

文章编号 :1003-8701(2009)01-0029-05

赤眼蜂滞育研究及应用进展

张俊杰,孙光芝,杜文梅,阮长春*

(吉林农业大学生物防治研究所,长春 130118)

摘要 :赤眼蜂滞育技术的研究对赤眼蜂工厂化生产及应用具有重要的意义。本文综述了人工诱导赤眼蜂滞育的环境因子和内在因素对滞育的影响,低温是引起赤眼蜂滞育的最主要因素,光周期是诱导赤眼蜂滞育的另一重要因素。与此同时,母代效应、寄主、诱导时期等也都影响着赤眼蜂滞育,因此针对不同的蜂种必须综合考虑各方面因素才能设计出高效、稳定的滞育诱导措施。

关键词 :赤眼蜂;滞育;诱导;环境因子;内在因子

中图分类号 :Q969.54

文献标识码 :A

Review on Researches and Utilization of Diapause of *Trichogramma spp.*

ZHANG Jun-jie, SUN Guang-zhi, DU Wen-mei, RUAN Chang-chun

(Institute of Biological Control, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: Studies on diapause of *Trichogramma spp.* may be of importance in mass rearing and utilization. The environmental and endogenous factors controlling the diapause were reviewed in the paper. Low temperature is a determinant factor in the induction of this diapause, but photoperiod also plays a major role. And others factors such as the maternal influence, species of the host and induction stages are also considered as influence on evoking diapause. The species of *Trichogramma*, and other factors must be considered in the designation of effective and stable measures for the induction of diapause.

Key words: *Trichogramma spp.*; Diapause; Induction; Environmental factors; Endogenous components

赤眼蜂(*Trichogramma spp.*)是世界范围内鳞翅目害虫生物防治中重要的一种卵寄生性天敌昆虫^[1]。赤眼蜂对害虫的控制效果不仅取决于释放时间和数量,而且与其本身的质量如羽化率、寿命、产卵量及寄生能力等也密切相关^[2-3]。由于目标害虫发生的季节性,在害虫高峰期以前需积累大量的赤眼蜂进行释放,因此储存技术是工厂化生产中至关重要的环节,是保证赤眼蜂灵活、高效应用的前提^[4]。

用于赤眼蜂工厂化生产中的储存方法主要有

两种。利用低温冷藏是目前工厂化生产中广泛应用的技术,但寄生卵冷藏超过 30 d 后羽化率降低,畸形蜂增加,赤眼蜂质量受到严重影响^[5-6]。滞育是实现赤眼蜂中长期贮存的重要途径,由于赤眼蜂在生物防治中的广泛应用使其滞育技术研究备受关注^[7-8]。世界上已经对 10 多种赤眼蜂的人工诱导滞育做过研究,诱导条件在不同的赤眼蜂种类、寄主种类间表现不同^[9-30]。本文就影响赤眼蜂滞育的环境因子(光照、温度)、内在因素(母代效应、寄主、诱导时期)以及滞育的应用等方面进行综述,为赤眼蜂滞育的进一步应用及其相关研究提供参考。

1 影响滞育的环境因子

1.1 温度对赤眼蜂滞育的影响

大多数越冬昆虫可以直接选择合适的越冬场

收稿日期 :2008-12-25

基金项目 :国家自然科学基金项目(30771433)、吉林省教育厅资助项目(吉教科合字 2005 第 39 号)

作者简介 :张俊杰(1979-),男,研究实习员,硕士,主要从事有害昆虫生物防治研究。

通讯作者 :阮长春,男,副研究员,E-mail:bio-control@126.com

所,通过生理变化等度过不适合或极端的环境条件,而赤眼蜂是以预蛹在寄主卵中滞育越冬的^[7]。引起赤眼蜂滞育的因素有很多,其中温度被认为是最主要因素,适合的低温条件可以诱导大多数赤眼蜂进入滞育^[7,9-11]。

1.1.1 变温

在自然条件下,当气温降低到一定程度后赤眼蜂即进入滞育越冬,到第2年春天气温恢复,滞育解除。Rossi等研究发现,当自然界温度降到7~10℃时,广赤眼蜂(*T. evanescens*)和卷蛾赤眼蜂(*T. cacociae*)发育到预蛹阶段滞育越冬^[12]。寄生在柳毒蛾(*Stilpnotia salicis*)卵内的舟蛾赤眼蜂(*T. closterae*),当自然界气温降到7.4℃以下,以预蛹滞育越冬,第2年气温回升到7.5℃以上,滞育解除,个体继续发育^[13]。在人工控制条件下,利用23~15℃和23~11℃变温可成功诱导广赤眼蜂进入滞育,滞育率分别达71.67%和92.16%^[14]。利用16~25℃与7℃、16~19℃与10℃和19~4℃等多个变温组合都能引起松毛虫赤眼蜂(*T. dendrolimi*)很高的滞育率,其中最高在69.4%~90.6%^[15],马春森等利用13~7℃的变温诱导松毛虫赤眼蜂28 d后也可达到60%~70%滞育率^[16]。

1.1.2 恒温

相对于变温来说,恒温条件更容易控制。在室内可以成功利用恒低温稳定诱导赤眼蜂滞育,针对不同蜂种,引起滞育的温度也略有差异。恒温诱导滞育的温度基本接近于赤眼蜂的发育起点温度,如*T. cordubensis*发育起点温度10.4℃,在10℃诱导效果最佳,诱导处理30 d可使90%以上个体进入滞育^[17]。12.5℃和15℃是引起显棒(*T. semblidis*)、暗黑赤眼蜂(*T. pintoii*)、广赤眼蜂、食胚赤眼蜂(*T. embryophagum*)和*T. principium*的关键温度^[9]。15℃恒温可以稳定诱导微小赤眼蜂(*T. minutum*)和广赤眼蜂进入滞育,滞育率在91%以上^[11,14]。10~13℃为诱导松毛虫赤眼蜂滞育的适宜温度,可使65%以上的个体滞育,其中10℃诱导效果最佳,诱导4周后可达84.3%^[15,18]。甘蓝夜蛾赤眼蜂(*T. brassicae*)在10℃下诱导30 d滞育率可达82.5%以上,11℃下诱导30 d可达到92.5%^[19]。

1.2 光周期对滞育的影响

光周期是继低温之外,另一个影响赤眼蜂滞育的重要因子。光周期对赤眼蜂当代滞育的影响,一般需要通过与低温组合才能反映出来^[20]。亚洲玉米螟赤眼蜂(*T. ostrinae*)、稻螟赤眼蜂(*T. japon-*

icum)、拟澳洲赤眼蜂(*T. confusum*)、松毛虫赤眼蜂、*T. cordubensis*、甘蓝夜蛾赤眼蜂等均是在适合滞育诱导的温度与8~12 h的短光照组合下成功诱导滞育^[17,19,21-22]。但上述研究并未设计不同的光照组合来验证短光照在滞育诱导中的作用。Zaslavski等研究表明,在适当的低温条件下,广赤眼蜂、食胚赤眼蜂、暗黑赤眼蜂当代诱导滞育对光周期反应不敏感^[9]。朱涤芳等研究了全光照和全黑暗条件对广赤眼蜂滞育的影响,认为低温是诱导赤眼蜂当代滞育的主要因素,低温下光照时间长短对滞育个体数的影响不大^[14]。

2 内在因素

2.1 母代效应

2.1.1 母代光周期

对大多数赤眼蜂的研究表明,光周期对赤眼蜂当代滞育的影响不大^[7,11,17],而母代光周期对子代滞育影响显著,尽管这种影响表现在诱导温度与发育起点温度相接近时^[10,23,24]。卷蛾赤眼蜂的滞育受母代光周期的影响显著,当温度足够低(10℃)的时候,该影响表现的非常弱;但是在较高温度13℃时,如果母代经历L10:D14的短光照,大多数个体进入滞育,而在L16:D8长光照条件下,大多数个体停止发育(quiescence)^[23]。*T. principium*和食胚赤眼蜂均表现为长日照发育型(12~15 h),在12.5℃短光照条件下,无论母代经历光照的长短,*T. principium* 100%进入滞育,而在15℃条件下,母代经历短光照后可以增加子代的滞育率;食胚赤眼蜂在15℃、12 h短光照下最大滞育率为20%~45%,而在极长光照(>18 h)和极短光照(<6 h)条件下滞育率都非常低^[9,24,25]。对不同发育阶段赤眼蜂光照敏感期的研究表明,食胚赤眼蜂发育到蛹期时对光照的反应是最敏感的,在这个时期,母代经历1 d的短光照(L12:D12)就可以引起大多数子代个体进入滞育,而对长日照(L20:D4)的反应却相对较弱,在羽化出蜂前2~3 d至少2 d的长光照才能起到抑制滞育的作用^[26]。

2.1.2 母代日龄

成蜂的日龄在某些特定条件下对滞育也有影响,例如食胚赤眼蜂在20℃,L16:D8光照条件下,1~2日龄的赤眼蜂子代滞育率最高达15%,在9~11日龄时下降到0~5%,在老龄15~17 d时,又稍微增加^[25]。但由于赤眼蜂寿命受温度和光照影响较大,在工厂化生产中,为了保证发育齐

一,产卵寄生一般控制在 48 h 以内,因此这种影响的实际意义不大。

2.1.3 世代差异

在稳定条件下连续世代繁育的赤眼蜂对完全同样条件处理的滞育诱导表现出强烈差异。广赤眼蜂在滞育条件(15℃,12 h)下连续繁育 26 代,第 26 代和第 17 代滞育率分别为 60%和 10%,差异极显著;而在较高温度(25℃,12 h)下,第 26 代和第 17 代滞育率分别为 68%和 94%^[9]。松毛虫赤眼蜂同一种群的滞育率在代别间也出现了极显著的差异^[22]。这种变化在实验室条件下大量繁育赤眼蜂时发生,并可能表现周期性的特征^[9,22]。这种不稳定因素的原因还有待深入研究加以明确。

2.2 寄主对滞育的影响

不同赤眼蜂种类在不同寄主上受滞育诱导的反应是不同的。淮北地区自然界的舟蛾赤眼蜂 10 月上旬在柳毒蛾卵内寄生能进入滞育越冬,而在蓖麻蚕 (*Attacus cynthia ricini Boisduval*) 卵内寄生,只有 10 月下旬后寄生的才能越冬^[13],说明该蜂种在不同寄主卵内对外界温度条件的滞育反应不同。李丽英等对我国 4 种赤眼蜂进行的试验表明,寄生于麦蛾(*Sitotroga cerealella*)卵内的稻螟赤眼蜂、亚洲玉米螟赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂可获得 63.8%~97.9%的滞育率,在米蛾卵(*Corcyra cephalonica*)内或松毛虫赤眼蜂在柞蚕卵(*Antheraea pernyi*)内滞育率均低于 50%,而拟澳洲赤眼蜂在上述 3 种寄主卵内滞育比例极低^[21]。Laing 等研究认为寄主的滞育控制着赤眼蜂的滞育,15℃,12L:12 D 条件下,微小赤眼蜂(*T.minutum*)寄生滞育的铁杉尺蛾(*Lambdina fiscellaria*)卵能滞育,而在地中海粉斑螟(*Ephestia kuehniella*)、云杉色卷蛾(*Choristoneura fumiferana*)及麦蛾卵中均不能滞育^[10],而 Babendreier 等研究得出,在自然条件下甘蓝夜蛾赤眼蜂不需要滞育的寄主卵也能正常滞育越冬^[27]。存在上述差异的原因可能是赤眼蜂在不同种类、形态、寄主卵内的发育速率、发育起点不同以及寄主卵物理、生理、生化条件不同所致。

同时复寄生也可降低广赤眼蜂的滞育比率,在相同条件下,1:5 接种比例的滞育率为 54.62%~70.72%,远低于 1:15 接种比例的滞育率 93.56%~93.88%^[28]。

2.3 诱导时期

赤眼蜂滞育是一个连锁的诱导反应,从卵期开始至预蛹前期,都可以引起滞育。稻螟赤眼蜂和

亚洲玉米螟赤眼蜂预蛹期较为敏感;广赤眼蜂末龄幼虫对低温最敏感;而对拟澳洲赤眼蜂来说,始蛹期略为敏感^[14,21]。在恒温 11.5℃条件下,由卵至预蛹期间各虫态开始诱导松毛虫赤眼蜂滞育,均能出现滞育个体。其中卵期开始诱导滞育率最高,平均为 68.6%~77.1%,中、后期幼虫开始诱导的滞育率为 57.0%~60.6%,预蛹前期开始诱导的滞育率为 45.7%,前期幼虫和预蛹期开始诱导的滞育率最低,均未超过 20.9%和 21.8%^[15],而在 10℃条件下,26℃发育 2 d 后诱导 32 d 的滞育率最高,发育 4 d 的滞育率非常低(<5%)^[18]。食胚赤眼蜂的卵至幼虫期最为敏感,在这个时期,即使 1 d 的低温(10℃)处理也可以增加诱导(15℃)滞育率^[29]。

变温与恒温诱导滞育的结果无明显差异。仅在变温温度偏高时,可缩短诱导历期^[15]。如恒温 10℃下,诱导 16、18、20、22 d,滞育率分别只有 1%、15%、25%、48%,当诱导时间延长到 28 d 时,滞育率达 84%^[18];在 13~7℃变温条件下,当诱导时间从 13 d、22 d 至 28 d 时,滞育率从 10%上升到 60%并进一步上升到 71%,此后滞育率在较高水平波动^[16]。利用 10(11)~18℃的变温诱导寄生在麦蛾卵内的甘蓝夜蛾赤眼蜂滞育,20 d 几乎不能诱导滞育,当诱导历期达 30 d 滞育率显著提高,最高滞育率达 27.5%^[19]。

3 滞育的解除及应用

滞育是昆虫长期适应不良自然环境而获得的一种生存本领。在冬季低温来临之前,受到外界不良环境条件的刺激后开始进入滞育,以保证渡过寒冷的冬季。舟蛾赤眼蜂在气温降到 7.4℃以下进入滞育,并能在 -10℃~-18.8℃的低温条件下安全越冬^[13]。甘蓝夜蛾赤眼蜂可以在多种寄主卵上渡过 -15~-20℃的冬季^[27]。广赤眼蜂甚至可以承受 -33~-37℃低温^[7]。

赤眼蜂滞育后,需经过一段时间的低温后才能完成滞育发育。寄生在铁杉尺蛾卵中的微小赤眼蜂,其滞育发育需处在 2℃下 28 d 才能完成,在 300 d 后仍可得到 50%以上的羽化率^[11]。滞育的广赤眼蜂在 3℃下贮存 1~2 个月,羽化率很低,3 个月以后才增高,4~5 个月时最高,分别为 90.45%和 84.74%,经 10 个月冷贮,羽化率仍可达 50%左右^[14]。*T. cordubensis* 滞育后在 3℃下存放 6 个月仍保持高羽化率^[17]。

田间释放滞育的松毛虫赤眼蜂、拟澳洲赤眼

蜂和玉米螟赤眼蜂防治甘蔗螟的效果表明, 滞育赤眼蜂活性强, 寄生率明显好于非滞育蜂^[30]。但经过滞育的甘蓝夜蛾赤眼蜂在田间释放后第 1 d 表现出较低寄生率, 到第 4 d 时就不同程度的消失^[31]。出现这种情况的原因可能是滞育赤眼蜂活动习性下降, 建议在应用赤眼蜂防治害虫时应适当加大放蜂密度^[32]。

4 小结与展望

赤眼蜂滞育技术的应用, 可以使生产厂家灵活掌握生产时间表, 延长生产周期、扩大生产规模。同时可以改善厂房设备闲置浪费以及蜂种继代繁育退化等问题。但是, 引起赤眼蜂滞育的环境因子和内在因素间的相互作用以及地区差异, 造成了滞育的不稳定性。因此, 要充分利用赤眼蜂滞育技术, 针对某一既定蜂种必须进一步全面系统的研究。

4.1 针对我国广泛应用的柞蚕卵繁殖的松毛虫赤眼蜂, 研究结果差异较大^[15, 16, 18, 21, 22], 是赤眼蜂种群还是寄主或寄主种群间的差异有待于进一步分析, 为工厂化生产应用提供理论依据。

4.2 滞育的诱导及完成滞育发育需要经历一段较长的时间(一般在 3 个月以上)。尚需探索快速诱导及解除滞育技术的方法, 以便更加灵活的掌握生产。

4.3 关于滞育蜂活性问题, 目前研究报导较少, 且得出的结论大相径庭, 在今后应加强这方面的研究, 为实际放蜂应用提供可靠的数据。

4.4 深入到生理生化代谢以及分子生物学水平对滞育的机理进行研究。

参考文献:

- [1] S.A. Hassan. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook [J]. *Pestic. Sci.* 1993, 37 (4): 387-391.
- [2] F. Bigler. Quality control in *Trichogramma* production [J]. *Biological Control with Egg Parasitoids*, 1994, 93-111.
- [3] A. Dutton, F. Cerutti, F. Bigler. Quality and environmental factors affecting *Trichogramma brassicae* efficiency under field conditions [J]. *Entomol. Exper. Appl.* 1996(81): 71-79.
- [4] S.M. Greenberg, D.A. Nordlund, E.G. King. Mass production of *Trichogramma* spp.: experiences in the former Soviet Union, China, the United States and western Europe [J]. *Biocontrol News Inform.* 1996, 3(17): 51-60.
- [5] S.K. Jalali, S.P. Singh. Differential response of four *Trichogramma* species to low temperatures for short term storage [J]. *Entomophaga*, 1992, 37: 159-165.
- [6] R.A. Leopold. Cold storage of insects for integrated pest management [J]. Boulder: Westview Press, 1998, 235-267.
- [7] G. Boivin. Overwintering strategies of egg parasitoids [J]. *Biological control with egg parasitoids*, Wallingford: CAB International, 1994, 219-244.
- [8] S.M. Smith. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use [J]. *Annu. Rev. Entomol.* 1996, 41: 375-406.
- [9] V.A. Zaslavski, T.Ya. Umarova. Environmental and endogenous control of diapause in *Trichogramma* species [J]. *Entomophaga*, 1990, 35(1): 23-29.
- [10] J. E. Laing, J.E. Corrigan. Diapause induction and post-diapause emergence in *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): the role of host species, temperature and photoperiod [J]. *Can. Entomol.* 1995, 127: 103-110.
- [11] F. Pintureau, J. Daumal. Effects of diapause and host species on some morphometric characters in *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) [J]. *Experientia*, 1995, 51: 68-72.
- [12] Rossi M.M. Étude bioécologique des parasitoides oophages *Trichogramma cacoeciae* Marchal et *T. evanescens* West. (Hym., Trichogrammatidae) et du parasitoïde nymphal *Dibrachys affinis* Masi (Hym., Pteromalidae) associés à *Lobesia botrana* Den. and Schiff. (Lep.: Tortricidae). PhD Thesis. Université de Rennes I, U.F.R. Sciences et Philosophie, 1993, 109.
- [13] 田坤发, 杨瑞祥, 姜永利. 舟蛾赤眼蜂自然越冬规律的研究 [J]. *昆虫天敌*, 1998, 20(3): 106-111.
- [14] 朱涤芳, 张敏玲, 李丽英. 广赤眼蜂滞育及储存技术研究 [J]. *昆虫天敌*, 1992, 14(4): 173-176.
- [15] 张荆, 王金玲, 杨长城, 等. 利用低温诱导松毛虫赤眼蜂滞育技术研究 [J]. *沈阳农业大学学报*, 1994, 25(3): 254-258.
- [16] 马春森, 陈玉文. 二步中低变温对松毛虫赤眼蜂滞育的诱导作用 [J]. *植物保护学报*, 2005, 2(32): 174-178.
- [17] P. V. Garcia, E. Wajnberg, J. Pizzol, M.L.M. Oliveira. Diapause in the egg parasitoid *Trichogramma cordubensis*: role of temperature [J]. *J. Insect Physiol.* 2002, 48: 349-355.
- [18] 马春森, 陈玉文. Effects of constant temperature, exposure period, and age on diapause induction in *Trichogramma dendrolimi* [J]. *Biological Control*, 2006, 36: 267-273.
- [19] 宋凯, 郑礼. 甘蓝夜蛾赤眼蜂滞育研究 [J]. *河北农业科学*, 2003, 7(1): 22-26.
- [20] V. A. Zaslavski, T. Ya. Umarova. Photoperiodic and temperature control of diapause in *Trichogramma evanescens* Westw. [Hymenoptera, Trichogrammatidae] [J]. *Entomol. Obozr.*, 1981, 60: 721-731 (in Russian).
- [21] 李丽英, 朱涤芳, 陈巧贤, 等. 低温诱导赤眼蜂滞育与记住的关系 [J]. *昆虫天敌*, 1992, 14(3): 117-125.
- [22] 刘树生, 施祖华, 邵明江, 等. 松毛虫赤眼蜂种间生物学特性的比较研究 V. 对滞育诱导的反应 [J]. *生物防治通报*, 1994, 10(4): 145-150.
- [23] P. Jeannine, P. Bernard. Effect of photoperiod experienced

by parents on diapause induction in *Trichogramma cacoeciae* [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2008, 127: 72-77 .

[24] S.Ya. Reznik, T.S. Kats. Exogenous and endogenous factors inducing diapause in *Trichogramma principium* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) [J]. *Entomol. Obozr.* 2004, 83 (4): 776- 786 .

[25] S.Ya. Reznik, T.S. Kats, T.Ya. Umarova, N.D. Voinovich. Maternal age and endogenous variation in maternal influence on photoperiodic response in the progeny diapause in *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) [J]. *Europ. J. Entomol.* 2002, 99: 175- 179 .

[26] M. F. Ivanov, S. Ya. Reznik. Photoperiodic Regulation of the Diapause of the Progeny in *Trichogramma embryophagum* Htg. (Hymenoptera, Trichogrammatidae): Dynamics of Sensitivity to Photoperiod at the Immature Stages of Maternal Females *Entomological Review*, 2008, 3(88): 255- 264 .

[27] D. Babendreier, S. Kuske, F. Bigler. Overwintering of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* in Northern Switzerland

land[J]. *BioControl*, 2003, 48: 261- 273 .

[28] 李丽英, 朱涤芳. Intraspecific variation and the role of superparasitism in diapause induction of *Trichogramma evanescens* Westwood [J]. *Entomologia sinica*, 1995,2 (4) : 337- 344 .

[29] S. Ya. Reznik, N. P. Vaghina, N. D. Voinovich. Diapause induction in *Trichogramma embryophagum* Htg. (Hym., Trichogrammatidae): the dynamics of thermosensitivity [J]. *J. Appl. Entomol.* 2008, 502- 509 .

[30] 未涤芳, 陈巧贤, 刘文惠, 等. 田间释放经滞育冷藏的赤眼蜂防治甘蔗螟虫效果初报[J]. *昆虫天敌*, 1992, 14(3) :130- 132 .

[31] S. J. van , W.J. Ravensberg. Some aspects on the storage and application of *Trichogramma maidis* in corn. *Trichogramma and other egg parasitoids*, *Colloques de l'INRA* 1990 56: 239- 242 .

[32] Francois Pompanon, Michel Boulé treau. Effect of diapause and developmental host species on the circadian locomotor activity rhythm of *Trichogramma brassicae* females[J]. *Entomologia experimentalis et applicata*, 1997, 82: 231- 234 .

(上接第 2 页)

2.4.4 选择适宜的收获期

适当晚收有明显降水作用,在我国北方一年一作区,只要结冻之前在不影响秋整地的前提下,可尽量晚收,实践证明在 10 月 10 日收获是可行的。

2.4.5 玉米站秆扒皮晾晒

在玉米子粒蜡熟期在植株上把果穗苞叶扒开,使整个果穗子粒暴露在外,可明显加快子粒的降水速度,降低收获含水量,如表 5。站秆扒皮正常收获较对照降水低 6 个百分点,扒皮加晚收可

表 5 玉米站秆扒皮晾晒的降水效果

%

收获日期	9月28日收			10月10日收		
	含水量	降水(较对照)	日均多降水(9.12~9.28)	含水量	降水(较对照)	日均多降水(9.12~9.28)
扒皮	27.2	6.0	0.375	21.0	7.5	0.625
CK	33.2			28.5		

注:品种为铁单 15。

降水 12.2 个百分点,使收获含水量降至 21%。

2.4.6 提高果穗间含水量均一性措施

适期播种、精细播种,保证苗齐、苗全、苗壮,提高田间植株和果穗整齐度,减少小株小穗。收获时剔除单株明显高水分的果穗。含水量明显不同的品种,不混杂,要单独晾晒。小栈子晾晒,直径不宜超过 1.5 m。

2.4.7 提倡脱粒晾晒

现在农户玉米是脱粒后即装袋出售,缺少脱粒后的晾晒环节。试验表明,脱粒后晾晒 22.3%含水量的玉米,日降水都在半个水以上,晾晒 8 d 可降至 18%含水量以下,并可提高子粒含水量的均一性,可节省烘干时的能源消耗,如表 6。

表 6 脱粒后风干的降水效果

脱粒含水量	风干 8 d 含水量	日降水	风干 12 d 含水量	日降水
22.3	17.7	0.58	16.0	0.53

注:品种为郑单 958。

中部地区建议选择中晚熟的优良种群,如郑单 958、先玉 335 和银河 101 等。

种植密度为 6.0 万~7.5 万株/hm²,氮、磷、钾施肥比例为 1:05:0.5,即公顷施 N 200 kg, P₂O₅ 100 kg, K₂O 100 kg。

适时晚收,提倡玉米秋收前站秆扒皮晒和脱粒后晾晒玉米子粒。

参考文献:

[1] 马兴林,关义新,逢焕成,等. 种植密度对 3 个玉米杂交种产量及品质的影响[J]. *玉米科学*, 2005, 3(3) :84- 86 .

[2] 关义新,马兴林,凌碧莹. 种植密度与施氮水平对高淀粉玉米郑单 18 淀粉含量的影响[J]. *玉米科学*, 2004, 12(专刊) :101- 103 .

[3] 王鹏文,戴俊英. 玉米种植密度对产量和品质的影响[J]. *玉米科学*, 1996, 4(4) :43- 46 .

[4] 石德权,郭庆法,汪黎明,等. 我国玉米品质现状、问题及发展优质饲用玉米对策[J]. *玉米科学*, 2001, 9(2) :2- 7 .

[5] 赵光明. 改善玉米品质、推广优质玉米[J]. *玉米科学*, 2000, 8 (1) :8- 10 .

[6] 顾晓红. 中国玉米种质资源品质性状的分析与评价[J]. *玉米科学*, 1998, 6 (1) :14- 16 .

3 讨 论