

过表达 *GmHSFA1* 大豆在干旱条件下对高温的响应

魏 嵘,吴广锡,唐晓飞,王伟威,王兴宇,刘丽君

(黑龙江省农业科学院 大豆研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘 要:揭示干旱条件下植物耐高温的能力,可提高品种抗干旱的潜力。在土壤水分为 8%~9% 干旱条件下,分别在 28 和 48℃ 处理耐旱的 T₇代过表达 *GmHSFA1* 大豆株系,观察其形态基因表达和生理及光合指标的变化,并运用关联分析方法,筛选和确定抗干旱耐高温的大豆品系,为大豆分子遗传改良和基因聚合育种的种质材料利用奠定技术基础。结果表明:在干旱、高温条件下,过表达 *GmHSFA1* 大豆株系目的基因表达量明显增高,其中 T₇-27 大豆的表达量增加了 22 倍;植株中热激蛋白的靶基因 *HSP70*、*HSP22*、*HSP17.9* 的表达量明显上调,分别增加了 46、7 和 59 倍;脯氨酸含量明显增加;丙二醛含量受高温影响,株系间增幅不同;可溶性糖含量受高温影响均明显增加,增幅最高的为 T₇-27 株系,增幅为 91%;植株净光合速率降低,但低于非转基因大豆。多种指标的灰色关联性分析表明,过表达 *GmHSFA1* 的大豆株系 T₇-18 和 T₇-27 的抗干旱耐热性较好。

关键词:*GmHSFA1* 基因;干旱;高温;大豆

中图分类号:S565.1 文献标识码:A DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2016.02.0257

Soybean Responses to High Temperatures Under Drought Stress in the Presence of An Over-expressed *GmHSFA1* Gene

WEI Lai, WU Guang-xi, TANG Xiao-fei, WANG Wei-wei, WANG Xing-yu, LIU Li-jun

(Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: The research on plant resistance to heat and drought conditions could help to increase plant drought resistance. By using T₇ generation overexpression *GmHSFA1* soybean lines as material for this study, changes in plant morphology, gene expression, physiology and biochemistry under two temperature treatments (28℃ and 48℃) were analyzed under drought conditions with soil moistures of 8%~9%. An association analysis was used to screen the plant lines for drought and heat resistance, which laid the foundation for genetic improvement and pyramiding. The results showed that the expression of the *GmHSFA1* gene in the overexpression soybean lines clearly increased under drought conditions when the temperature reached 48℃. In T₇-27, the expression increased 22 fold, and the expression of the heat shock protein genes *HSP70*, *HSP22* and *HSP17.9* clearly increased 46, 7 and 59-fold, respectively. This research confirmed that the leaf proline content increased and that the malondialdehyde (MDA) content was affected by high temperature and different amplification in different lines. The soluble sugar content clearly increased in response to heat, and T₇-27 exhibited the greatest increase of up to 91%. Heat also clearly changed the photosynthesis rate. Under drought conditions and temperatures of up to 48℃, the transgenic soybean photosynthetic rate decreased, but the decreasing amplitude was less than that of non-transgenic soybean lines. According to a gray-related correlation analysis of multiple indicators, the overexpression *GmHSFA1* soybean lines T₇-18 and T₇-27 had the best resistance to drought and heat.

Keywords: *GmHSFA1* gene; Drought and heat; Soybean

黑龙江省农作物生长季节干旱严重,特别是大豆生育中后期的高温进一步加重干旱胁迫的程度,致使大豆减产幅度加大,高温和干旱已成为影响大豆产量提高的主要限制因子^[1-3]。培育抗旱耐高温品种是解决干旱地区产量提升的主要途径。生物技术的发展为培育抗逆品种提供了新手段,抗草甘膦大豆、抗虫棉花、抗病虫玉米等新品种的出现为农作物育种创造了新途径,也实现了一个基因带动一个产业的发展作用。植物热休克蛋白的合成与

耐热性呈正相关,热休克蛋白产量的提高有助于增强细胞的耐热能力,并能提高植物组织的应激能力,特别是耐热能力。而热激转录因子能够诱导热休克蛋白合成^[4]。吴广锡等^[5]、陈晓军等^[6]研究表明,单独的环境胁迫下热激转录因子 *GmHSFA1* 使大豆具有一定的耐热性或耐旱性。然而在干旱高温双重胁迫条件下 *GmHSFA1* 大豆的抗性特点尚未见报道。为此,本试验以耐旱的 *GmHSFA1* 过表达转基因株系为试验材料,在干旱且增加高温胁迫强

收稿日期:2015-05-25
基金项目:国家农作物转基因重大专项(2014ZX08004002-002);黑龙江省留学基金(LC2012C37/C0601);哈尔滨市青年人才计划(2013RFQYJ016);国家现代农业产业技术体系(CARS04-PS05)。
第一作者简介:魏嵘(1985-),女,博士,助理研究员,主要从事大豆分子育种研究。E-mail:adalwei@126.com。
通讯作者:刘丽君(1958-),女,研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:nkyssbd@126.com。

度条件下,研究株系的形态基因表达和生理变化,旨在揭示其抗逆机制,获得抗旱耐高温的大豆品系,为深入利用转基因株系和进行品种改良提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

转基因 T₇代大豆株系:T₇-51、T₇-1、T₇-18、T₇-5-1、T₇-10、T₇-14、T₇-19、T₇-27。以非转基因受体材料黑农 53 为对照;转化株系的基因是用 *GmHSFA1* 基因,由中国科学院遗传与发育生物学研究所提供。

1.2 试验设计

过表达 *GmHSFA1* 大豆种植于 20 cm × 50 cm 盆中,生长期间给予充足水分,到始花期进行干旱胁迫并保持盆中水分在 8% ~ 9% (烘干法),在干旱条件下,利用恒温恒湿气候控制箱进行高温 48℃ 处理 45 min,对照组常温 28℃ 处理 45 min,进行光合相关指标的测定,并同时取相同位置的三出复叶液氮迅速冷却保存,3 次重复,进行基因表达、生理性状的测定。

1.3 测定项目与方法

热激转录因子基因 (*GmHSFA1*) 及下游热激蛋白基因 (*GmHSP70*、*GmHSP22*、*GmHSP17.9*) 表达量的检测使用 Real-time PCR 仪器 MX3000PTM。

丙二醛含量、脯氨酸含量以及可溶性糖含量等生理性状的测定采用常规方法^[5];瞬时净光合速率 *P*_t、气孔导度 *Cond*、胞间二氧化碳浓度 *C*_i、蒸腾速率 *T*_r 以及瞬时水分利用率 *LWUE* 等光合相关指标采用 Li-6400XT 光合速率测定仪测定^[7]。

1.4 数据分析

指标间的对比利用胁迫系数(胁迫状态下的指标/对照指标 = 胁迫系数)比较,数据采用 SPSS 17.0 和 DPS 7.0 进行灰色关联分析和差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 干旱条件下,转基因大豆目的基因和靶基因对高温信号的反应

对过表达 *GmHSFA1* 大豆株系目的基因表达情况进行分析发现,在高温 48℃ 条件下,过表达 *GmHSFA1* 大豆植株中目的基因的表达量明显增加(如图 1 所示),株系 T₇-27 的表达量最高,为非转基因大豆对照黑农 53 的 22 倍以上。在 28℃ 条件下,只有 T₇-5-1 株系目的基因的表达高于非转基因大豆对照品种的 2.5 倍,其它株系的目的基因没有过量表达。对过表达 *GmHSFA1* 大豆株系靶基因的分析

发现(图 2):在高温 48℃ 条件下,转基因株系中靶基因 *GmHSP70*、*GmHSP22*、*GmHSP17.9* 在大豆株系 T₇-18、T₇-19 和 T₇-27 株系中上调表达明显,其中株系 T₇-27 的表达量最高,分别为对照的 46, 7 和 59 倍。而在 28℃ 条件下 T₇-5-1 和 T₇-27 大豆株系中热激靶基因 *GmHSP70*、*GmHSP22*、*GmHSP17.9* 的表达量明显增加,其余株系没有明显的上调表达趋势。综合两个环境下的大豆目的基因和靶基因的表达可以看出:过表达 *GmHSFA1* 大豆株系 T₇-5-1、T₇-27 在干旱和高温胁迫条件下的基因表达调控活跃。

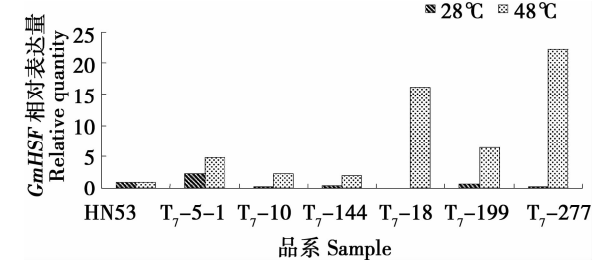


图 1 干旱胁迫下高温处理对转基因大豆 *GmHSFA1* 基因的表达调控影响

Fig. 1 Regulating effect of high temperature on the expression of GM soybean gene *GmHSFA1* under drought stress

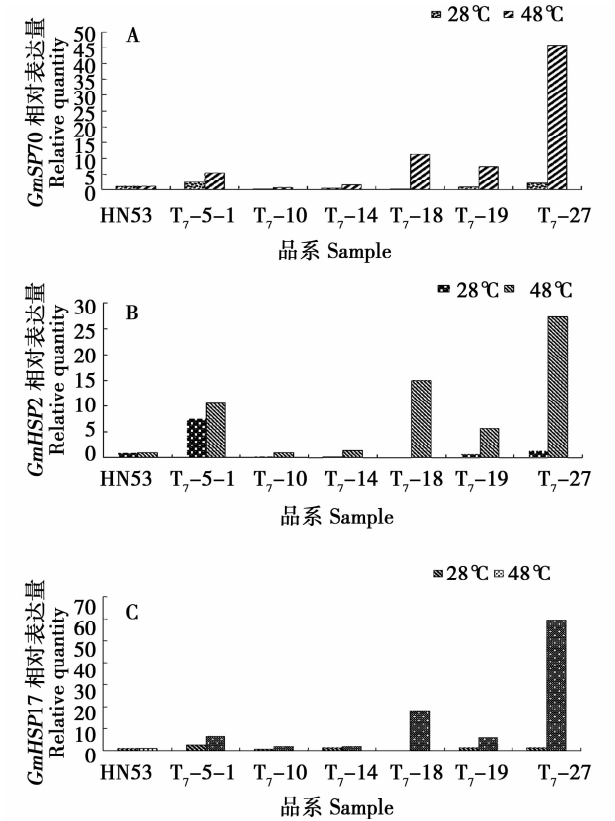


图 2 干旱胁迫下高温处理对转基因大豆 (A) *GmHSP70* (B) *GmHSP 22* (C) *GmHSP 17.9* 的表达调控影响

Fig. 2 Regulating effect of high temperature on the expression of GM soybean genes (A) *GmHSP70* (B) *GmHSP 22* (C) *GmHSP 17.9* under drought stress

2.2 过表达 *GmHSFA1* 大豆生理参数对干旱和高温胁迫的响应

由图 3A 可知,在干旱条件下过表达 *GmHSFA1* 大豆在高温胁迫期间的脯氨酸含量呈现增加趋势,最高的为 T₇-10,增幅 50.0%。

丙二醛含量的变化是衡量作物受胁迫影响所造成膜损伤程度的一个指标,干旱胁迫条件下,过表达 *GmHSFA1* 大豆叶组织中的丙二醛含量增加,各参试材料的丙二醛含量受高温的影响增幅不同,增幅在 15% ~ 64%,最大的是 T₇-14,增幅为 64% (图 3B)。

可溶性糖是调节作物渗透势平衡的调解剂,可溶性糖含量的增加可有效提高作物抗逆能力。过表达 *GmHSFA1* 大豆经干旱高温胁迫处理,叶片中可溶性糖随温度的升高而明显增加,增幅为61.5% ~ 91.0%,最高的为 T₇-19、T₇-27,增幅为 91% (图 3C)。

2.3 干旱条件下,过表达 *GmHSFA1* 大豆对高温响应的光合特性

高温、干旱导致大豆植株净光合速率下降,参试材料中 T₇-19 与非转基因大豆黑农 53 相比净光合速率降幅相同,其余材料净光合速率降幅均低于对照黑农 53。表明转基因材料在干旱、高温条件下,净光合速率下降缓慢。在干旱和高温条件影响下各参试材料气孔导度值变化程度不同,其中 T₇-14 气孔导度降幅最高为 93%,而其它大豆株系叶片的气孔导度降幅均小于对照品种黑农 53 (表 1)。

大豆叶片胞间 CO₂ 浓度结果显示,有 3 个转基因大豆 T₇-18、T₇-19 和 T₇-27 叶片中胞间 CO₂ 浓度低于 CK,而其它参试品系则高于 CK。胞间 CO₂ 浓

度低而净光合速率高,表明植株的抗逆能力强。

从叶片蒸腾速率的检测和分析看到,降幅最高的是非转基因大豆黑农 53 和转基因株系 T₇-14,而其它过表达 *GmHSFA1* 大豆叶片蒸腾速率的降幅均低于对照品种黑农 53,可见过表达 *GmHSFA1* 大豆在干旱条件下对高温有一定的耐受力。

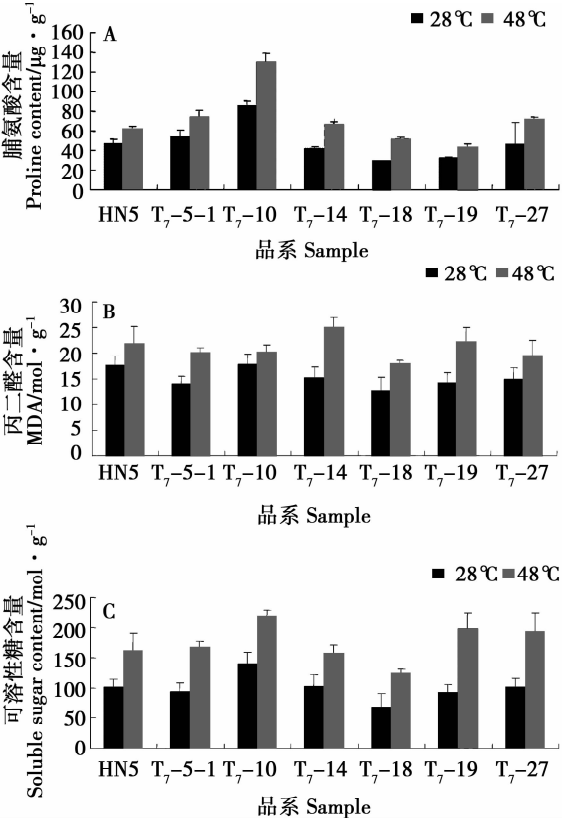


图 3 高温处理对干旱胁迫下转基因大豆脯氨酸 (A)、丙二醛 (B)、可溶性糖含量 (C) 的影响

Fig. 3 Effect of high temperature on the proline content (A), malonaldehyde content (B) and soluble sugar content (C) of GM soybeans under drought stress

表 1 干旱和高温胁迫条件下 *GmHSFA1* 大豆的光合特性变化

Table 1 Changes of photosynthesis characteristics of GM soybean with *GmHSFA1* under drought and high temperature stress

品系 Line	净光合速率			气孔导度			细胞间 CO ₂ 浓度			蒸腾速率			瞬时水分利用率 Pn/Tr		
	<i>Pn</i> /μmol·m ⁻² ·s ⁻¹			<i>Cond</i> /mmol·m ⁻² ·mol ⁻¹			<i>Ci</i> /mmol·mol ⁻¹			<i>Tr</i> /mmol·m ⁻²			LWUE		
	常温	高温	降幅	常温	高温	降幅	常温	高温	降幅	常温	高温	降幅	常温	高温	降幅
	NT	HT	Decrement /%	NT	HT	Decrement /%	NT	HT	Decrement /%	NT	HT	Decrement /%	NT	HT	Decrement /%
T ₇ -5	17.37 a	9.59 c	45	0.58 b	0.07 b	88	118.67 ab	43.86 c	63	8.09 b	1.66 cd	80	2.17 d	6.30 a	190
T ₇ -10	18.18 a	12.14 b	33	0.46 c	0.04 b	91	121.56 ab	43.18 c	64	6.65 c	2.75 ab	59	2.73 c	4.62 b	69
T ₇ -14	14.34 b	6.83 d	52	0.75 a	0.05 b	93	129.78 a	32.30 d	75	10.66 a	2.05 bed	81	1.34 e	3.30 c	147
T ₇ -18	15.00 b	6.57 d	56	0.12 e	0.07 b	45	71.50 c	53.21 b	26	2.93 e	2.16 bc	26	4.47 a	3.45 c	-23
T ₇ -19	14.98 b	6.07 d	60	0.35 d	0.13 a	61	108.90 b	56.27 b	48	4.99 d	1.84 cd	63	3.12 b	3.55 c	14
T ₇ -27	18.64 a	12.34 a	34	0.60 b	0.17 a	72	130.78 a	81.96 a	37	7.31 c	3.30 a	55	2.55 c	3.85 bc	51
HN53	18.12 a	7.33 d	60	0.50 bc	0.05 b	91	121.78 ab	54.77 b	55	6.59 c	1.26 d	81	2.77 c	5.88 ab	112

2.4 抗旱耐高温材料的筛查

为筛选抗逆性强的材料,依据不同生理参数的胁迫系数的大小(表2),除去最优值构建一个最为理想的参考值 X_0 ,以各株系的性状胁迫系数作为比

较值 $X_i(i=1,2,3\cdots)$,通过灰色关联分析法对所有植株的耐热性进行比较,并进行排序(表3)。结果表明,耐旱耐热能力强的品种依次为 $T_7-18 > T_7-27 > T_7-5-1 > T_7-10 > T_7-19 >$ 受体对照黑农 53。

表2 高温和干旱胁迫下转基因大豆各抗逆指标的胁迫系数

Table 2 Stress coefficient of the resistance index of GM soybean under drought and high temperature stress								
株系 Line	脯氨酸 Proline	丙二醛 MDA	可溶性糖 WSS	净光合速率 P_t $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	气孔导度 $Cond$ $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mol}^{-1}$	细胞间 CO_2 浓度 C_i $\text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$	蒸腾速率 Tr $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}$	瞬时水分 利用率 P_n/Tr LWUE
HN53	1.32	1.24	1.61	0.40	0.09	0.45	0.19	2.12
T_7-5-1	1.38	1.44	1.78	0.55	0.12	0.37	0.20	2.90
T_7-10	1.52	1.15	1.55	0.67	0.09	0.36	0.41	1.69
T_7-14	1.57	1.64	1.55	0.48	0.07	0.25	0.19	2.47
T_7-18	1.75	1.41	1.81	0.44	0.55	0.74	0.74	0.77
T_7-19	1.32	1.56	2.13	0.41	0.39	0.52	0.37	1.14
T_7-27	1.57	1.31	1.91	0.66	0.28	0.63	0.45	1.51
X0	1.75	1.15	2.13	0.67	0.55	0.74	0.74	2.90

表3 转基因大豆干旱胁迫条件下的耐热性关联分析

Table 3 Association analysis on heat tolerance of GM soybean under drought stress							
品系 Sample	HN53	T_7-5-1	T_7-10	T_7-14	T_7-18	T_7-19	T_7-27
关联系数 Relational coefficient	0.7278	0.7871	0.7667	0.7219	0.8405	0.7561	0.8076
关联序 Order	6	3	4	7	1	5	2

综合灰色关联分析结果与转基因大豆目的基因、靶基因的表达量发现,过表达 *GmHSFA1* 大豆 T_7-5-1 、 T_7-18 、 T_7-19 和 T_7-27 株系在干旱胁迫条件下对 48℃ 高温的耐热能力均高于对照黑农 53,是抗旱又耐高温的优良株系。

3 讨论

本试验的研究证实:*GmHSFA1* 基因导入大豆过表达后,可促进大豆中 *GmHSP70*、*GmHSP22*、*GmHSP23* 的转录表达,干旱条件下,增加高温处理,植株体内的表达量仍在增加,抗高温、抗干旱的材料表现突出。相同生长条件下,多数转基因材料表现了较强的耐旱耐热能力,而一些在干旱条件下没有表现抗高温能力的大豆株系,可能由于 *GmHSFA1* 插入到大豆染色体上不同的非特异位点,造成 *GmHSFA1* 插入的植株只起抗旱的作用,而没有与热激原件结合,使热激蛋白的靶基因 *GmHSP70*、*GmHSP22*、*GmHSP23* 的表达量没有明显的高表达(如 T_7-14),致使耐热性没有显著的改变。

GmHSFA1 属热激转录因子的 A1 类,属组成型基因,它的过量表达可调控诱导型 *HSP70*、*LWMHSP* 等下游基因的表达,提高多方面的耐逆性,可深入研究厌氧胁迫和离子胁迫下的抗逆反应,探索筛选耐涝、抗盐碱的材料。热激蛋白(HSP)作为分子伴

侣协助蛋白的重新折叠、稳定、胞内运输和降解、阻碍受损蛋白累积、维持细胞的稳产^[8-10]。它的表达是通过热激转录因子结合热激蛋白基因启动子的热激元件,形成转录复合体,促进热激蛋白基因的表达,由于热激转录因子的作用是丰余的,热激蛋白又对热激转录因子起负反馈调节作用,加之非生物胁迫导致蛋白生物体蛋白变性,所以,仅揭示过表达 *GmHSFA1* 大豆在干旱和高温下的抗逆性还不够,还需深入研究厌氧胁迫以及盐碱胁迫下,过表达 *GmHSFA1* 大豆的适应性,以揭示 *GmHSFA1* 基因的功能和作用,获得多抗性材料。

参考文献

[1] 崔维佳,常志云,李宁,等. 干旱胁迫对大豆生理生态及产量的影响[J]. 水资源与水工程学报,2013,24(4):20-24. (Cui W J, Chang Z Y, Li N, et al. Effect of drought stress on physiology ecology and yield of soybean[J]. Journal of Water Resources & Water Engineering,2013, 24(4):20-24.)

[2] 杨茹萍,包振贤,陈光荣,等. 大豆抗旱性研究进展[J]. 作物杂志,2012(5):8-12. (Yang R P, Bao Z X, Chen G R, et al. The research progress in drought resistance of soybean [J]. Crops, 2012(5):8-12.)

[3] 王启明,徐心诚,马原松,等. 干旱胁迫下大豆开花期的生理生化变化与抗旱性的关系[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(4):98-102. (Wang Q M,Xu X C, Ma Y S, et al. Influences of

drought stress on physiological and biochemical characters of different soybean varieties in flowering period[J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2005,23(4):98-102.)

[4] 李春光,陈其军,高新起,等. 拟南芥热激转录因子 AtHSFA2 调节胁迫反应基因的表达并提高热和氧化胁迫耐心[J]. 中国科学(C:生命科学),2005,35(5):398-407. (Li C G, Chen Q J, Gao X Q, et al. The role of heat shock transcription factor AtHSFA2 on heat and oxidative stress response in *Arabidopsis*[J]. Science in China (Series C:Life Sciences), 2005, 35(5): 398-407.)

[5] 吴广锡,魏嵘,唐晓飞,等. 大豆热激转录因子 GmHSFA1 对高温和干旱信号的表达反应[J]. 分子植物育种,2013,11(1):1-10. (Wu G X, Wei L, Tang X F, et al. The expression response in transgenic soybean to the signals of heat and drought stress[J]. Molecular Plant Breeding, 2013,11(1):1-10.)

[6] 陈晓军,叶春江,吕慧颖,等. *GmHSFA1* 克隆及其过量表达提高转基因大豆的耐热性[J]. 遗传,2006,28(11):1411-1420. (Chen X J, Ye C J, Lyu H Y, et al. Cloning of *GMHSFA1* gene and its overexpression leading to enhancement of heat tolerance in transgenic soybean[J]. Hereditas, 2006,28(11):1411-1420.)

[7] 唐晓飞,刘丽君,高明杰,等. 农杆菌介导热激转录因子 8 基因转化大豆[J]. 分子植物育种,2009,7(3):444-450. (Tang X F, Liu L J, Gao M J, et al. *Agrobacterium*-mediated transformation of hsf8 into soybean[J]. Molecular Plant Breeding, 2009,7(3):444-450.)

[8] Chang Y Y, Liu H C, Liu N Y, et al. A heat-inducible transcription factor,HSFA2,is required for extension of acquired thermotolerance in *Arabidopsis*[J]. Plant Physiology, 2007, 143(1): 251-262.

[9] Sung D Y, Gny C. Physiological and molecular assessment of altered expression of Hsc70-1 in *Arabidopsis* Evidence for pleio-tropic consequences[J]. Plant Physiology, 2003. 132: 979-987.

[10] 翁锦周,洪月云. 植物热激转录因子在非生物逆境中的作用[J]. 分子植物育种,2006,4(1):88-94. (Weng J Z, Hong Y Y. The roles of plant shock transcription factors in a biotic stress [J]. Molecular Plant Breeding, 2006,4(1):88-94.)

大豆开发须从偏重油用转向蛋白加工为主

中国大豆食品产学研项目对接合作洽谈会在京召开,专家呼吁:

大豆开发须从偏重油用转向蛋白加工为主。日前,中国大豆食品产学研项目对接合作洽谈会在北京举办。“在全球面临粮食危机的严峻形势下,我国要适时调整大豆过于偏重油用的发展方向。在大健康理念的倡导下,要在选育和推广大豆高蛋白品种的同时,建设现代化的大豆蛋白食品产业体系,走动植物双蛋白开发并举、互相结合、互为补充的路子,积极推行‘双蛋白工程’。”另有专家建议,国家相关部门及科研院所应加大推广力度及对相关基础性研究的积累,打破豆浆、豆腐、豆奶等传统产品的局限。

大豆优质植物蛋白,资源特性不可忽视。大豆食品分会理事长尹宗伦教授指出,我国是大豆原产国,大豆食品已传承了几千年。大豆一向被列为重要油料作物,但其作为优质植物蛋白资源的特性不可忽视。他建议针对我国居民摄入优质蛋白质不足、营养不良与营养失衡并存的双重营养问题,迫切 need 要加强大豆蛋白质的综合开发利用。要走动植物双蛋白开发并举、互相结合、互为补充的路子,积极推行“双蛋白工程”,达到优势互补、节约资源、保护环境、造福民生的多重效应。

市场需求是振兴大豆产业的最大推力。中国食品科学技术学会理事长孟素荷教授在致辞中表示,从我国食品行业的发展态势来看,行业产值上升最快的是植物蛋白饮品,上升了 30%,这说明市场需求是振兴大豆产业的最大推力。

孟素荷认为,中国大豆食品产业的发展,必须集合各方面力量共同努力,不仅要发展传统食品,还要在传统食品基础上实现创新。长期以来,企业缺乏科技支撑,科研单位对产业的支撑不足,此次产学研对接会是一次探索。应用工业 4.0 改造大豆产业链。“将工业 4.0 智能化应用到大豆产业链中,可让行业脱胎换骨。”中国食品科学技术学会大豆食品分会秘书长王靖形象地表示。王靖认为,现代农业生产的最大特征是上升到完全智能化阶段。在生产、流通、市场贸易过程中,可融入工业 4.0 和大数据叠加,针对食品大豆工业领域链条,重点采用感知技术、识别技术、智能终端 APP 等参与管理。

国民大豆制品摄入严重不足。北京大学公共卫生学院教授马冠生在对《中国食物与营养发展纲要(2014-2020 年)》进行解读时谈到,纲要中的四个坚持之一就是坚持引导与干预有效结合,即普及公众营养知识、引导科学合理膳食、预防和控制营养性疾病等。我国居民平均每标准人日干豆类摄入量为 4.2 g,豆制品摄入量为 11.8 g,远低于中国居民膳食指南的建议摄入量。北京工商大学教授刘新旗表示,我国老龄化进程正在加快,慢性病发生率也在上升,从营养角度对其进行干预十分重要。调查显示,我国有 8.5 亿人油脂摄入过多。

大豆蛋白食品研发力度要加大。华南理工大学教授杨晓泉谈到,随着人们健康意识的提升,“高蛋白、低能量”正成为全球大豆食品市场趋势,高蛋白食品风靡许多国家。例如,2014 年,美国营养棒类食品市场达 29 亿美元,大豆蛋白是加工这类食品的重要原料;添加大豆蛋白原料的高蛋白酸奶占美国整个酸奶市场份额的 50%;蛋白质含量高达 6%~8% 的希腊酸奶正在热销;其中一款 100 g 杯装酸奶蛋白质含量高达 14 g。相比之下,我国普通酸奶蛋白质含量仅有 2.5% 左右。为何我国市场上看不到添加大豆蛋白原料的高蛋白酸奶? 杨晓泉谈到,酸奶加工中直接添加大豆蛋白,易成胶,但制成微粒后可改善这一状况。目前,剪切颗粒化技术可让产品具有油脂感,且能使食品蛋白添加量达到 10%,从而使高蛋白酸奶成为可能。

王靖指出,2016 年是“十三五”规划的开局之年,要准确把握行业发展方向,坚持实施精准服务战略,构建良好的产学研生态环境,开展全国大豆食品营养科普宣传月活动,推进我国大豆食品科技集成创新,大力发展新型大豆食品,全面拓展企业发展空间,推强选优、推陈出新,尽快形成一大批领军型企业和科研力量,有力推动大豆食品科技成果惠及全民。

节选自《中国食品报》