

不同基因型荞麦生育后期叶片衰老特性研究

巩巧玲,冯佰利,高金锋,高小丽,王鹏科,柴 岩

(西北农林科技大学大宗粮豆研究中心,陕西 杨凌 712100)

摘 要:大田条件下试验观测甜荞西农 9976 和苦荞西农 9920 两种不同基因型荞麦开花至成熟期间主茎叶片衰老特性。结果表明,不同基因型荞麦叶片衰老进程存在着明显差异。与甜荞西农 9976 相比,苦荞西农 9920 生育后期功能叶片的叶绿素含量和可溶性蛋白质含量下降幅度小,SOD、CAT 活性下降缓慢,MDA 含量增加幅度小,叶片功能期长,衰老慢,有助于光合产物的积累。生产实践中,有效控制或延缓荞麦开花节叶片的衰老进程,延长叶片功能期,对提高荞麦产量有十分重要的作用。

关键词:荞麦;叶片衰老;保护酶活性

中图分类号: S517 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)05-0027-05

植物叶片衰老是一种程序性的细胞死亡,是叶片发育的最终阶段^[1],其最明显的外观标志是叶色由绿变黄、脱落。叶绿素和蛋白质含量下降是叶片衰老中最常见的指标,其成分的丧失是叶片衰老中的早期事件,预示着叶片衰老的开始^[2~4],叶绿素降解和光合能力下降是叶片衰老的基本特征。许多研究证明,叶片的衰老和活性氧代谢有关^[5~8],活性代谢产生的自由基和其它活性氧分子会导致叶片损伤及细胞衰老^[9],活性氧的高低可视为植物体自身清除有害物质能力的强弱,标志着叶片衰老程度^[10]。

在农业生产中,由于叶片早衰造成许多作物减产^[11~13]。杨武德等^[14]等研究指出,同化产物的不足是荞麦结实率低的主要和直接原因,荞麦籽粒中的碳水化合物主要来自生殖生长时期的光合作用,而叶片是荞麦光合作用的主要器官。因此,荞麦叶片早衰的快慢和功能期的长短,对荞麦的产量形成有重要作用。关于叶片衰老研究在小麦^[15,16]、水稻^[12,17]、棉花^[13,18~19]等作物上进行了较多的研究,但关于荞麦植株衰老的研究尚未见详细报道。本试验研究了不同基因型荞麦其生育后期叶片衰老特性,探索荞麦植株衰老生理,旨在为荞麦高产优质栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验于 2007 年在西北农林科技大学农作一站

进行。试验材料选用苦荞西农 9920 和甜荞西农 9976。于 7 月 24 日播种,小区面积 10.0 m² (2.0 m × 5.0 m),4 行区,株距 0.17 m,行距 0.50 m,苗齐后每穴留单株定苗,生育期间田间管理按照国家荞麦品种区域试验要求进行。

1.2 测定项目及方法

始花期选生长一致的植株进行标记,从开花 20 d 至成熟期每隔 5~6 d 采样一次,分别取主茎自子叶节向上第 9、10、11 节 3 个开花节位的叶片(依次简称为第 9 叶、第 10 叶、第 11 叶)进行各生理指标的测定。各小区单收考种计产。

1.2.1 叶绿素含量测定 分叶位将叶片剪碎混匀,准确称取 0.08 g 剪碎的样品,置于 20 ml 的具塞刻度试管中,用 80% 的丙酮浸提法测定^[20]。

1.2.2 可溶性蛋白质含量的测定 采用考马斯亮蓝法测定。

1.2.3 酶液制取 取荞麦不同生育期的叶片,去除中脉后剪碎,取 0.500 g 剪碎的样品,置于预冷的研钵中,加入 8 mL 冷的磷酸缓冲液(pH7.8)及少量石英砂,在冰浴中研磨提取,匀浆于 2℃,20 000 r/min 冷冻离心 20 min,上清液即为酶提取液,于 4℃ 冰箱中保存备用。

1.2.4 保护酶活性测定 用 politis 等^[21]和王爱国等^[9]的 NBT 光化还原方法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性,用 Beers 和 Sizars^[22]改进法测定过氧化物酶(CAT)活性, Sigma 法^[22]测定过氧化物酶

收稿日期:2008-03-18

基金项目:科技部科技支撑计划(2006BAD02B06);国家高技术研究发展计划(863 计划)项目(2006AA100201);国家星火计划(2006EA850045);西北农林科技大学植物遗传育种专项(05YZ017-1)

作者简介:巩巧玲(1983—),女,河南安阳人,硕士研究生,主要从事作物高产生态生理研究。E-mail:7237499@163.com。

通讯作者:冯佰利(1966—),男,陕西耀县人,博士,教授,博士生导师,主要从事作物高产生态生理技术及小杂粮栽培、品种资源、育种及产业化开发研究。E-mail:7012766@163.com。

(POD)活性。

1.2.5 丙二醛含量测定 参照高俊凤的硫代巴比妥酸法测定丙二醛(MDA)含量^[23]。

2 结果与分析

2.1 叶片叶绿素含量变化

叶片生育后期叶绿素含量的高低是反映叶片光合性能和衰老程度的重要标志^[24]。图 1 表明,荞麦

开花 20 天后,参试品种不同开花节叶片叶绿素含量随着叶片的衰老呈下降趋势,同一测定时期不同开花节叶片的叶绿素含量表现为第 11 叶>第 10 叶>第 9 叶。不同基因型荞麦品种间比较,西农 9920 各叶片的叶绿素含量高于西农 9976,且叶绿素含量下降幅度小,表明苦荞西农 9920 生育后期叶片叶绿素降解较慢,功能期持续时间长,具有较强的捕光能力,这为光合作用的进行奠定了基础。

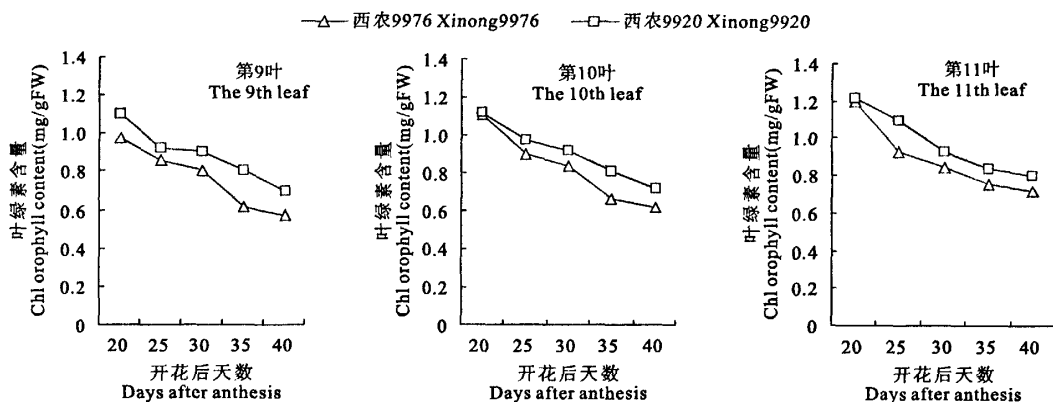


图 1 不同基因型荞麦叶片叶绿素含量变化

Fig. 1 Chlorophyll contents in leaves of different buckwheat genotypes at different flowering nodes

2.2 叶片可溶性蛋白含量变化

由图 2 可知,荞麦开花后,不同基因型荞麦叶片可溶性蛋白含量呈下降趋势,且第 11 叶>第 10 叶

>第 9 叶。与西农 9976 相比,西农 9920 各叶片可溶性蛋白质含量较高,且可溶性蛋白质含量下降速度较慢。

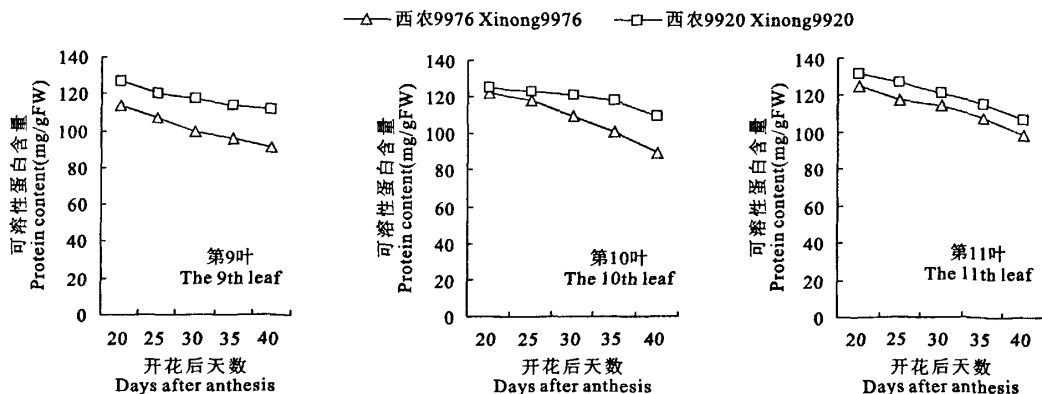


图 2 不同基因型荞麦叶片可溶性蛋白含量变化

Fig. 2 Soluble protein contents in leaves of different buckwheat genotypes at different flowering nodes

2.3 叶片保护酶活性变化

2.3.1 叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性变化 从图 3 可知,随开花后时间的推移,不同基因型荞麦叶片 SOD 活性下降,主茎不同开花节位叶片 SOD 活性

随着叶位的升高而增加,即第 11 叶>第 10 叶>第 9 叶。同一测定时期不同基因型品种间比较,苦荞西农 9920 各叶片的 SOD 活性显著高于同期的甜荞西农 9976。

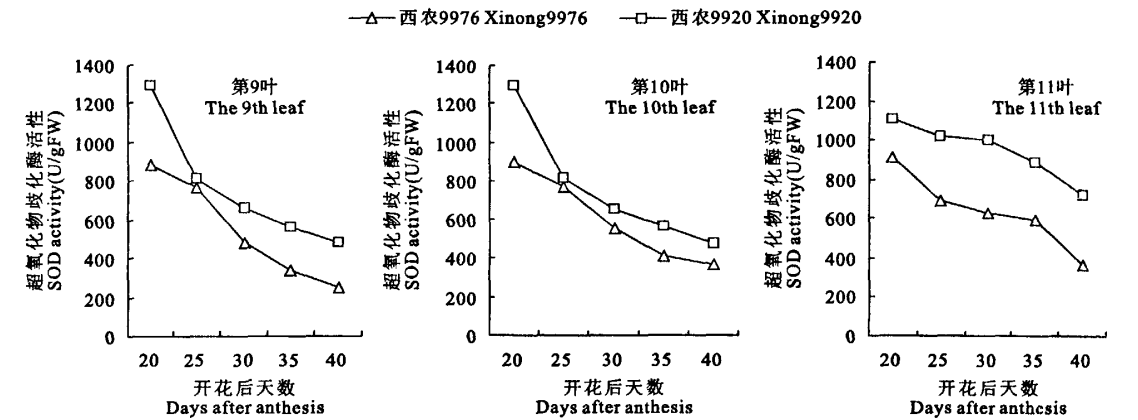


图 3 不同基因型荞麦叶片超氧化物歧化酶活性变化
Fig. 3 SOD activities in leaves of different buckwheat genotypes at different flowering nodes

2.3.2 叶片过氧化物酶(POD)活性变化 图 4 表明,荞麦开花 20 天后,参试荞麦各功能叶片 POD 活性均呈上升趋势,不同开花节叶片 POD 活性相比较为第 9 叶>第 10 叶>第 11 叶,与甜荞西农 9976 相

比,苦荞西农 9920 各叶片的 POD 活性均明显较低,且 POD 活性升高幅度小。表现为苦荞西农 9920 各叶片受伤害程度轻,抗衰老能力强。

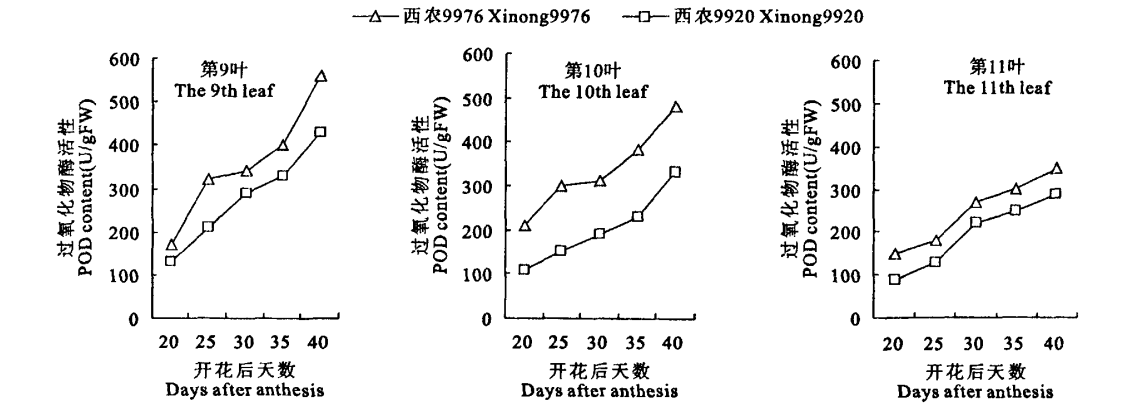


图 4 不同基因型荞麦品种不同开花节叶片过氧化物酶活性变化
Fig. 4 POD activities in leaves of different buckwheat genotypes at different flowering nodes

2.3.3 叶片过氧化氢酶(CAT)活性变化 从图 5 可以看出,荞麦各功能叶片中 CAT 活性随花后天数增加而降低。主茎不同开花节位叶片 CAT 活性表现为第 11 叶>第 10 叶>第 9 叶,品种间比较,苦荞

西农 9920 各叶片的 CAT 活性明显地高于同期的甜荞西农 9976,且变化平缓,在开花 40 天后依然保持相对较高的活性,这对延缓叶片衰老,增加籽粒的干物质积累有重要意义。

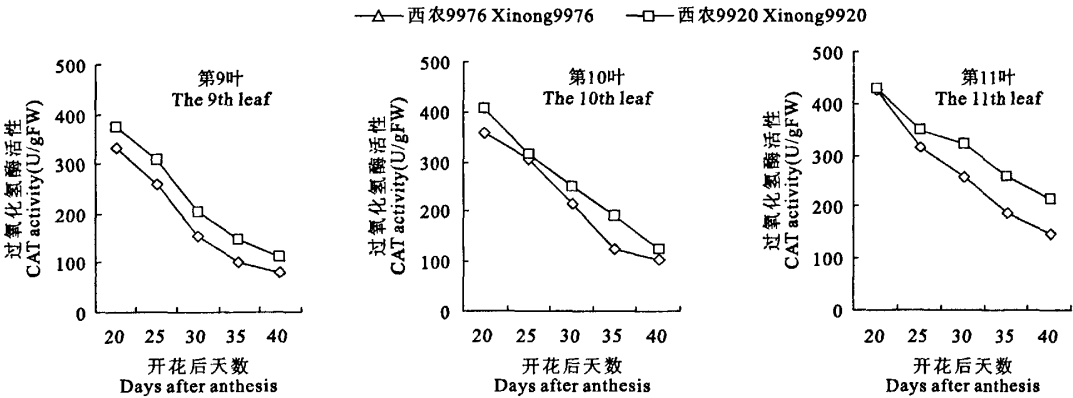


图 5 不同基因型荞麦叶片过氧化氢酶活性变化
Fig.5 CAT activities in leaves of different buckwheat genotypes at different flowering nodes

2.4 叶片丙二醛(MDA)含量变化 叶片表现为第 9 叶>第 10 叶>第 11 叶。品种间比较,苦荞西农 9920 各叶片的丙二醛含量较低。如图 6 所示,随着生育进程的推进,参试品种各功能叶片丙二醛的积累量逐渐增多,不同开花节位

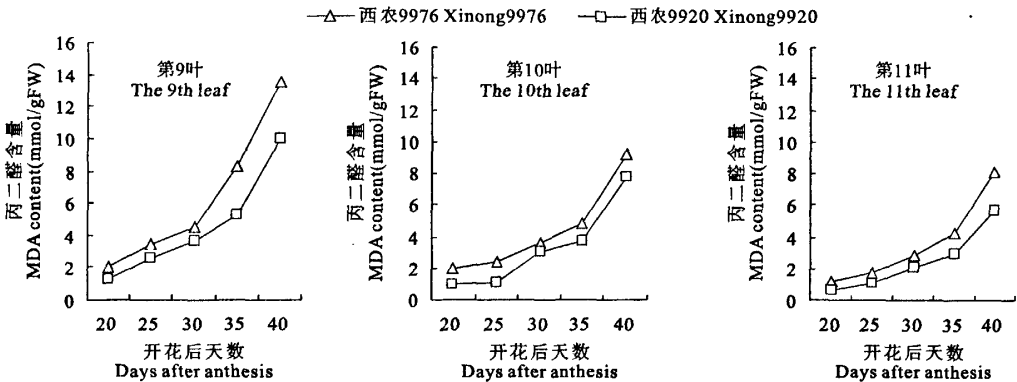


图 6 不同基因型荞麦叶片丙二醛含量的变化
Fig.6 MDA contents in leaves of different buckwheat genotypes at different flowering nodes

2.5 不同基因型荞麦产量性状分析 量增加较慢,使各叶片功能期延长,衰老较慢,有助于生育后期光合产物的积累,保证了植株大量开花结实对养分的需求。由表 1 可知,苦荞西农 9920 的单株粒数和籽粒产量极显著地高于甜荞西农 9976,这可能是苦荞西农 9920 在开花后,保护性酶活性相对较高,MDA 含

表 1 不同荞麦品种的产量与产量结构
Table 1 Yield and yied composition of different buckwheat genotypes

品种 Varieties	株数(株/hm ²) Plants number(plants/hm ²)	株粒数 Seeds/pot	千粒重(g) 1000-seed weight	实收产量(kg/hm ²) Seeds yield
西农 9976 Xinong 9976	240000	208.6±0.46a	45.3±0.0146a	2265.2±0.46a
西农 9920 Xinong 9920	240000	514.9±0.34b	21.5±0.0387b	2653.8±0.34b

注:同列不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。
Note: Values followed by a different letters within each column are significantly difference at 0.05 probability level.

3 讨论

植物体在正常代谢过程中产生一定的自由基($O^{\cdot-2}$ 、 $OH^{\cdot}$ 、 H_2O_2 、 $ROOH$ 和 O_2 统称为活性氧),将导致细胞伤害、酶失活、破坏DNA复制,从而使细胞内部受到损伤,蛋白质合成受阻,启动膜脂过氧化连锁反应,并维持细胞区域化的膜系统受损或瓦解,加速植物的叶片衰老^[25],叶片衰老与活性氧代谢呈正相关^[26]。本研究表明,苦荞西农9920其在生育后期主茎叶片叶绿素和可溶性蛋白质含量高,且下降慢,从而在后期仍维持较高的光合速率,这与前人的研究结果基本一致^[27]。POD在植物体内的作用具有双重性,在衰老前期表现为保护效应^[11],在荞麦开花20天后,POD活性均呈上升趋势,表现为伤害效应。荞麦生育后期,主茎开花节功能叶片的抗活性氧毒害的保护酶SOD、CAT在开花后20天不断降低,植物体内清除活性氧的能力减弱,导致活性氧的产生与清除动态平衡受到破坏,MDA的形成,致使植物组织衰老死亡,这与高小丽等^[11]在绿豆叶片的衰老研究表现基本一致。在生产实践中,延缓荞麦开花节叶片的衰老进程,减少荞麦生育后期功能叶片SOD、CAT活性和可溶性蛋白质含量的下降幅度,延长叶片功能期,对提高荞麦产量有十分重要的作用。

参考文献:

- [1] 王亚琴,梁承邺,黄江康,等.植物叶片衰老的特性、基因表达及调控[J].华南农业大学学报(自然科学版),2002,23(3):87—90.
- [2] 段留生,何钟佩.DPC对棉花叶片发育及活性氧代谢的影响[J].棉花学报,1996,8(6):312—315.
- [3] 陆定志.叶片的衰老及其调节控制[A].北京植物生理学会.植物生理生化研究进展[C].北京:科学出版社,1983.20—52.
- [4] 喻树迅,黄祯茂,姜瑞云,等.几个短季棉品种叶片衰老特征的研究[J].棉花学报,1994,6(增刊):31—35.
- [5] 许长成,邹琦.大豆叶片早促衰老及其与膜脂过氧化的关系[J].作物学报,1993,19(4):359—364.
- [6] ZHANG J X, KIRKHAM M B. Drought-stress-induced changes in activities of superoxide dismutase, catalase, and peroxidase in wheat species[J]. Plant Cell Physiol, 1994, 35(5):785—791.
- [7] 闫成仕.水分胁迫下植物叶片抗氧化系统的响应研究进展[J].烟台师范学院学报(自然科学版),2002,18(2):220—225.

- [8] 赵丽英,邓西平,山仑.活性氧清除系统对干旱胁迫的响应机制[J].西北植物学报,2005,25(2):413—418.
- [9] Cabello P, Agüera E, Haba P. Metabolic changes during natural ageing in sunflower leaves: (*Helianthus annuus*) expression and activity of glutamine synthetase isoforms are regulated differently during senescence[J]. Physiologia Plantarum, 2006, 128:175—185.
- [10] 魏道智,宁书菊.叶部激素变化与小麦的整体衰老[J].广西植物,2002,22(4):382—384.
- [11] 高小丽,高金峰,冯佰利,等.不同绿豆品种生育后期叶片衰老的研究[J].西北植物学报,2007,27(5):947—953.
- [12] 王旭军,徐庆国,杨知建.水稻叶片衰老生理的研究进展[J].中国农学通报,2005,21(3):187—191.
- [13] 李少昆,陈大茹,尚璐,等.不同时期干旱胁迫对棉花生长和产量的影响,棉花受旱减产原因分析[J].石河子大学学报(自然科学版),1999,3(3):178—182.
- [14] 杨武德,郝晓玲,杨玉.荞麦同化产物的分配规律及其与结实率关系的研究[J].荞麦动态,1993,(1):28—32.
- [15] 杨淑慎,高俊凤,李学俊,等.杂交春性小麦叶片衰老与保护酶系统活性的研究[J].中国农业科学,2004,37(3):460,463.
- [16] 冯佰利,高小丽,王长发,等.干旱条件下不同温型小麦叶片衰老与活性氧代谢特性的研究[J].中国生态农业学报,2005,13(4):74—76.
- [17] 段俊,梁承邺,黄毓文.杂交水稻开花结实期间叶片衰老[J].植物生理学报,1997,23(2):139—144.
- [18] 刘连涛,李存东,孙红春,等.棉花叶片衰老生理研究进展[J].中国农学通报,2006,22(7):316—321.
- [19] 李伶俐,房卫平,谢德意,等.不同熟性棉花品种叶片衰老特性研究[J].棉花学报,2007,19(4):279—285.
- [20] 陈毓荃.生物化学实验方法和技术[M].北京:科学出版社,2002.197—199.
- [21] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants[J]. Plant Physiol, 1977, 59:309—314.
- [22] 施特尔马赫著,钱嘉洲译.酶的测定方法[M].北京:中国轻工业出版社,1992.186—194.
- [23] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版社西安公司,2000.196—197.
- [24] 付国占,李潮海,王俊忠,等.残茬覆盖与耕作方式对夏玉米叶片衰老代谢和籽粒产量的影响[J].西北植物学报,2005,25(1):155—160.
- [25] 梁秋霞,曹刚强,苏明杰,等.植物叶片衰老研究进展[J].中国农学通报,2006,22(8):282—285.
- [26] 宋松泉,傅家瑞.杂交水稻叶片衰老与膜质过氧化作用的关系[J].中山大学学报论丛,1995,(1):15—19.
- [27] 李伶俐,马宗斌,王文亮,等.苗期喷施氮、钾肥对麦套夏棉某些生理特性及产量的影响[J].河南农业大学学报,2004,38(1):33—35.

(英文摘要下转第35页)

收,进而对节约农业用水,提高水分利用效率和扩大水稻种植面积都具有重要意义。

参 考 文 献:

- [1] 汤章诚. 植物干旱生理生态研究[J]. 生态学报, 1983, (3): 196—204.
- [2] 黄义德, 魏凤珍, 李金才. 浅谈水稻覆膜旱作技术和间作技术[J]. 耕作与栽培, 1998, 3: 16—18.
- [3] 黄义德, 方 利, 朱崇庄, 等. 皖西大别山茶稻间作技术及效益分析[J]. 安徽农业大学学报, 1998, 25(3): 291—295.
- [4] 王富荣, 何绍恒, 于万利. 旱作水稻生理特性与栽培技术研究[J]. 吉林农业大学学报, 1982, (2): 1—10.
- [5] 黄义德, 张自立, 魏凤珍, 等. 水稻覆膜旱作的生态生理效应[J]. 应用生态学报, 1999, 10(3): 305—308.
- [6] 黄文江, 王纪华, 赵春江, 等. 旱作水稻幼穗发育期若干生理特性及节水机理的研究[J]. 作物学报, 2002, 28(3): 411—416.
- [7] 黄文江, 王纪华, 赵春江, 等. 水稻旱作条件下渗透调节物质和激素含量的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(1): 61—64.
- [8] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1996. 291—295.
- [9] Eck H V. Effects of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn[J]. Agronomy Journal, 1986, 78: 1035—1040.
- [10] 李金才. 冬小麦湿害的临界期、生理机制及预防措施的研究[D]. 山东: 山东农业大学, 1997.

Effect of dry cultivation of Shanyou 63 on the grain filling characteristics and dry matter accumulation

WANG Jun¹, HUANG Yi-de², HUANG Wen-jiang^{2,3}, DING You-miao¹, CHANG Hong³

(1. Agricultural Technology Service Center of Gaohe Town, Huaining County, Huaining, Anhui 246121, China;

2. Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China;

3. Beijing Agricultural Information Technology Research Center, Beijing, 100097, China)

Abstract: The grain filling characteristics and dry matter accumulation of dry cultivation rice were studied. The time of maximum grain fresh weight of dry cultivation rice (T1 and T2) were ahead of paddy field cultivation rice (CK), the dry cultivation rice led to a shortened filling duration. The grain filling characteristics indicated that the strong tendency grain played an important role in grain filling of T1 and T2, and both the strong tendency and the weak tendency grains played important roles in grain filling of CK. The weak tendency grain of T1 and T2 almost did not contribute to the grain filling and grain weight. It indicated that the lower grain yield of dry cultivation rice was caused by the lacking grain filling of the weak tendency grain. Some cultivation and irrigation method should be carried out to enhance the weak tendency grain filling and the filling spike rate.

Keywords: rice (*Oryza sativa* L); dry cultivation; grain yield; grain filling characteristics

(上接第31页)

Leaf senescence of different buckwheat genotypes at later growing stage

GONG Qiao-ling, FENG Bai-li, GAO Jin-feng, GAO Xiao-li, WANG Peng-ke, CHAI Yan

(Research Center for Minor Cereals and Beans, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Two different buckwheat genotypes were used to study characteristics of the leaf senescence at flower-set caulis nodes from flowering to maturing under field conditions. A significant difference of senescence progresses between two genotypes was showed as: compared to Xinong9920 (Common buckwheat), Xinong9976 (Tartary buckwheat) has a slower reduction in the content of chlorophyll and soluble protein, and also in the activities of SOD and CAT, while a slower increasing MDA's content; These variations in leaf result in prolonging the function durations, delaying senescence, and contribute to accumulation of photosynthetic products.

Keywords: buckwheat; leaf senescence; protective enzyme activity