	3,4	5,9	174

Ниво на доказаност: *: 0,01 < P < 0,05; **: 0,001 < P < 0,01

Съдържанието на фруктани в класовете е 9 пъти по-високо от това на захароза, а в стъблата – пет пъти (**Табл. 1**). Резултатите от настоящето изследване показват, че повишената концентрация на атмосферен CO₂ несъмнено стимулира акумулирането на фруктани и в органи, обикновено не считани като най-важни депа за фруктани – листата, където съдържанието нараства над три пъти, спрямо това в листата, отглеждани при 350 ppm CO₂.

ИЗВОДИ

Отглеждането на пролетен ечемик при повишена концентрация на CO₂ повишава съдържанието на глюкоза, фруктоза и скорбяла в изкласяване.

Доминиращи неструктурни, водоразтворими въглехидрати при отглеждане на ечемик за продължителен период при 700 ppm CO₂ в класовете и в стъблата са фруктаните – съдържанието им е от 5 до 9 пъти по-високо от това на захароза. Повишената концентрация на атмосферен CO₂ стимулира акумулирането на фруктани и в органи, обикновено не считани като най-важни депа за натрупване на фруктани – листата, където съдържанието им нараства над три пъти, спрямо това в листата, отглеждани при 350 ppm CO₂.

ЛИТЕРАТУРА

- Атанасов, П. (2001)**. Селекционно-генетични проучвания на колекция голозърнест ечемик, Док. дисертация, София
- Andre M. & H. Ducloux, (1993)**. Interaction of CO₂ enrichment and water limitations on photosynthesis and water efficiency in wheat, *Plant Physiol. Biochem.* 31, 103-105
- Cao W. X. and T. Tibbits, (1997)**. Starch concentration and impact on specific leaf weight and element concentrations in potatoleaves under varied carbon dioxide and temperature, *J. Plant Nutr.* 20, 871-876
- Cotrufo M., P. Ineson, A. Scott, (1998)**. Elevated CO₂ reduces the nitrogen concentration of plant tissues, *Global Change Biol.*, 4, 43-56
- Delgado, E., R. Mitchel, M. Parry, S. Driscoll, (1994)**. Interacting effects of CO₂ concentration, temperature and nitrogen supply on the photosynthesis and composition of winter wheat leaves, *Plant cell and Environment* 17, 1205-1210
- Fangmeier A., U. Gruters, P. Hogy, B. Vermeiren, N. Jager, (1997)**. Effects of elevated CO₂ nitrogen supply and tropospheric ozone on spring wheat. 2. Nutrients (N, P, K, S, Mg, Fe, Mn, Zn), *Environ. Pollut.* 96, 43-51
- Lowry, O.H. & J.V. Passonneau (1972)** A flexible system of enzymatic analysis, Academic Press, New York
- Manderscheid, R., Pacholski, A., Fr̃hauf, C., Weigel, H. J. (2009)**. Effects of free air carbon dioxide enrichment and nitrogen supply on growth and yield of winter barley cultivated in a crop rotation, *Field Crops Research*, 110 (3), 185-196
- Miglieta F., A. Giuntoli, M. Bindi, (1996)**. The effect of free air carbon dioxide enrichment (FACE) and soil nitrogen availability on the photosynthetic capacity of wheat, *Photosynth. Research* 47, 281-290
- Mulholland B., J. Craigon, C. Black et al., (1994)**. Effects of elevated CO₂ and ozone on the growth and yield of spring wheat (*Tr. aestivum*), *J. Exper. Botany* 48, 113-120
- Murray, D. (1995)**. Plant responses to carbon dioxide, *Amer. J. Botany* 82, 690-698
- Plessl M., Heller W., Payer H. D., Elstner, E. F. (2005)**. Growth parameters and resistance against Drechslera teres of spring barley (*Hordeum vulgare L. cv. Scarlett*) grown at elevated ozone and carbon dioxide concentrations, *Plant Biology* 7 (6), 694-705
- Rees, T., B. Wright, A. Fuller (1977)** Measurement of starch breakdown as estimates of glycolysis during thermogenesis by spatix of *Acer maculatum*, *Planta* 134: 53-56
- Rogers G., P. Milham, M. Gillings, J. Conroy, (1996)**. Sink strength may be the key to growth and nitrogen responses in N-deficient wheat at elevated CO₂, *Aust. J. Plant Physiol.* 23, 253-261
- Sanchez de la Puente, L., P. Perez, R. Martinez-Carrasco et al., (2000)**. Action of elevated CO₂ and high temperatures on the mineral chemical composition of two varieties of wheat, *Agrochimica*, Vol. XLIV, No. 5-6, 220-230
- Sicher, R. C. (2005)**. Interactive effects of inorganic phosphate nutrition and carbon dioxide enrichment on assimilate partitioning in barley roots, *Physiologia Plantarum*, 123 (2), 219-226
- Stitt M., P.V. Bulpin, T. Rees (1978)** Pathway of starch breakdown in photosynthetic tissue of *Pisum sativum*, *Bioch. Biophysic acta* 544: 200-214
- Thompson G. & F. Woodward, (1994)**. Some influences of CO₂ enrichment, nitrogen nutrition and competition on grain yield and quality in spring wheat and barley, *J. Exper. Botany* 45, 937-941

**Влияние на повишената концентрация на CO₂
върху съдържанието на въглехидрати в пролетен ечемик.**
