

水分胁迫下不同抗旱性冬小麦脯氨酸积累动态

吕丽华, 胡玉昆, 李雁鸣

(河北农业大学 农学院, 河北 保定 071001)

摘要:以豫麦 49 号和河农 859 为材料, 研究了 2 个冬小麦品种在不同水分处理下, 叶片内脯氨酸的积累状况。试验结果表明, 水分胁迫下小麦体内脯氨酸含量增加。在短期水分胁迫下, 不同小麦品种之间的脯氨酸积累量差异不大。但随着水分胁迫的延续和加剧, 抗旱性较强的河农 859 脯氨酸积累量小于豫麦 49 号。

关键词:小麦; 水分胁迫; 脯氨酸(Pro)

中图分类号:S512.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2006)02-0075-04

Free Proline Accumulation Dynamics of Two Wheat Cultivars with Different Drought-resistance under Water Stress

LU Li-hua, HU Yu-kun, LI Yan-ming

(College of Agronomy, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

Abstract: Under different water treatments, leaf free proline of two wheat cultivars, Henong 859 and Yumai 49 were studied. The main results showed that under different extent of water stress leaf free proline increased. In short-term water stress, free proline accumulation of two cultivars had little difference, but free proline accumulation of strong-drought cultivar Henong 859, with continuing and intensing of water stress, was less than that of Yumai 49.

Key words: Wheat; Water stress; Free proline (Pro)

在干旱或水分胁迫下, 冬小麦叶片可迅速积累游离脯氨酸。脯氨酸可以作为渗透剂参与植物的渗透调节^[1], 它对增强植物抗旱性的作用是毋庸置疑的, 但脯氨酸的积累与抗旱性的关系始终没有定论。本研究以 2 个抗旱性不同的冬小麦品种为材料, 研究其不同水分状况下的脯氨酸积累动态, 试图说明不同的小麦品种的脯氨酸含量变化与其抗旱性之间的关系。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验于 2003-2004 年在河北农业大学教学基地进行。有 2 个供试品种: 河农 859: 半冬性, 分蘖力和耐旱性较强, 是河北省的主要栽培品种; 豫麦 49 号(温麦 6 号): 半冬性, 中熟, 抗倒伏, 在高水肥条件下高产, 是当前河南省超高产麦区推广品种之一。

1.2 试验设计

设置 3 种浇水方式: 冻水 + 拔节水(S1); 拔节水(S2); 拔节水 + 灌浆水(S3)。采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 80 m²(8 m × 10 m)。小麦行距 0.18 m, 南北行向种植。10 月 8 日播种。总施肥量折合为纯 N 300 kg / hm², P₂O₅ 225 kg / hm²。磷肥全部底施, 氮肥底肥占 40%, 拔节期追肥占 60%。

1.3 测定内容和方法

1.3.1 叶片脯氨酸含量的测定 参照张殿忠^[2]、邹琦的方法^[3], 使用 3% 磺基水杨酸提取, 2.5% 酸性茚三酮显色, 甲苯萃取缩合物, 萃取液使用 UV-2001 紫外可见分光光度计于 520 nm 波长下比色, 测定吸光值, 然后计算新鲜叶片中的脯氨酸含量。

1.3.2 土壤含水量的测定 用烘干法分别在播种期、每次灌水前后及收获后测定 0~20 和 20~40 cm 土壤含水量。

收稿日期: 2005-12-25

基金项目: 国家“粮食丰产科技工程”项目河北省课题(2004BA520A07); 河北省博士基金项目(00547001D-6)

作者简介: 吕丽华(1978-), 女, 河北景县人, 在读博士, 主要从事作物栽培生理研究; 李雁鸣为通讯作者。

1.3.3 降雨量的测定 由本院设置在河北农业大学教学基地麦田内的田间气象数据自动采集系统获得,同时参考保定市气象局提供的有关数据。

2 结果与分析

2.1 冬小麦全生育期降水量、灌溉量及土壤含水量的变化

2.1.1 2003 - 2004 年度冬小麦全生育期降水特点

河北省降水的时空分布不均衡,春季较少,小麦生长季内易遭遇春旱。小麦全生育期需水 400 mm 左右,通常年份在整个冬小麦生长季节降水约 100 mm,但 2003 - 2004 年份冬小麦生长期期间降雨为 145.7 mm,明显多于往年。本试验利用田间气象数据采集系统对 2003 年冬小麦播种前 7 d 到完全收获为止,即 2003 年 10 月 1 日到 2004 年 6 月 12 日的降雨数据进行了田间条件下的采集,同时参考保定市气象局提供的有关数据进行核对。具体降雨量和田间灌溉情况如图 1 所示。由图 1 可知,2003 ~ 2004 年冬小麦生长期期间降雨量时间分布为冬前多 - 返青少 - 拔节少 - 抽穗开花较多 - 灌浆前期较多。冬前 10 ~ 11 月份降雨 80.3 mm,雨水尤其多,占冬小麦生长期总降雨的 55.11%,为小麦苗期健壮生长提供了很好的基础。但 3 月至 4 月中旬滴雨未下,此时正值拔节期,为小麦生长造成了一定的胁迫条件,只有靠灌水缓解缺水状况,及时补给水分。春季 4 ~ 5 月份正值小麦需水高峰,降雨只有 49.2 mm,占总降雨的 33.79%,此时正是抽穗开花 - 灌浆期,对水分

需求达到了高峰期,有限的降雨虽然一定程度上缓解了缺水状况,但远达不到小麦的生理需求,田间形成了轻度的水分胁迫。尤其是 S1, S2 由于没有浇灌浆水,胁迫程度更加严重。进入 6 月后,小麦生长期降雨量只有 0.3 mm,此时小麦已经进入成熟阶段,不浇水处理干旱胁迫进一步加剧。

分析 2003 - 2004 年度冬小麦全生育期的降水动态可知,降雨量较往年偏多,但时空分布的不均衡仍然为小麦生长造成一定程度的胁迫,为水分胁迫试验提供了研究基础。

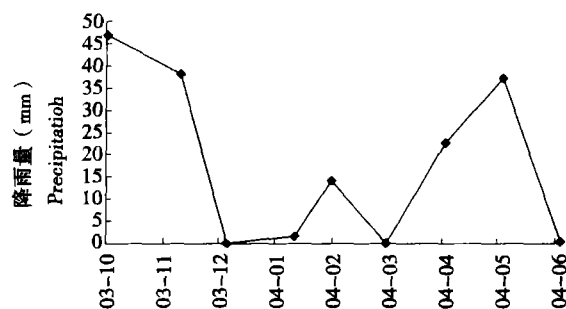


图 1 2003 - 2004 年度冬小麦全生育期降水情况

Fig.1 Precipitation during 2003 - 2004 growing period of wheat

2.1.2 2003-2004 年度田间土壤含水量的变化动态 土壤含水量受到降雨量、灌溉水补充和田间蒸发以及小麦的生理耗水等多方面因素的影响,是衡量小麦所受干旱程度的直接指标。本试验分别在播种、成熟以及每次浇水前后进行测定。土壤含水量数据列于表 1。

表 1 2003 - 2004 年度田间不同深度土壤含水量

Tab.1 Water content of different soil layer in 2003 - 2004 growing period

土层 (cm)	处理	底墒水	冻水前	冻水后	拔节水前	拔节水后	灌浆水前	灌浆水后	收获后
Soil layer	Treatment	10 - 15	11 - 28	12 - 02	04 - 10	04 - 14	05 - 22	05 - 23	06 - 13
		Presowing	Before	After	Before	After	Before	After	Harvest
		irrigation	irrigation	irrigation	irrigation	irrigation	irrigation	irrigation	
0 ~ 20	S1	87.59	82.68	93.48	59.08	95.66	54.16		35.61
	S2	88.17			55.87	94.42	54.85		35.26
	S3	85.64			55.30	96.11	54.51	98.55	54.39
20 ~ 40	S1	81.81	82.69	87.46	63.17	97.06	58.91		42.29
	S2	81.75			61.45	95.31	58.85		46.38
	S3	80.44			61.05	96.28	57.33	94.38	58.64
40 ~ 60	S1	96.40	86.35	94.92	72.05	90.05			48.17
	S2	94.15			75.30	89.66			45.73
	S3	88.38			71.47	91.61	88.61	98.75	67.07
60 ~ 80	S1	86.09	88.18	93.94	83.54	88.69			59.90
	S2	86.32			86.57	90.75			55.72
	S3	84.68			82.75	93.37	83.41	86.48	74.96
80 ~ 100	S1	83.04	82.72	86.42	80.78	84.46			62.82
	S2	78.54			79.16	81.76			61.44
	S3	79.08			84.47	86.50	82.1	83.10	80.23
100 ~ 150	S1		78.58	79.87	82.53	82.87			66.37
	S2				82.33	83.01			63.67
	S3				84.36	85.33	83.68	82.34	82.56

从表 1 可以看到, 0~20 cm 土层在浇拔节水前各处理仅处于轻度水分胁迫, 土壤含水量为 54%~60%; 在浇灌浆水前各处理处于中度水分胁迫, 土壤含水量为 53%~55%; 直到成熟期, S1, S2 才处于极度干旱中, 土壤含水量为 31%~38%, S3 由于浇灌水的缘故土壤处于中度胁迫。

20~40 cm 只有到浇灌浆水前各处理才处于轻度水分胁迫, 土壤含水量为 56%~60%; 而成熟期 S1, S2 均处于严重水分胁迫, 土壤含水量为 40%~49%, S3 处于轻度水分胁迫。

40~60 cm 土层在拔节之前土壤相对含水量一直维持在 80% 左右, 是小麦正常生长发育的理想含水量; 拔节后波动较大, 呈逐渐下降的趋势, 尤其是 S1, S2 成熟期处于重度胁迫下, 土壤相对含水量仅为 43%~50%, 说明小麦耗水主要集中在拔节以后。

60~150 cm 土层相对含水量直至灌浆中期都基本没有大的变化, 说明灌溉在提高浅层含水量的同

时, 削弱了深层土壤水分含量的变化, 即降低了冬小麦对土壤深层水分的利用能力。只有到成熟期 S1, S2 的 60~80 cm 土层才处于轻度胁迫, 说明在生育后期提高了对深层水分的利用。

总的看来, 由于 2004 年春季雨水较多, 所以造成胁迫强度较小, 胁迫时间较短, 这对于小麦的生长很有利。虽然只有在生育中后期造成较重的胁迫, 但仍然能看出, S3 水分利用率小于 S1, S2, 尤其是对深层的土壤水分更是如此。

2.2 对主要功能叶片脯氨酸(Pro)的影响

从图 2 可见, 倒三叶 Pro 含量变化大致分 4 个阶段: 快速下降→升高→下降→快速升高。在全展第 2 d 和第 32 d 时, 即拔节期和开花期前后, 由于轻度的水分胁迫, 使叶片中 Pro 含量均有增加; 到了全展第 46 d 时, 正处于灌浆盛期, S1, S2 由于少浇灌浆水而处于重度水分胁迫下, 所以 Pro 含量急剧增加。

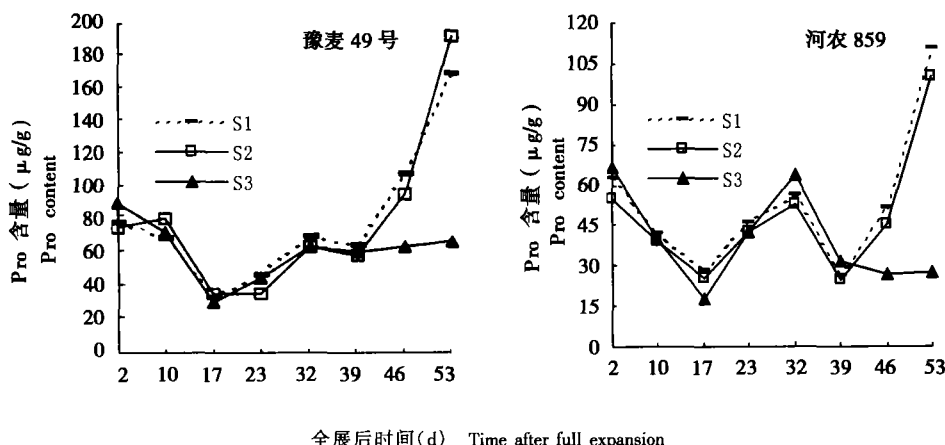


图 2 两个品种在不同灌水条件下倒三叶 Pro 含量的比较

Fig.2 Free proline of the top 3rd leaf of the two cultivars under different irrigation conditions

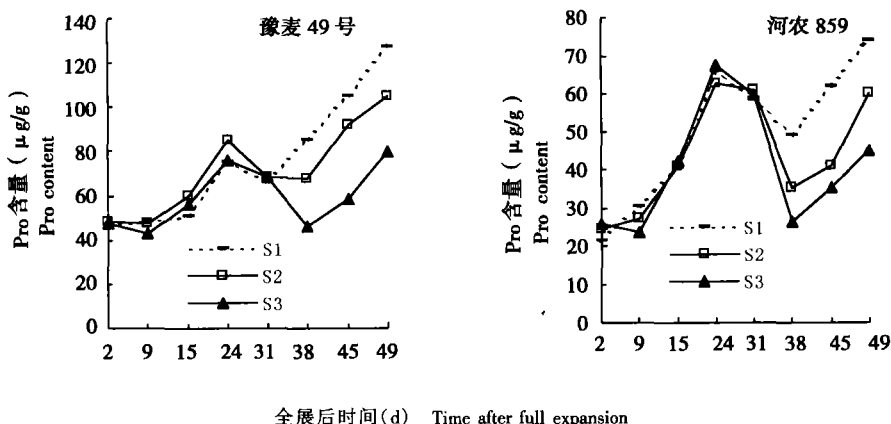


图 3 两个品种在不同灌水条件下倒二叶 Pro 含量的比较

Fig.3 Free proline of the top 2nd leaf of the two cultivars under different irrigation conditions

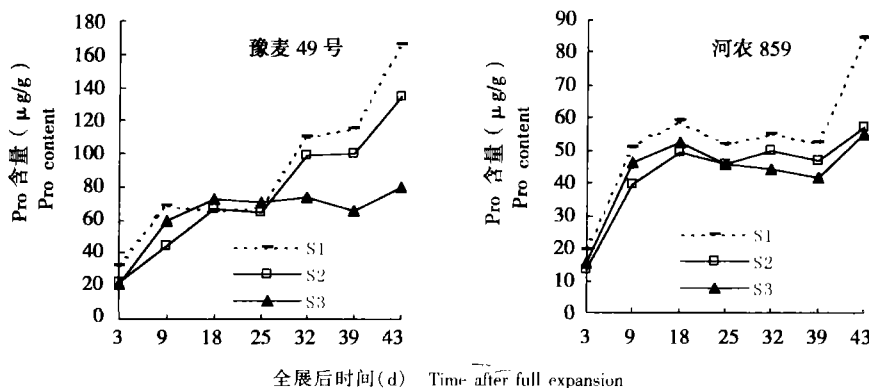


图 4 两个品种在不同灌水条件下旗叶 Pro 含量的比较

Fig.4 Free proline of flag leaf of the two cultivars under different irrigation conditions

从图 3,4 可见,倒二叶和旗叶 Pro 含量变化趋势基本一致,呈上升→下降→快速上升 3 个阶段。它们分别在全展后第 24 d 和第 18 d Pro 含量增加,因为此时正处于开花期,正是对水分需求较大的时期,而相对降雨较少,从而造成一定的胁迫。后期随叶片的衰老,未浇灌浆水的处理 Pro 含量急剧增加。其中,在生育后期,对于豫麦 49 号,其 S3 叶片的 Pro 含量明显低于 S1,S2;而河农 859 的差别较小,尤其是 S2,S3 之间更是如此。水分胁迫使 Pro 含量升高,胁迫越重 Pro 含量越高。豫麦 49 号无论在水分胁迫时还是在水分供应充足时,其 Pro 含量均高于河农 859。

由于从拔节到灌浆前期田间水分处理一致,所以处理间差异不显著,只有在后期 S3 浇灌浆水之后才具有显著的差异。从表 2 中可见,豫麦 49 号各处理间的脯氨酸含量的差值均相应大于河农 859 的,这说明在后期重度的水分胁迫下,河农 859 对胁迫的敏感程度小于豫麦 49 号。倒二叶和旗叶脯氨酸上升值小于倒三叶,说明它们对胁迫的敏感程度小于倒三叶,在一定胁迫下河农 859 仍然能保持较高的生理活动,这一点从其他生理指标上可以得到印证。这也说明小麦抗旱性强弱与脯氨酸积累量之间相关性不大。

表 2 生育后期不同处理间 Pro 的差值

Tab.2 Differences of free proline between treatments in late-growing stage

叶位 Leaf position	全展后时间 (d) Time after full expansion	差值 Differences			
		豫麦 49		河农 859	
		S1-S3	S2-S3	S1-S3	S2-S3
倒三叶 Top 3 rd leaf	46	45.6423	32.2585	24.908	18.2692
	53	102.438	125.431	82.7052	72.9247
倒二叶 Top 2nd leaf	38	38.5764	21.4177	22.4306	8.5320
	45	46.2428	33.2022	26.4245	5.8340
	49	46.9292	25.2234	29.0001	15.0192
旗叶 Flag leaf	32	36.0338	24.7086	10.9222	5.9226
	39	49.3793	34.3175	10.4189	4.9760
	43	85.6967	53.9504	29.1435	1.8611

3 讨论与结论

以上研究结果表明,水分胁迫下脯氨酸积累量与品种抗旱性之间无密切相关关系。水分胁迫下 Pro 是作为渗透调节物质和防脱水剂而起作用的,通过调节而降低细胞水势和保持膨压^[4,5]。一定胁迫下 2 个品种的脯氨酸含量均升高,从而使叶片的渗透调节能力增强。水分胁迫下抗旱性较强的河农 859 脯氨酸积累量低于豫麦 49 号,这一结果与曹仪植的试验结果相似^[6]。

一个品种在特点地区的抗旱性表现是由自身的生理抗性和结构特性以及生长发育进程的节奏与农业气候因素相配合的程度决定^[7]。不同品种的抗旱机制不同,表现在生理特性上也不尽相同^[8]。作物的抗旱性是多种适应方式综合作用的结果,为了实现有限供水高效利用,捕捉作物需水关键期是实现高效补偿供水的关键,所以应改革传统的灌溉制度,灌溉关键水,求得灌溉水的总体效益。

参考文献:

- [1] Steartetal. The role of proline accumulation in halophytes plants[J]. Planta,1974, 120: 279 - 289.
- [2] 张殿忠.测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法[J].植物生理学通讯,1990,(4):62 - 65.
- [3] 邹琦.植物体内游离脯氨酸含量的测定[A].植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.161 - 162.
- [4] 刘祖祺,张石诚.植物抗性生理学[M].北京:中国农业出版社,1994.101 - 111.
- [5] 汤章城.逆境条件下植物体内脯氨酸累积及其可能的意义[J].植物生理学通报,1984,20(1):15 - 26.
- [6] 曹仪植,吕忠恕.水分胁迫下植物体内游离脯氨酸的累积及 ABA 在其中的作用[J].植物生理学报,1985,11(1):9 - 16.
- [7] 景蕊莲.作物抗旱研究的现状与思考[J].干旱地区农业研究,1999,17(2):79 - 85.
- [8] 刘桂茹,张荣芝,卢建祥,等.冬小麦抗旱性鉴定指标的研究[J].华北农学报,1996,11(4):84 - 88.