北 方 园 艺
Northern Horticulture
2018(02):52-58 ·研究论文·

doi:10.11937/bfyy.20171515

不同苹果品种成熟期淀粉染色图谱的建立

何婉茹,王俊峰,李高潮,任小林

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

摘　要:以陕西省千阳地区主栽苹果品种"金冠""乔纳金""富士"和"澳洲青苹"为试材,测定了各品种成熟过程中硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量和淀粉指数,分析了各采收期苹果果实横切面淀粉染色程度,制作了4个苹果品种成熟期的碘-淀粉染色图谱,以期为陕西省千阳地区苹果采收期的判断提供参考依据。结果表明:苹果成熟过程中,4个苹果品种的淀粉指数均与果实硬度和可滴定酸含量呈显著负相关,与可溶性固形物含量和着色率呈显著正相关。碘-淀粉染色图谱可以客观反映苹果成熟度。

关键词:苹果;采收期;淀粉染色图谱

中图分类号:S 661.101　**文献标识码**:A　**文章编号**:1001-0009(2018)02-0052-07

陕西省是中国最大的苹果生产基地之一,是世界最著名的苹果优生区[1],也是全球连片栽植苹果面积最大的地区[2]。近年来随着陕西苹果的大量出口,欧美等国果商提出需建立科学且易于推广的判定采收成熟度方法,以确保苹果的科学采收和贮藏质量[3]。苹果采收期直接影响苹果的产量、品质及贮藏性。采收过早,果实发育不完全,果个轻、外观色泽差,含糖量低、品质差;若采收过晚,果肉发绵快,抗病能力降低,不耐贮藏。只有适期采收,才能达到最佳的果实食用品质,贮藏寿命最长,从而获得较高的收益[4]。

由于不同年份及地区间果实成熟度存在一定差异,单纯依靠传统的日历日期难以准确判定各品种的适宜采收期[3]。目前千阳地区的广大种植户还是依靠传统的坐果天数来确定采收期,但果实的成熟度受降雨量、温湿度、气候等外界环境的影响,单靠坐果天数来确定采收期存在很大的不确定性。例如2016年海升千阳苹果基地"金冠"苹果盛花期为4月16日,生理成熟期为花后150 d,即9月13日苹果达到园艺学成熟度。而在8月31日"金冠"苹果淀粉染色指数以及相关生理指标已经达到园艺学成熟度,此时开始大面积采收。由此可见单靠坐果天数判断成熟期存在很大的盲目性。此外在实验室通过测定苹果果实品质来确定果实成熟度的方法虽然可靠,但操作过于复杂,对试验仪器要求较高,因此不利于推广到生产实践中[5]。大量研究表明,用碘-淀粉染色法直接观察染色面积的大小,是判断苹果成熟度简便可靠的有效方法[6-9],而且成本较低,便于推广。国内外已建立了'McIntosh'[10]"元帅""乔纳金"[11]"嘎拉""秦冠""富士"[3]和"粉红女士"[12]等苹果品种果实成熟期的碘-淀粉染色图谱,制作的淀粉染色图谱在生产上已被广泛应用。目前尚未建立千阳地区"金冠""乔纳金""富士"和"澳洲青苹"苹果品种的碘-淀粉染色图谱,因此,该研究以4个苹果品种"金冠""乔纳金""富士"和"澳洲青苹"为试材,制定了4种苹果品种不同成熟度的淀粉染色参照图,以期为千阳地区这4个苹果品种的科学采收提供参考依据。

第一作者简介:何婉茹(1992-),女,山西运城人,硕士研究生,研究方向为果实采后处理及贮藏保鲜。E-mail:934813796@qq.com.

责任作者:任小林(1964-),男,陕西永寿人,教授,博士生导师,现主要从事果实采后处理及贮藏保鲜等研究工作。E-mail:renxl@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:农业部现代农业技术体系苹果专项资助项目(MATS)。

收稿日期:2017-09-04

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的“金冠”“乔纳金”“富士”和“澳洲青苹”苹果果实均采自陕西省千阳县南寨镇西北农林科技大学苹果试验站。

1.2 试验方法

1.2.1 样品的采集

每个品种在果园不同区域随机选取长势相似、树体健壮、无病虫害苹果树5株，挂牌标记。于2016年8月1日至12月1日，在4个苹果品种理论成熟期前1个月左右开始采收，每次采收间隔2～7 d，直至果实淀粉基本水解完为止。采收分别从每株苹果树树冠外围到内膛及树体上下6个方位随机采摘果个大小均匀的6个果实，每次共采摘30个，供试苹果均不套袋，当天带回实验室，备用。

1.2.2 淀粉图谱的制定

1)碘-碘化钾溶液配制。准确称取8.8 g碘化钾，量取30 mL预热的蒸馏水搅拌使之完全溶解；再称取2.2 g的碘结晶，加入到已溶解的碘化钾溶液中，充分振荡至完全溶解，用蒸馏水定容至1 000 mL，并罐装于棕色瓶封闭，避光存放备用。

2)染色方法及样品淀粉指数计算。将配制好的碘-碘化钾溶液倒入玻璃培养皿内，溶液深度为5～7 mm，果实从中间横切，将带有果柄端的果实横切面浸入碘-碘化钾溶液中，1 min后取出。将每次采收的果实染色切面分别参照Enza Fruit Maturity Procedures Manual 2011染色图谱进行级别评定，计算样品的染色情况，并拍照记录每次取样的淀粉指数，用于之后淀粉染色图板的制作。淀粉染色指数＝∑(淀粉染色级数×该级果实数)/果实总数。

3)淀粉染色图谱制作。染色图谱共分为8个等级，从保留的样品图谱中选择8个有代表性的图谱，根据果实横切面染色程度，按照由浅到深、染色范围由大到小分为1～8个等级，并找出与8个淀粉等级数相对应的采收期。用Photoshop制图软件制作出“金冠”“乔纳金”“富士”和“澳洲青苹”苹果的淀粉染色图谱。

1.3 项目测定

每次取样后，在采样当日测定苹果常规生理指标。果实硬度采用GS-15型水果质地分析仪测定(探头直径11 mm，测定深度10 mm)；可溶性固形物含量采用日本Atago爱宕PAL-1型数显糖度计测定；可滴定酸含量采用GMK-835F型苹果酸度计测定；每组30个果实，重复3次。

1.4 数据分析

采用SPSS软件对测定数据进行差异显著性比较和相关性分析，采用Origin(version 8.0)软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 苹果成熟过程中果实品质的变化以及各生理指标与淀粉指数的相关性分析

由表1可以看出，随着苹果成熟度的增加，4个苹果品种果肉硬度均呈下降趋势，其中“金冠”“乔纳金”“富士”和“澳洲青苹”的硬度下降幅度分别为32.71%、31.93%、24.02%、24.04%，“金冠”的硬度下降幅度最大，“富士”最小。各品种果实随采收期延迟，可溶性固形物含量均明显上升，4个品种“金冠”“乔纳金”“富士”和“澳洲青苹”采收末期可溶性固形物含量分别达到13.88%、13.62%、17.46%、15.76%，其中“富士”可溶性固形物含量变化最大，“乔纳金”变化最小。随着果实成熟度的增加，4个品种果实可滴定酸含量均呈下降趋势，采收末期“澳洲青苹”的可滴定酸含量仍能够达0.44%，可能与品种特性有关。在采收期内“乔纳金”和“富士”果实着色率均快速升高，“富士”苹果前期着色率上升较快，从9月9日的15%上升至10月12日的72%，10月17日以后有所减缓。“金冠”和“澳洲青苹”由于果面色泽不存在红色部分，故其着色率为0%。

由图1可以看出，随着果实成熟度的增加，4个苹果品种的淀粉指数均呈上升趋势。根据表1淀粉指数相关性分析显示，4个苹果品种果实成熟期的淀粉指数变化与果肉硬度、可滴定酸含量、可溶性固形物含量均存在极显著相关性($P<0.01$)，其中淀粉指数变化与果肉硬度和可滴定酸含量呈极显著负相关($P<0.01$)；淀粉指数与可溶性固形物含量呈极显著正相关($P<0.01$)。从

着色率来看,“乔纳金”和“富士”苹果的着色率与淀粉指数变化呈极显著正相关($P<0.01$)。可见,4个苹果品种果实淀粉指数变化与果实品质指标密切相关。

表1 4个苹果品种成熟过程中生理指标的变化及其与淀粉指数的相关性

Table 1 Correlation of four apples varieties between physiological index changes and starch index during the maturation process

苹果品种 Apple variety	采收日期 Harvest date/(月-日)	硬度 Firmness/(kg·cm^{-2})	可溶性固形物含量 SSC content/%	可滴定酸含量 TAC content/%	着色率 Coloring ratio/%
“金冠” ‘Golden delicious’	08-08	10.09a	11.98a	0.58a	0
	08-16	9.26b	11.93a	0.53a	0
	08-23	8.90b	11.74a	0.48b	0
	08-31	7.91c	12.13a	0.50b	0
	09-09	7.55cd	12.34a	0.41b	0
	09-16	7.08cd	13.05b	0.36bc	0
	09-22	7.04d	13.37b	0.32c	0
	09-30	6.79e	13.88b	0.28d	0
	与淀粉指数的相关系数(R) Correlation coefficients against SI	−0.969**	0.919**	−0.984**	
“乔纳金” ‘Jonakin’	08-11	9.52a	12.04a	0.64a	5a
	08-18	8.33b	12.45a	0.62ab	4a
	08-25	8.10b	12.70ab	0.54ab	11ab
	08-29	7.53c	12.85ab	0.51b	22b
	09-07	6.84de	13.18b	0.40c	42c
	09-13	7.17cd	13.23b	0.42c	44c
	09-21	7.04cd	13.38b	0.30d	58c
	09-29	6.48e	13.62b	0.28d	71d
	与淀粉指数的相关系数(R) Correlation coefficients against SI	−0.955**	0.985**	−0.970**	0.960**
“富士” ‘Fuji’	08-22	9.41a	12.34a	0.53a	9a
	09-09	9.23ab	13.11a	0.47a	15a
	09-16	8.72abc	14.47b	0.42ab	24b
	09-23	8.35bc	15.37c	0.39b	36b
	10-07	8.15c	16.21c	0.37b	65c
	10-12	8.07c	16.58c	0.37b	72c
	10-17	7.63d	16.75c	0.31c	75c
	10-24	7.15d	17.46d	0.34bc	78c
	与淀粉指数的相关系数(R) Correlation coefficients against SI	−0.982**	0.958**	−0.928**	0.965**
“澳洲青苹” ‘Granny Smith’	09-16	10.44a	11.60a	0.72a	0
	09-23	10.39a	12.27ab	0.69a	0
	09-30	8.77b	12.34ab	0.61ab	0
	10-10	8.63b	12.93bc	0.61ab	0
	10-24	8.56b	13.30c	0.57b	0
	11-07	8.14b	14.63d	0.53cb	0
	11-14	7.93b	14.81d	0.50cb	0
	11-21	7.93b	15.76e	0.44c	0
	与淀粉指数的相关系数(R) Correlation coefficients against SI	−0.913**	0.980**	−0.982**	

注:同列数据后不同小写字母者表示经LSD检验在$P<0.05$水平上差异显著;**表示在$P<0.01$水平上显著相关。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level by LSD test; ** indicates significant correlation at 0.01 level.

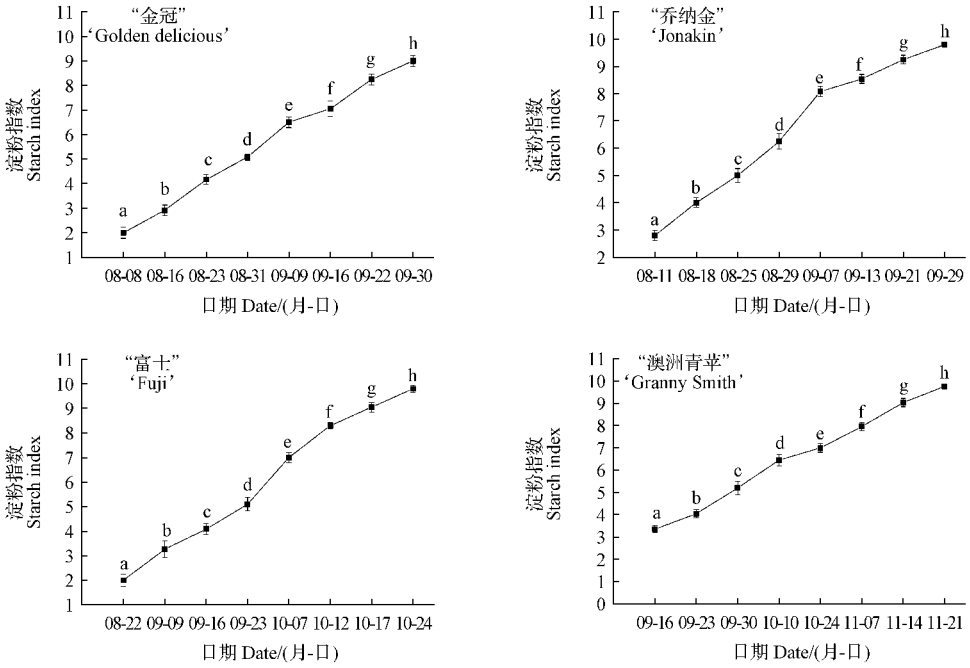


图1　苹果成熟过程中淀粉指数的变化

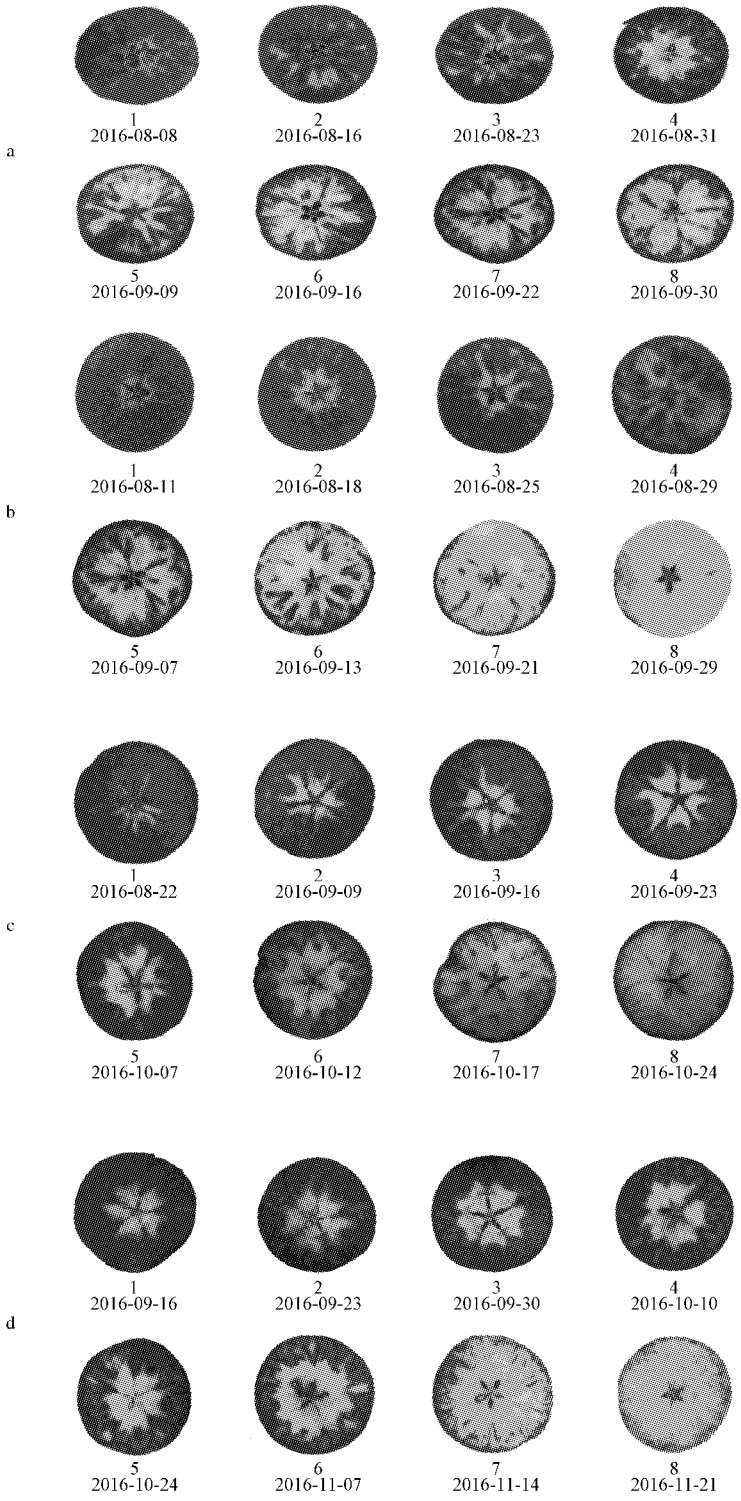
Fig. 1　Variation of starch index during maturing

2.2　4个苹果品种采收期间果实淀粉变化染色图谱

碘-碘化钾溶液染成黑色部分表示有淀粉存在，白色部分表示淀粉已经水解。苹果成熟过程中淀粉逐渐水解转化为糖，水解从果心区域逐渐向外扩展。果实切面的淀粉可与碘-碘化钾反应呈蓝黑色，而单糖与碘-碘化钾不发生反应。参考前人制作的淀粉染色图谱，将4个苹果品种果实淀粉染色图谱按果肉染色程度由深至浅、染色面积由大到小，将淀粉染色分成8个等级，并将每个淀粉染色等级对应的采收期对应标记。其中1级为果肉染色黑色面积最大，白色部分最小，以此类推，8级为果肉染色黑色部分面积最小，白色部分最大。由图2可知，4个苹果品种淀粉染色图谱虽有不同，但变化趋势一致。结合图谱与品质指标分析可知，建议千阳地区用于冷库长期贮藏的苹果，"金冠"品种应在淀粉染色等级为4(即8月31日，盛花后141 d)采收；"乔纳金"应在接近4(即8月31日，盛花后136 d)采收，"富士"淀粉染色等级为6(即10月12日，盛花后179 d)采收，"澳洲青苹"淀粉染色等级为3(即9月30日，盛花后166 d)采收。

3　讨论与结论

果品硬度是反映果实成熟度的一个重要表征特点，研究表明在果品成熟的过程中由于果品细胞壁物质被水解酶降解以及破坏果胶-纤维素-半纤维素总体结构，造成了果实成熟期果肉硬度的下降和品质劣变[13]。可溶性固形物是包括可溶性糖、酸、纤维素等成分的综合型指标，是评价苹果内部品质的重要参数，苹果可溶性固形物含量的有效检测对于苹果的生产流通，保证采后的果品品质至关重要[14]。可滴定酸含量也是评价果实成熟的指标，HARKER等[15]认为可滴定酸含量在评价果实成熟的过程中有着重要作用。该研究在测定"金冠""乔纳金""富士"和"澳洲青苹"苹果成熟过程中的基本品质指标时，结合了苹果成熟过程中碘-淀粉染色指数的变化。试验结果表明"金冠""乔纳金""富士""澳洲青苹"4个品种硬度、可溶性固形物、可滴定酸含量与淀粉指数呈极显著正或者负相关。因此碘-淀粉染色指数的变化可以反映评定苹果的成熟度。



注:a.“金冠”;b.“乔纳金”;c.“富士”;d.‘澳洲青萍’。

Note: a. ‘Golden delicious’; b. ‘Jonakin’; c. ‘Fuji’; d. ‘Granny Smith’.

图 2 苹果果实切面淀粉染色图谱

Fig. 2 Starch staining map of apple section

研究表明，淀粉染色图谱变化能客观地反映果实的成熟度，是一种可靠简便易于推广的判断成熟度方法。虽然同一采收期的淀粉染色状况彼此并不一致，但根据各成熟期的平均染色面积，在不同时期采收的果实其平均染色面积是有明显差异[16]。最早制作'McIntosh'苹果标准参照图谱的是 DAVIS 等[10]；之后，HESSE 等[11] 和 DEHAAS 等[17]认为，淀粉染色图谱能有效的确定采收期。王瑞庆等[3]制作了"嘎拉""秦冠"和"富士"3个苹果品种的淀粉染色图谱，通过淀粉指数与其品质和成熟期的相关性比较，表明二者之间显著相关。所制作的淀粉染色图谱可在"嘎拉""秦冠"和"富士"苹果的商业采收中推广应用。王赵改等[12]以陕西省主栽品种"粉红女士"为试材，分析其成熟阶段的品质指标变化，并制作碘-淀粉染色图谱。结果表明碘-淀粉染色图谱可在陕西省渭北地区"粉红女士"苹果生产中广泛应用。陈其秀等[18]认为，用淀粉-碘染色法确定苹果成熟度是一种实用的方式，在一定程度上可以表征着果品的硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、着色率、内源乙烯等相关指标。该研究结果表明，4个苹果品种果实淀粉指数变化与果实品质指标显著相关，且碘-淀粉染色法观察染色面积的大小，是判定苹果成熟度简便可靠的方法。

根据果实的不同采摘用途，做到适期采收，方能获得较高的经济收益[19]。该研究结果表明，"金冠"和"乔纳金"淀粉染色等级为4达到园艺学成熟度，此时适宜冷库长期贮藏；若用于鲜食或加工，这2种品种淀粉染色等级应达到5～6[20]。通常用于气调贮藏的果实采收应早于冷库贮藏的果实1周左右，用于鲜食的果实应在达到生理成熟期后1周左右采收。可依据实际采后用途，对照制作的淀粉-碘-碘化钾染色图谱确定相应采收期。所制作的碘-淀粉染色图谱可为陕西省千阳地区苹果生产提供一定的参考依据。

参考文献

[1] 周会玲，朱林生，任小林，等. 陕西省苹果贮藏保鲜业存在的问题与发展对策[J]. 北方园艺，2011(12)：163-165.

[2] 国家统计局. 中国统计年鉴 [EB/OL]. http://www.stats.gov.cn/2015-02-29.

[3] 王瑞庆，马书尚，张继澍. 淀粉碘染色法确定苹果成熟度[J]. 西北农林科技大学学报（自然科学版），2010(9)：81-86.

[4] 任小林，李倩倩. 苹果贮藏保鲜关键技术[J]. 保鲜与加工，2013，13(1)：1-8.

[5] 韩小春. 苹果杂交优系生物学习性观察和主要品种适宜采收期研究[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2016.

[6] TRAVERS I，JACQUET A，BRISSET A，et al. Relationship between the enzymatic determination of starch and the starch iodine index in two varieties of cider apple[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture，2002，82(9)：983-989.

[7] CASALS M，BONANY J，CARBO J，et al. Establishment of a criterion to determine the optimal harvest date of 'Gala' apples based on consumer preferences[J]. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research，2006，14(Suppl. 2)：53-54.

[8] TOIVONEN P M A. Influence of harvest maturity on cut-edge browning of 'Granny Smith' fresh apple slices treated with anti-browning solution after cutting[J]. Food Science and Technology，2008，41：1607-1609.

[9] MENESATTI P，ZANELLA A，D' ANDREA S，et al. Supervised multivariate analysis of hyper-spectral NIR images to evaluate the starch index of apples[J]. Food and Bioprocess Technology，2009，2(3)：308-314.

[10] DAVIS M B，BLAIR D S. Cold storage problems with apples[J]. Scientific Agriculture，1936(17)：105-114.

[11] HESSE C O，HITZ C W. Maturity studies with Jonathan and Grimes Golden apples[J]. Proceedings of the American Society for Horticultural Science，1938(36)：351-357.

[12] 王赵改，马书尚，王瑞庆，等. 粉红女士苹果适宜采收期判断方法研究[J]. 中国果树，2011(6)：17-19，87.

[13] 黄海英，李正英，李艳梅，等. 减压贮藏条件下活性氧与丙二醛含量对富士苹果硬度影响的研究[J]. 农产品加工(学刊)，2009(1)：83-85，96.

[14] 樊书祥，黄文倩，郭志明，等. 苹果产地差异对可溶性固形物近红外光谱检测模型影响的研究[J]. 分析化学，2015(2)：239-244.

[15] HARKER F R，WHITE A，GUNSON F A，et al. Instrumental measurement of apple texture：A comparison of the single-edge notched bend test and the penetrometer[J]. Postharvest Biology & Technology，2006，39(2)：185-192.

[16] 王颖，唐士勇，肖韵琴. 富士苹果适宜采收期的研究[J]. 北方果树，1989(3)：8-11，61.

[17] DEHAAS P G，WENNEMUTH L. Ripening and keeping quality of apples in relation to date of picking[J]. Gartenbauwissen-schaft，1964，29：325-346.

[18] 陈其秀，尚立才，刘志治，等. 用淀粉-碘液染色法确定苹果的成熟度和采收期[J]. 甘肃农业科技，1996(2)：36-37.

[19] 高华. 如何确定苹果适宜采收期[J]. 农村实用技术，2010(11)：43.

[20] 王志华，王文辉，姜云斌. 采收期对澳洲青苹苹果采后品质及虎皮病的影响[J]. 保鲜与加工，2010，10(6)：10-14.

北 方 园 艺
Northern Horticulture
2018(02):58-60 ·研究简报·

doi:10.11937/bfyy.20172021

百泰微生物菌剂在乌塌菜生产上的应用

张向华,夏雪梅

(辽东学院 农学院,辽宁 丹东 118003)

摘　要:以常丰乌塌菜为试材,以百泰微生物菌剂为研究对象,利用百泰微生物菌剂及3种叶面肥对乌塌菜进行喷施处理,比较分析了其对乌塌菜产量及品质指标的影响。结果表明:相比3种叶面肥,百泰微生物菌剂能明显提高乌塌菜的产量,最多可增产100%;提高了叶片可溶性固形物及维生素C含量;降低了硝态氮含量,最多可降低76%。从各种指标上看,百泰微生物菌剂在蔬菜生产上有较好的应用前景。

关键词:百泰微生物菌剂;蔬菜生产;乌塌菜

中图分类号:S 634.406^{+}.2　**文献标识码**:B　**文章编号**:1001－0009(2018)02－0058－03

随着我国社会经济的发展,人们更加注重提升生活质量,同时对食物品质的要求也越来越高。百泰微生物菌剂是以活性(菌)物质与来源广泛的有机物料进行生物发酵,制成具有固氮、解磷、解钾,加速有机物分解的活性有机肥。由于百泰微生物菌剂无毒、无害、无污染,并且能够增加作物产量,提高产品品质,因此适用于无公害作物的生产。近几年丹东市同兴乡在草莓生产上应用了百泰微生物菌剂,不仅产量提高了20%～30%,而且草莓品质好、口感佳,深受消费者喜爱。该试验

第一作者简介:张向华(1966-),女,本科,副教授,研究方向为蔬菜栽培与生理。E-mail:zxh-401@163.com.

收稿日期:2017－07－18

Establishment of Starch Staining Patterns in Different Apple Cultivars at Maturity Stage

HE Wanru, WANG Junfeng, LI Gaochao, REN Xiaolin

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: 'Golden delicious' 'Jonakin' 'Fuji' and 'Granny Smith' apples were used as test materials. The changes of firmness, soluble solids content, titratable acid content and starch index were analyzed, the degree of starch staining in the cross section of apple fruit at different harvest stages were measured, and meanwhile, the iodine-starch staining patterns were built for four apple cultivars in order to supply reference for apple harvest in Qianyan of Shaanxi. The results indicated that the starch index showed a significantly negative correlation with the fruit firmness and titratable acid content in the four apple cultivars during ripening process, while a positive correlation was observed between the starch index and the content of soluble solids, coloring rate. Taken together, it suggested that the starch index could reflect apple maturity objectively and the iodine-starch staining pattern built could provide a reference for the apple production in Qianyang, Shaanxi Province.

Keywords: apple; harvest period; starch staining pattern