

低温对花生萌芽的影响及其调控技术研究现状

付晓记, 闵 华, 唐爱清, 朱雪晶, 幸胜平, 何家林, 冯健雄*

(江西省农业科学院 食品加工研究开发中心, 江西 南昌 330200)

摘要: 春花生萌芽期常遭遇低温危害, 影响其正常发芽、出苗, 对花生生产造成不利影响。鉴于此, 概述了近年来低温对花生萌芽期形态、生理代谢的影响及其调控技术的研究现状, 并对未来的研究方向进行了展望。

关键词: 花生; 低温; 萌芽; 抗氧化酶; 贮存物质; 调控技术

中图分类号: S565.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)01-0001-04

Recent Progress on Germination and Regulation Techniques of Peanut under Low Temperature

FU Xiao-ji, MIN Hua, TANG Ai-qing, ZHU Xue-jing, XING Sheng-ping,
HE Jia-lin, FENG Jian-xiong*

(Food Processing Research Center, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China)

Abstract: Low temperature stress during germination and early seedling growth is a common constraint of production of peanut, and seriously affects the rate of seedling emergence. In this paper, the changes of peanut in morphological structure, storage substance metabolism, activate oxygen metabolism and activities of antioxidases under low temperature stress were reviewed, and the prospective research respects on germination of peanut under low temperature were forecasted.

Key words: peanut; low temperature; germination; antioxidant enzyme; storage substances; regulation technology

花生是我国重要的油料作物、经济作物和出口创汇作物, 花生生产不仅担负着保障我国食用油安全的重任, 还肩负着农业种植结构调整和农民增收的重大使命^[1]。我国的花生种植区域主要分布在亚热带和温带地区, 集中在华北平原渤海湾沿岸、华南沿海地区以及四川盆地^[2]。花生生长发育受很多外界因素的影响, 温度是其中重要因素之一。在我国广大花生产区, 低温影响早播春花生萌芽出苗的现象十分普遍。我国北方花生产区, 春花生 4 月中下旬播种, 遇寒流即发生大面积低温烂种, 导致严重减产^[3]; 南方花生产区, 春花生播种后亦经常出现连续的低温阴雨天气, 轻者延缓花生萌发和幼苗生长发育, 重者导致早播的花生烂种烂芽, 造成出苗不齐、出苗时间延长

等不良后果, 给花生生产带来严重威胁^[4]。因此, 研究低温对花生萌芽期生长发育的影响, 明确萌芽期低温与苗期生长发育的关系, 对指导花生生产具有重要意义。鉴于此, 综述了低温对花生萌芽的影响及相关调控技术的研究进展, 为深入系统研究低温条件下花生萌芽机制及开发新的调控技术提供有益借鉴。

1 温度与花生萌芽出苗的关系

种子萌芽是植物生命周期中至关重要的一个时期, 受多种外界因素的影响。其中, 温度是影响种子萌芽的重要因素之一, 不仅决定着萌芽的速度, 还决定种子能否发芽、出苗^[5]。在研究了多个花生品种发芽和温度关系后, Bell 等^[6]发现, 在种子发芽最低温

收稿日期: 2012-09-08

基金项目: 江西省青年科学基金项目(20122BAB214015); 现代农业产业技术体系建设专项 CARS-14; 江西省农业科学院创新基金项目(2011CBS012)

作者简介: 付晓记(1981-), 男, 河南商丘人, 助理研究员, 博士, 主要从事作物生理及贮藏研究。E-mail: fuxj221@163.com

* 通讯作者: 冯健雄(1963-), 男, 江西南昌人, 研究员, 本科, 主要从事农产品贮藏加工研究。E-mail: fjx630320@163.com

度到发芽速度最快的温度区间,种子发芽速度和温度呈正相关关系。王才斌等^[7]就温度与花生出苗速度的关系进行了研究,亦发现温度越高,出苗越快,当出苗期日均温度为 14℃左右时,供试花生品种约需 20 d 才能出苗,当出苗期日均温度升至 21~23℃时,只需 6~7 d 就能出苗;在 14~23℃,日均气温每升高 1℃,出苗时间缩短约 1.5 d。Mohamed 等^[8]在对多个花生品种研究后得出,花生发芽的最低温度为 8~11℃。温度对不同花生品种的发芽率、发芽势、发芽指数影响极显著,低于最适温度时,种子活力随预处理温度的升高而增强;超过最适温度时,种子活力随温度升高逐渐降低直至活力丧失^[9]。虽然花生发芽需要的最低温度和花生品种关系紧密,但是,不论什么花生品种,在低土壤温度下,均出现发芽率下降、出苗时间延迟及幼苗发育偏弱^[10]的现象。

温度同样影响着花生苗期长短,研究发现,随温度的增加,花生苗期缩短。当供试花生品种幼苗期日均温度为 19℃左右时,幼苗期需 30~31 d;当日均温度升至 23℃左右时,幼苗期只需 21~22 d,相当于温度每增加 1℃,花生幼苗期缩短 2.0~2.5 d^[7]。

2 低温对花生萌芽的影响

2.1 低温对花生形态结构的影响

花生遭遇低温后生长受到明显影响,温度越低受害症状越明显。王娜等^[11]研究发现,花生在遭受 10℃的冷害后表现为植株生长缓慢,幼叶舒张延缓、黄化,老叶颜色转为深绿色并逐渐脱水,后期叶边缘开始干枯。王才斌等^[7]研究发现,温度小幅度降低也会对花生幼苗造成很大影响,当幼苗期日均温度由 20.4℃降为 19.0℃时,2 个供试花生品种干物质积累速率分别降低了 11.4%和 5.6%,叶面积系数日均增长率分别降低了 26.1%和 18.2%。王月福等^[12]在研究不同覆盖措施对花生生长的影响时发现,低温处理组(露地)各生育期单株叶面积最小,株高最低。史普想等^[13]观察了不同成熟度的花生种子遭受低温胁迫后的幼苗生长状况,发现低温处理后,花生主茎高度降低,但花生种子成熟度越高,幼苗生长速度越快,主茎亦相对较高。花生遭受低温胁迫亦影响花生根部的发育,低温胁迫使花生根密度降低,但侧根粗度增加^[11]。

2.2 花生对低温胁迫的生理生化响应

2.2.1 低温对细胞膜及渗透物质的影响 植物种子在遭受低温胁迫时会受到伤害,一些豆类作物,如大豆^[14]、瓜尔豆^[15]等喜温植物的种子,在低温下浸种会受到不同程度的伤害,常常观察到细胞膜结构破坏、溶性物质从胚中外渗的现象,而且出苗率和幼苗生长

均受到严重影响^[16]。花生种子萌发时遭遇低温也出现种子发芽率、生长势和活力指数降低的情况^[17]。在逆境条件下,脯氨酸、可溶性蛋白对细胞内外水势平衡起着重要调节作用^[18]。王娜等^[11]研究发现,10℃低温条件下,脯氨酸在花生体内大量积累,尤其是在低温处理前期脯氨酸含量急剧增加;同时,可溶性蛋白含量明显提高,可能是由于在该低温条件下,花生体内有新的基因启动表达诱导蛋白,或者是可溶性蛋白从膜上或其他的结合形式中释放,产生应急反应抵抗外界不良环境对自身造成的影响。李春燕等^[19]的研究也得到类似结果。

2.2.2 低温对活性氧代谢及抗氧化酶活性的影响

研究表明,低温对花生的影响主要集中在对细胞膜的代谢伤害及相关酶活性的影响上^[20]。在种子萌发过程中,自由基的产生及其引起的脂质过氧化反应是种子活力降低的主要原因之一^[21],花生萌芽期遭遇低温时也有膜脂过氧化产物增加的现象。

植物对活性氧胁迫的抗性与活性氧的清除能力密切相关,种子在遭遇低温胁迫时会启动自身代谢防御机制进行调节适应。超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)等抗氧化酶是植物体内主要的活性氧清除剂,三者协调一致可使活性氧维持在正常水平上,从而防止植物受到伤害。该酶系统与植物抗寒能力的关系已有较多研究^[22]。王娜等^[11]研究发现,低温处理的花生幼苗 SOD、CAT、POD 活性呈现不同变化,花生幼苗 SOD、CAT 活性整体高于常温生长处理,POD 活性整体呈现先降再升然后再下降的趋势。10℃低温处理,花生幼苗第 1 天 POD 活性较未处理前下降了 47%,然后开始快速上升,第 3 天开始与 25℃的对照持平。董登峰等^[23]在研究中也观察到 SOD、CAT、POD 活性的类似变化。

2.2.3 低温对贮存物质代谢的影响 关于低温胁迫与植物种子贮存物质代谢的关系,在其他作物上有所研究,而专门针对花生的研究较少。李育军等^[24]研究大豆萌发期对低温的反应,发现亚油酸与油酸的比值与抗冷性呈极显著正相关。此外还发现,花生低温下的萌动能力和脂肪含量呈显著正相关^[3]。可见,脂肪代谢与种子在低温下的萌芽能力有直接关系。从一些有关花生的研究中也可以看出,贮存物质组成和花生抵抗低温能力有关。其中唐月异等^[3]研究发现,花生种子耐低温性与亚油酸含量呈显著正相关,而与油酸含量呈显著负相关。另外,对黄瓜^[25]的研究表明,低温处理后期,耐低温黄瓜品种蛋白酶和脂肪酶活性在缓慢上升后都表现出急剧上升,而在常温发芽时未观察到这种现象,说明低温可能诱导合成了新的

水解酶,加快有机大分子的降解,促进种子发芽。推论,花生萌芽期在遭受低温时贮存物质可能同样会出现代谢调整以适应发芽环境变化。

2.2.4 低温对花生 RNA、DNA、蛋白质合成水平, ATP 含量和 ATPase 活性的影响 郑小红等^[26]在研究低温对花生种子活力的影响时发现:经 3~5 °C 低温预处理 10 d,花生胚轴 RNA、DNA 和蛋白质合成水平均有明显提高,并在一定时间内随着萌发时间的延长而持续增加。上述合成在萌发初始 5 h 即已开始显示低温处理的效应,萌发 12 h,低温对胚轴 RNA 合成水平的促进作用最大,处理组是对照组的 218.9%。但低温处理对胚轴蛋白质合成水平的最大促进效应发生在吸胀初始的 5 h。此外,3~5 °C 的低温预处理也提高了胚轴 DNA 的合成水平;与未进行低温预处理的对照相比,低温预处理的花生种子萌发 1、24 h,其胚轴中 28S rRNA、18S rRNA 的含量提高,而 4S rRNA、5S rRNA 含量较低。大分子 rRNA 含量增加与蛋白质合成水平提高相一致。

李美茹等^[27]研究发现,与适温生长的花生幼苗相比,10 °C 低温处理花生幼苗 24 h,其下胚轴质膜上 Mg^{2+} 激活的 ATPase 活性提高了 17.2%, Ca^{2+} 激活的 ATPase 活性提高了 33.6%。低温处理也提高了液泡膜上 Mg^{2+} 激活的 ATPase 活性,为适温生长花生幼苗的 116.7%, Ca^{2+} 激活的 ATPase 活性也有所增加。低温胁迫使质膜 NADH 的氧化速率和质膜中的 PIP2 含量明显下降,分别为对照的 66.7%、65.0%。据此推测,肌醇磷脂信息传递系统很可能参与了细胞对低温胁迫的感受,影响了 ATPase 的活性及某些生理反应。

3 花生萌芽期低温危害的调控技术研究现状

3.1 播前低温及浸种预处理

生产中为了缓解低温对早播春花生萌芽及其生长发育的危害,花生播种前一般进行播前低温和浸种预处理。郑小红等^[26]研究发现,低温预处理花生种子 5~13 d,种子的发芽率、活力指数和胚根生长量均得到提高,在非适宜萌发温度下(43、19 °C),低温预处理种子的效应更大。花生播种前采用温水浸种能有效提高发芽率和出苗率。封海胜^[28]对花生种子吸胀期间耐低温特性进行鉴定时发现,种子经温水预浸后对吸胀萌动初期低温冷害有良好的防护效果。种子萌发受植物生长调节剂调控,采用植物生长调节物质浸种能取得较好效果。聂呈荣等^[29]研究了喷施宝溶液浸种对花生萌芽及幼苗生长的效应,发现在 8 °C 低温条件下,不同质量浓度喷施宝溶液浸种明显提高

了种子发芽率,其中 1 000 mg/L 的效果最明显。与未用喷施宝溶液浸种处理相比,8 °C 下 100、300 mg/L 喷施宝溶液浸种处理的花生胚根长度分别增长了 78.58%、68.92%;6 °C 下以 300、500 mg/L 处理的效果较好,分别增长了 33.06%、25.76%,而 100 mg/L 处理略有降低;不同质量浓度喷施宝溶液浸种均能增加胚根直径。可见,在低温条件下,采用喷施宝溶液浸种有利于花生根系生长。董登峰等^[23]研究发现,使用长效油菜素内酯 TS303 和二氢茉莉酸丙酯(PDJ)浸种能增强花生对低温的忍耐能力,二者显著降低了低温诱导的丙二醛含量和电解质渗漏率,TS303 和 PDJ 以及它们的混合物 TNZ 都能延缓低温伤害引起的 SOD 和 CAT 活性下降,并能通过增加可溶性糖和脯氨酸含量来提高相对含水量,其中 TS303 对 SOD、CAT 活性降低的延缓效果好于 PDJ,但 PDJ 增加可溶性糖和脯氨酸含量的效果好于 TS303,由于 TS303 和 PDJ 作用机制不同,二者混合使用表现出加成或协同效应。

3.2 花生带壳播种和种衣剂应用

花生壳能够保护花生种仁,使其不易受温度、湿度、氧气等外界环境条件的影响,有利于提高种仁的活力,北方花生种植区为缓解早春低温和土壤墒情不足给花生发芽带来的不利影响,常采用带壳播种的方法,在一定程度上缓解低温对花生萌芽的影响^[30]。陈志才等^[31]研究发现,整荚播种对花生生长发育有益,并可以提高花生产量。

庄伟建等^[32]研究了不同种衣剂对花生种子活力的影响,发现经种衣剂处理后,花生种子的发芽率、鲜质量、活力指数均显著高于未包衣处理,其根系生长状况也好于未包衣处理,种子在低温淹水不良环境的影响下能保持较高的活力。其中,科农种衣剂使用效果好,但对花生有一定副作用,闽农种衣剂对花生没有副作用,效果也较好,应进一步完善并加速推广应用。

3.3 播后覆盖

播后低温对花生萌芽的不利影响可以通过地表覆盖来缓解。王月福等^[12]在研究不同覆盖措施对花生发育的影响中发现,花生生长前期不同覆盖措施对土壤温度有明显的提升作用,其中,以覆膜覆草和覆膜处理提高幅度较大。不同覆盖措施可使花生生长发育进程提前 3~6 d,而且可促进花生植株生长,提高荚果产量,其中覆膜覆草处理荚果产量最高,比露地栽培高 24.69%。

3.4 耐低温种质筛选

筛选和培育耐低温品种是解决花生低温危害的

有效方法。王晶珊^[33]、封海胜^[28]开展耐低温花生种质的筛选研究,发现了一些耐低温花生种质,如昌花 1 号、白油 7—3 等,可以对这些种质加以改良用于生产,也可作为抗低温育种材料。

4 展望

无论在北方还是南方,早播春花生都存在播种后发芽、出苗易受低温危害的问题,给花生生产带来了不利影响,但目前对这方面的研究相对较少。今后的研究应重点关注以下几个方面:(1)筛选耐低温花生种质,发掘花生自身具有的耐低温遗传基因,培育抗低温品种;(2)系统开展花生低温情况下的萌芽生理代谢机制研究,为获得行之有效的应用技术提供理论支持;(3)开展简单易用、低成本的调控技术研究。

参考文献:

- [1] 万书波. 我国花生产业面临的机遇与科技发展战略[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(1): 7-12.
- [2] 万书波. 中国花生栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 20-21.
- [3] 唐月昇, 王传堂, 高华媛, 等. 花生种子吸胀期间耐低温性及其与品质性状的相关研究[J]. 核农学报, 2011, 25(3): 436-442.
- [4] 宋来强. 江西油料作物产业发展报告[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2011: 63-64.
- [5] Mei Y Q, Song S Q. Response to temperature stress of reactive oxygen species scavenging enzymes in the cross-tolerance of barley seed germination[J]. Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol), 2010, 11(12): 965-972.
- [6] Bell M J, Shorter R, Mayer R. Cultivar and environmental effects on growth and development of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). I. Emergence and flowering[J]. Field Crops Res, 1991, 27: 17-33.
- [7] 王才斌, 成波, 郑亚萍, 等. 温度对花生出苗、幼苗生长及开花的影响[J]. 花生学报, 2003, 32(4): 7-11.
- [8] Mohamed H A, Clark J A, Ong C K. Genotypic differences in the temperature responses of tropical crops. I. Germination characteristics of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) and pearl-millet (*Pennisetum typhoides* S. & L.) [J]. J Exp Bot, 1988, 39: 1121-1128.
- [9] 李春娟, 闫彩霞, 张廷婷, 等. 温度对不同花生品种种子活力的影响[J]. 花生学报, 2012, 41(1): 21-25.
- [10] Prasad P V V, Boote K J, Thomas J M G, et al. Influence of soil temperature on seedling emergence and early growth of peanut cultivars in field conditions[J]. J Agronomy & Crop Science, 2006, 192: 168-177.
- [11] 王娜, 褚衍亮. 低温对花生幼苗渗透调节物质和保护酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 9154-9156.
- [12] 王月福, 王铭伦, 郑建强, 等. 不同覆盖措施对丘陵地土壤水分和温度及花生生长发育的影响[J]. 农学学报, 2012, 2(7): 16-21.
- [13] 史普想, 王铭伦, 于洪波, 等. 不同成熟度花生种子萌动期低温对苗期生长发育的影响[J]. 作物杂志, 2009(1): 78-80.
- [14] Bramlage W J, Leopold A C, Parish D J. Chilling stress to soybeans during imbibition[J]. Plant Physiol, 1978, 61: 525-529.
- [15] 郑光华, 顾增辉, 徐本美. 瓜尔豆种子发芽生理的研究[J]. 植物生理学报, 1980(6): 115-126.
- [16] Duke A C, Keefe P D. Cauliflower (*Brassica oleracea* L.) seed vigour: imbibition effects[J]. J Exp Bot, 1990, 41: 893-899.
- [17] 聂呈荣, 凌菱生. 温度处理不同种质花生种子队萌发和幼苗生长的影响[J]. 花生科技, 1997(2): 1-5.
- [18] Xin Z G, Li P H. Relationship between proline and ABA in the induction of chilling tolerance in maize[J]. Plant Physiol, 1992, 99: 7996-7998.
- [19] 李春燕, 应朝阳, 林永生, 等. 低温胁迫对度然花生质膜透性、可溶性蛋白质和保护酶系初步研究[C]// 中国草业发展论坛文集, 2008: 302-305.
- [20] Lukatkin A S. Contribution of oxidative stress to the development of cold-induced damage to leaves of chilling-sensitive plants; Injury of cell membranes by chilling temperatures[J]. Russian Journal of Plant Physiology, 2003, 50(2): 243-246.
- [21] Dhindsa R S. Drought stresses, enzymes of glutathione metabolism, oxidation injury, and protein synthesis in *tortulia ruralis*[J]. Plant Physiol, 1991, 95(2): 648-651.
- [22] Dai F, Huang Y, Zhou M, et al. The influence of cold acclimation on antioxidative enzymes and antioxidants in sensitive and tolerant barley cultivars [J]. Biol Plant, 2009, 53: 257-262.
- [23] 董登峰, 李杨瑞, 江立庚, 等. 长效油菜素内酯 TS303 和二氢茉莉酸丙酯增强花生抗寒能力[J]. 广西植物, 2008, 28(5): 675-680.
- [24] 李育军, 赵玉田, 常汝镇, 等. 大豆萌发期对低温的反应[J]. 大豆科学, 1990, 9(2): 136-144.
- [25] 逯明辉, 李晓明, 钱春桃, 等. 低温对黄瓜种子发芽期水解酶活性的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(6): 8-10.
- [26] 郑小红, 傅家瑞. 低温预处理提高花生种子活力的生理生化研究[J]. 中山大学学报, 1987(1): 21-28.
- [27] 李美茹, 陈思学, 李琳, 等. 盐或低温胁迫对花生幼苗下胚轴 ATP 酶和质膜中 PIP2 含量的影响[J]. 西北植物学报, 1996, 16(1): 17-22.
- [28] 封海胜. 花生种子吸胀期间耐低温性鉴定[J]. 中国油料, 1991(1): 67-70.
- [29] 聂呈荣, 黎华寿, 黄庆, 等. 不同温度下喷施宝对花生萌芽及幼苗生长的效应[J]. 华南农业大学学报, 2002, 23(1): 5-8.
- [30] 付雪娇. 北方花生带壳覆膜早播技术[J]. 杂粮作物, 2009, 29(1): 38-39.
- [31] 陈志才, 邹晓芬, 宋来强, 等. 花生荚果播种技术研究[J]. 江西农业学报, 2009, 21(12): 34-35.
- [32] 庄伟建, 官德义, 蔡来龙, 等. 促进花生种子在低温胁迫下发芽的种衣剂的筛选研究[J]. 花生学报, 2003, 32(增刊): 346-351.
- [33] 王晶珊, 封海胜, 栾文琪. 低温对花生出苗的影响及耐低温种质筛选[J]. 中国油料, 1985(3): 28-32.