

杨学芳,赵 勇,王 杰,等. 小麦叶片自由水/束缚水比值的遗传变异及其与抗寒性的相关性[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):66-68.

小麦叶片自由水/束缚水比值的遗传变异及其与抗寒性的相关性

杨学芳^{1,2}, 赵 勇³, 王 杰³, 李晓云³, 张树华¹, 杨学举^{1,2}

(1. 河北农业大学生命科学学院, 河北保定 071000; 2. 河北省作物种质资源实验室, 河北保定 071000; 3. 河北农业大学农学院, 河北保定 071000)

摘要:以小麦品种花培 3 号和豫麦 57 构建的 DH 群体 (dauble haploid populations) 的 168 个株系及亲本为材料, 通过测定早春冬小麦叶片自由水、束缚水含量及其细胞膜透性, 探讨小麦品系间自由水/束缚水比值的遗传变异及其与抗寒性指标的相关性。结果表明, 自由水/束缚水比值与细胞膜透性、田间冻害级别的相关系数都呈显著正相关; 自由水/束缚水比值较高的品系, 其细胞膜透性较高, 抗寒性较差; 小麦叶片自由水/束缚水比值在供试品系间呈连续性变异, 遗传变异较大, 符合正态分布。

关键词:小麦; 自由水/束缚水比值; 细胞膜透性; 遗传变异; 抗寒性

中图分类号: S512.103 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0066-02

植物叶片细胞膜的稳定性与其抗寒性密切相关。当植物受到冻害时, 叶片细胞膜的结构受到不同程度的破坏, 膜透性增加, 细胞内的部分电解质外渗, 引起代谢紊乱, 植物的生长发育受到阻碍, 甚至死亡^[1]。小麦是我国重要的粮食作物, 冻害已成为在我国华北和中原地区小麦生产的主要灾害, 对小麦的产量造成重大影响^[2]。研究表明, 冻害引起的小麦叶片细胞膜结构破坏是导致损伤和死亡的主要原因。巨伟等通过分析小麦细胞膜透性与抗寒性的相关性发现, 细胞膜的冷稳定性与抗寒性呈极显著正相关, 证明细胞膜透性是衡量小麦抗寒性的有效指标之一^[3]。

植物叶片中的水分分为自由水和束缚水。自由水直接参与细胞各种代谢活动, 当自由水含量升高时, 代谢的活性升高, 生长发育较快; 当束缚水的含量升高时, 细胞内的原生质变成凝胶状态, 植物的代谢活性减弱, 生长缓慢^[4-5]。小麦受到冻害时, 自由水结冰, 冰晶对细胞膜造成机械损伤, 由于冰晶体的逐步膨大, 对细胞造成机械压力, 使细胞变形, 也可能将细胞壁和质膜挤碎, 使原生质暴露于胞外而受冻害。有关小麦叶片自由水/束缚水比值与细胞膜透性、越冬冻害的相关性研究未见报道, 需要进一步探讨。本研究拟以小麦 DH 群体为材料, 探讨小麦叶片自由水/束缚水比值的遗传变异及其与抗寒性相关性, 从而为小麦品种抗寒性鉴定提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

花培 3 号和豫麦 57 的杂交子代 F1 经花药培养、染色体加倍获得 168 个 DH 品系 (编号 1~168, 母本编号为 169, 父

本编号为 170)。母本花培 3 号偏春性, 抗寒性一般; 父本豫麦 57 抗寒性较强。

1.2 研究方法

1.2.1 田间种植及取样 168 个 DH 品系于 2012 年 10 月 3 日种植于河北省保定市农业科学研究所育种试验地, 随机区组设计, 3 个重复, 每个重复 3 行区, 行长 2 m, 株距 10 cm, 行距 25 cm。于 2013 年 2 月底调查冻害级别, 3 月初采集每个品系的新生展开叶, 测定叶片束缚水、自由水的含量, 并检测低温胁迫下的细胞膜透性。

1.2.2 小麦冻害田间调查等级 调查等级划分为 0~4 级, 具体如下: 0 级: 叶片没有冻死部分; 1 级: 其叶片冻死部分仅限于叶尖, 下部叶片未受冻或很少受冻, 全田绿色叶多; 2 级: 叶片冻死部分少于绿叶部分, 但下部叶冻死者较多, 地面有枯黄叶; 3 级: 叶片冻死部分多于绿叶部分, 地面可见整片枯叶, 绿色叶片较少; 4 级: 上下部叶片全部冻死枯黄, 地面全是枯叶, 个别出现全株死亡。

1.2.3 小麦叶片总含水量的测定 取任一称量瓶并称重 (m_1); 取任一品系, 用打孔器钻取小圆片 50 片, 立即装入称量瓶中, 盖紧瓶盖并精确称重 (m_2); 再将称量瓶连同小圆片放入烘箱中 105 ℃ 杀青, 其间敞开瓶盖, 于 85 ℃ 下烘至恒重后称重 (m_3)。质量差等于叶片含水量, 以上测定重复 3 次。植物组织的总含水量 = $(m_2 - m_3) / (m_2 - m_1) \times 100\%$ 。

1.2.4 小麦叶片自由水含量的测定 任取一称量瓶并称重 (m_4), 取任一品系, 用打孔器打取小圆片 50 片, 立即装入称量瓶中, 盖紧瓶盖并称重 (m_5), 再在称量瓶中加入 5 mL 蔗糖 (浓度为 C_1), 再分别称重 (m_6)。把称量瓶放置于暗处 6 h, 其间不时轻轻摇动, 到预定的时间后, 充分摇动溶液, 用阿贝研究折射仪分别测定各瓶蔗糖的浓度 (C_2), 以上测定重复 3 次。

植物组织中自由水的含量 = $(m_6 - m_5) \times (C_1 - C_2) / [(m_5 - m_4) \times C_2] \times 100\%$ 。

1.2.5 小麦叶片束缚水含量的测定 束缚水 (%) = 总含水量 (%) - 自由水含量 (%)。

收稿日期: 2013-12-24

基金项目: 河北省小麦产业技术体系专项 (编号: 1004002)。

作者简介: 杨学芳 (1987—), 女, 河北保定人, 硕士, 从事植物资源的开发与利用研究。E-mail: yearssss@sina.com。

通信作者: 杨学举, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事小麦遗传育种和种质资源研究。E-mail: shmyxj@hebau.edu.cn。

1.2.6 细胞膜透性的测定方法 采用沈文云等的方法^[6]并略加修改,用 DDS-11A 型电导仪测定细胞膜透性。

1.2.7 试验数据分析方法 采用 Excel、SPSS 软件对冬小麦叶片自由水/束缚水比值、田间冻害程度进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 供试材料田间冻害情况

供试材料的田间冻害级别分布见表 1,可见 168 个小麦品系及其亲本在田间经过冬季,大部分冻害级别表现为 1、2 级,占比分别为 35.88%、32.94%;冻害级别为 0 级的品系占 17.06%,冻害级别为 3 级的品系占 11.76%,冻害级别为 4 级的品系占 2.35%。经 SPSS 软件的测验表明,供试材料冻害级别的频次峰度为 -0.347,偏度为 0.305,其绝对值均小于 1,呈现正态分布。

表 1 不同品系冻害级别分布

冻害级别	品种频次(个)	占比(%)
0 级	29	17.06
1 级	61	35.88
2 级	56	32.94
3 级	20	11.76
4 级	4	2.35

2.2 小麦叶片自由水/束缚水比值与田间冻害程度的相关性

168 个供试小麦品系中叶片自由水/束缚水比值与冻害级别之间的相关系数(r 值)为 0.514 7,呈极显著正相关,自由水/束缚水比值越小,小麦的抗寒能力越强,反之亦然。图 1 直观地表明小麦叶片自由水/束缚水比值与田间冻害级别之间存在较密切的相关性。因此,自由水/束缚水比值可作为衡量小麦抗寒性的有效指标。

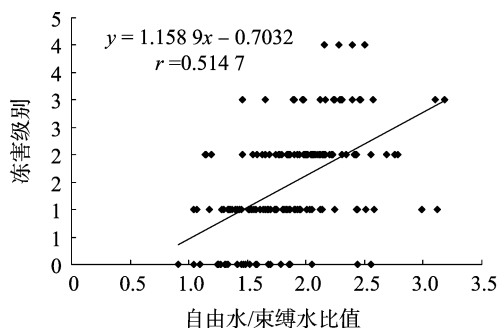


图 1 小麦叶片自由水/束缚水比值与田间冻害级别的相关性

2.3 小麦叶片自由水/束缚水比值与细胞膜透性的相关性

小麦叶片自由水/束缚水比值与细胞膜透性两者间相关系数(r 值)为 0.480 0,达到极显著水平(图 2)。细胞膜透性大小是评价小麦抗寒性强弱的标准之一,而自由水/束缚水比值与细胞膜透性呈正相关。自由水/束缚水比值越小,细胞膜透性越小,抗寒性越强,反之亦然。本研究进一步证明自由水/束缚水比值是评价小麦抗寒性强弱的有效指标。

2.4 小麦叶片自由水/束缚水比值的遗传变异

为分析冬小麦各品系间在抗寒水平上的差异性,以 168 个小麦品系叶片自由水/束缚水比值为样本值进行分析。结果表明,品系间叶片自由水/束缚水比值的最大值为 3.178,最小值为 0.910,极差为 2.268,变异系数为 25.195%,离散程

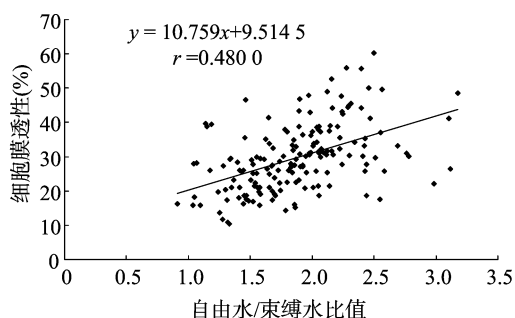


图 2 小麦叶片自由水/束缚水比值与细胞膜透性的相关性

度大,品系间差异较大,峰度为 0.201,偏度为 0.379,其绝对值均小于 1,符合正态分布,选择范围广,说明各品系间在抗寒水平上存在显著差异,为冬小麦品种进一步在抗寒性水平上进行选择提供了可能性。

3 讨论与结论

冻害是影响小麦产量的一个重要因素,目前抗寒性相关研究依然是抗逆性研究热点,本研究从植物生理学角度探索冬小麦的抗寒性。

3.1 冬小麦抗寒性生理指标的重要性

冬小麦的抗寒性是数量性状,与形态性状和生理生化反应有关^[7]。大田直接观察法是测定小麦抗寒性最有效、最直接的方法,小麦受冻害程度越严重的品种,其抗寒性越弱。但一般大田中的小麦冻害会随不同年份冬季的气温变化而变化,在小麦冻害很轻或者很重的年份,利用田间调查分辨抗寒能力高低就很困难,而测定生理指标如自由水/束缚水比值、细胞膜透性等来评价小麦品种抗寒能力的强弱,操作简单、灵活,同时生理指标的测定不受温度的限制。

本研究从生理角度研究小麦受到冻害时生理指标的变化。此前研究团队已经证明细胞膜透性可作为鉴定小麦抗寒性的有效指标^[8-9]。因此,田间调查、细胞膜透性、自由水/束缚水比值 3 个指标都可作为冬小麦品种抗寒能力强弱的判定依据。

3.2 叶片中小麦水分与抗寒性关系

本研究分析了叶片自由水/束缚水比值与抗寒性的相关性,结果表明叶片自由水/束缚水比值可衡量冬小麦抗寒性的强弱。随着温度下降,冬小麦吸水较少,含水量逐渐下降;随着抗寒锻炼过程的推进,细胞内亲水性胶体加强,使得束缚水含量提高,而自由水的含量则减小,由此可知自由水、束缚水、自由水/束缚水比值 3 者在冻害的胁迫下都发生变化。

3.3 全面了解整个冬季小麦冻害情况

入冬期、越冬期、倒春寒期这 3 个时期小麦叶片生理指标均发生变化^[10],与小麦生长发育、产量都有密切关系。本试验只研究了倒春寒时期小麦叶片的生理方面的变化,为了深入了解整个冬季冬小麦抗寒性,可补充入冬期、越冬期,全面了解冻害胁迫下冬小麦生理动态变化。

参考文献:

- [1] Lyons J M. Chilling injury in plants[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1973, 24: 445 - 466.

葛自强,董明辉,顾俊荣,等. 苏南太湖稻区稻茬小麦光温综合生产力[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):68-72.

苏南太湖稻区稻茬小麦光温综合生产力

葛自强¹,董明辉²,顾俊荣²,陈培峰²

(1. 江苏省作物栽培技术指导站,江苏南京 210036; 2. 江苏太湖地区农业科学研究所,江苏苏州 215155)

摘要:研究不同播期及播种量对稻茬小麦扬麦 16 群体生长及产量的影响。结果表明:越冬期与拔节期小麦株高随着生育期的推迟逐渐降低;各时期小麦株高变化趋势一致,随着播种量(基本苗)增加,株高均呈降低趋势。随着播期推迟,小麦叶面积降低。同一播期处理下,拔节期至抽穗期,小麦单茎干物质量逐渐增加。不同播期对小麦产量影响较大,播期太早或太晚都不利于产量形成。11 月 8 日播期处理下,小麦产量最高。在同一用种量(基本苗)处理下,11 月 8 日有效穗数最高。随着播期推迟,有效穗数降低。扬麦 16 在苏南太湖地区 11 月 8—15 日播种最佳,基本苗 225 万~300 万/hm² 为最适。

关键词:太湖地区;稻茬小麦;光温生产力;播期;播种量

中图分类号: S512.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0068-05

水稻、小麦是苏南太湖地区主要的粮食作物,水稻更是太湖地区传统的优势作物,是发展现代农业、高效农业的重要组成部分,一直受到当地政府的高度重视^[1-2]。太湖地区推广种植的水稻品种以中熟晚粳品种为主,近年来,随着水稻轻型栽培技术的推广,水稻成熟收获期延迟,后茬小麦生产季节较为紧张。另外,由于气候、品种布局、播栽方式、机械装备等发生了变化,给稻麦品质、粮食生产带来了较大影响^[3-4]。因此,加强稻麦周年高产高茬口搭配配套技术的集成与示范已迫在眉睫^[5-6]。目前有关苏南太湖稻区稻茬小麦光温综合生产力研究还不多。笔者所在项目组于 2012—2013 年在江苏省常熟市古里镇坞坵万亩农业示范园区内开展了稻茬小麦光温综合生产力试验,探讨稻茬小麦不同播期对小麦产量、品质的影响,明确太湖地区稻茬小麦光温综合生产潜力,旨在为太湖地区及江苏省不同生态区稻茬小麦利用光温资源提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试小麦品种为扬麦 16,试验地点位于常熟市古里镇坞

坵万亩农业示范园区内,前茬为水稻。

1.2 试验设计

以当地小麦常年适播期为基准,每延迟 7 d 为一个播种期,播种期分别为 10 月 25 日(A)、11 月 1 日(B)、11 月 8 日(C)、11 月 15 日(D)、11 月 22 日(E)、11 月 29 日(F)。每个播期处理下,基本苗设 3 个处理(表 1),共 18 个处理,3 次重

表 1 不同播期的基本苗量

播期(月-日)	基本苗量(万/hm ²)
10-25	150
	225
	300
11-01	150
	225
	300
11-08	150
	225
	300
11-15	225
	300
	375
11-22	225
	300
	375
11-29	300
	375
	450

收稿日期:2014-01-13

基金项目:江苏省农业三新工程[编号: SXGC(2012)101];江苏省自然科学基金(编号: BK2011269)。

作者简介:葛自强(1982—),男,硕士,高级农艺师,主要从事作物高产高效栽培研究。E-mail: gzzq3804@163.com。

[2]梁宜策,薛理靠,张军锋,等. 小麦冻害调查初报[J]. 陕西农业科学,2003(5):38-41.

[3]巨伟,杨彩凤,赵勇,等. 低温胁迫下冬小麦叶片细胞膜透性与抗寒性的相关研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(19):11416-11417.

[4]潘瑞炽. 植物生理学[M]. 6 版. 北京:高等教育出版社,2008:289-293.

[5]张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2007.

[6]沈文云,侯锋,吕淑珍,等. 低温对杂交一代黄瓜幼苗生理特性

的影响[J]. 华北农学报,1995,10(1):56-59.

[7]钟秀丽,王道龙,吉田久,等. 冬小麦品种抗霜冻力的影响因素分析[J]. 作物学报,2007,33(11):1810-1814.

[8]陈禹兴,付连双,王晓楠,等. 低温胁迫对冬小麦恢复生长后植株细胞膜透性和丙二醛含量的影响[J]. 东北农业大学学报,2010,41(10):10-16.

[9]韩雪,孙镜明,刘晓东. 低温胁迫后灯台树的枝、叶、根的细胞膜透性分析[J]. 吉林林业科技,2006,35(1):6-9.

[10]衣莹,张玉龙,郭志富,等. 越冬及返青期冬小麦生理生化指标的变化[J]. 江苏农业科学,2013,41(1):81-83.