

不同采摘期对西瓜果实营养品质的影响

沈虹, 孟佳丽, 吴绍军, 杨年福, 张黎杰, 周玲玲, 田福发, 刘书华, 余翔

(江苏省农业科学院宿迁农科所 江苏宿迁 223800)

摘要:为探讨不同采摘期西瓜果实营养品质的变化规律以及品质指标间的相关性,以迁丽4号西瓜为试验材料,从果实出现成熟特征(授粉后第25天)开始取样,每隔3d取样1次,共取样5次,测定果实各项营养指标,并进行相关性分析。结果表明,随着采摘时间的延长,西瓜果实总糖、可溶性糖、维生素C和硝酸盐含量整体呈下降趋势,番茄红素含量呈先升高后降低的趋势,均在授粉后28d最高;可溶性蛋白含量呈降-升-降-升的变化趋势,糖酸比呈先升高后降低再升高的趋势,均在授粉后31d最高;瓜氨酸含量呈先降低后升高的趋势,在授粉后25d最高。中心可溶性固形物含量与可溶性糖、番茄红素和硝酸盐含量呈显著正相关。授粉后25~37d果实的口感和质地呈下降趋势。综上,果实出现成熟特征(授粉后25d)至一周(授粉后31d)为最佳采摘时期。在生产中,可用可溶性固形物含量初步评价西瓜果实总糖、可溶性糖含量等营养品质指标。

关键词:西瓜;采摘期;营养品质;相关性分析

中图分类号:S651

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2025)03-061-07

Effects of different picking periods on nutritional qualities of watermelon

SHEN Hong, MENG Jiali, WU Shaojun, YANG Nianfu, ZHANG Lijie, ZHOU Lingling, TIAN Fufa, LIU Shuhua, YU Xiang

(Suqian Institute of Agriculture Sciences, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Suqian 223800, Jiangsu, China)

Abstract: To explore the changes and correlation of nutritional quality of watermelon fruit at different picking periods, Qianli No. 4 was used as the experimental material, samples were taken starting from the appearance of mature characteristics in the fruit (25th day after pollination), every three days for a total of five times to measure various nutritional indicators of the fruit and conduct correlation analysis. The results showed that as the picking periods were postponed, the total sugar, soluble sugar, vitamin C and nitrate content of watermelon fruit showed a decreasing trend; the content of lycopene showed a trend of first increasing and then decreasing, with the highest content on the 28th day after pollination; the content of soluble protein showed a decreasing-increasing-decreasing-increasing trend, and sugar acid ratio showed a trend of first increasing, then decreasing, and then increasing again, both of which were highest on the 31st day after pollination; the content of citrulline showed a trend of first decreasing, then increasing again, with the highest content on the 25th day after pollination. The central soluble solids content were significantly positively correlated with soluble sugar, lycopene, and nitrate content. The flavor and texture of the fruit showed a decreasing trend from the 25th to the 37th day after pollination. In summary, the optimal harvesting period was from the appearance of mature characteristics in the fruit (25th day after pollination) to one week later (31st day after pollination). The content of soluble solids can be used to preliminarily evaluate nutritional quality indicators such as total sugar content and soluble sugar content.

Key words: Watermelon; Picking period; Nutritional quality; Correlation analysis

西瓜是全球重要的园艺作物、世界十大鲜食水果之一^[1]。中国是西瓜生产和消费第一大国,据国家统计局数据,2022年我国西瓜播种面积为148.48万hm²,产量为6302.31万t,种植范围广泛,各地区栽培方式和主栽品种各有特色,西瓜产业在

农业结构调整、促进乡村振兴和农民增收等方面发挥了重要作用^[2-3]。

近年来,在消费升级、品质升级、供给侧结构性改革的大背景下,西瓜种植面积和产量趋于稳定,品质明显提高。品质是决定西瓜市场竞争力的根

收稿日期:2024-08-28;修回日期:2024-12-09

基金项目:宿迁市科技计划项目(L202003);宿迁市农业科技自主创新项目(SQCX202409);江苏省种业振兴揭榜挂帅项目(JB-GS(2021)069)

作者简介:沈虹,女,助理研究员,研究方向为西瓜甜瓜育种及栽培技术。E-mail:1398118204@qq.com

通信作者:余翔,男,副研究员,研究方向为西瓜甜瓜育种及栽培技术。E-mail:yx003@163.com

本因素。西瓜的品质可分为商品品质和营养品质,商品品质主要指西瓜的外观特征,如果实大小、皮色、形状等,营养品质主要是内在品质,如糖、酸、维生素、蛋白质等营养物质,以及瓜氨酸、番茄红素等功能性营养成分^[4-5]。前人针对西瓜品质的研究多集中在肥水^[6-8]、嫁接^[9-10]对西瓜品质的影响,以及不同品种的西瓜品质评价方面^[4,11]。

西瓜的采摘期直接影响西瓜的食用口感和营养品质指标含量^[12],采摘时间由种植地区和栽培季节的气候条件、品种特性、销售市场远近、运输和贮存时长决定^[13]。目前西瓜采摘和采后分级主要由瓜农依据自身经验决定,通过西瓜的生长周期、单果质量、皮色等外观性状综合判断,而西瓜的营养品质则无法判断。因此研究不同采摘期西瓜营养品质的变化规律及品质指标间的相关性,以期对西瓜营养品质评价和适期采收提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2022年3—6月在江苏省农业科学院宿迁农科所运河湾试验基地进行,该地区属于暖温带季风气候区,年均气温14.2℃,年均日照总时数2291 h,活动积温5189℃。果实发育期最高温度为36℃,最低温度为12℃,平均温度为23.3℃。土壤为壤土,肥力中等。

1.2 材料

供试西瓜品种为江苏省农业科学院宿迁农科所选育的中果型粉红瓢品种迁丽4号。

1.3 方法

试验于2022年3月3日育苗,4月12日定植在钢架塑料大棚内。采用随机区组设计,3次重复,小区面积100 m²(40 m×2.5 m),单行种植,畦面宽2.5 m,垄高15 cm,株距30 cm,行距5.0 m。试验材料选用50孔穴盘育苗,选取长势一致健壮的3叶1心期幼苗定植,采用地爬栽培,银灰色地膜覆盖,双蔓整枝,主蔓第二雌花坐果,使用吊牌标记授粉日期,从果实果皮和果肉颜色刚达到迁丽4号品种特有的成熟特征时开始取样,每隔3 d取样1次,分别取果实授粉后25、28、31、34和37 d的果实用于品质分析,每次取样选取3个坐果节位、外观一致的果实,3次重复。另取果实授粉后25、28、31、34和37 d的果实各10个,用于口感质地和单果质量、纵径、横径、皮厚和产量分析。

1.4 项目测定

1.4.1 营养品质测定 采用手持糖度计(爱拓PAL-1),用勺子挖取中心和边部1 cm处果肉,分别测定中心和边部可溶性固形物含量;采用2,4-二硝基苯肼法测定维生素C含量^[14];采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量^[15];采用分光光度法测定番茄红素含量^[16];采用苯酚-硫酸比色法测定总糖含量^[17];采用考马斯亮蓝比色法测定可溶性蛋白含量^[18];采用比色法测定瓜氨酸含量^[19];采用紫外分光光度法测定硝酸盐含量^[20];采用酸碱滴定法测定可滴定酸含量^[21],糖酸比为可溶性糖含量与可滴定酸含量的比值。

1.4.2 口感和质地评价 果肉口感和质地的测定参考黄远等^[22]的方法。口感等级:5=非常好,4=好,3=一般,2=差,1=非常差;质地等级:5=非常脆,4=脆,3=适中,2=软,1=非常软。

1.4.3 产量及构成因素测定 果实纵径为果蒂到果脐的最大距离(mm),横径为果实的最大宽度(mm),皮厚为边部和中部果皮到果肉距离的平均值(mm),均采用游标卡尺测量;果实单果质量(kg)和产量(kg)采用电子秤称量。

1.5 数据分析

采用Microsoft Excel 2010软件对数据进行整理和作图,采用IBM SPSS Statistics 23软件进行LSD差异显著性分析和皮尔逊(Pearson)相关性分析。

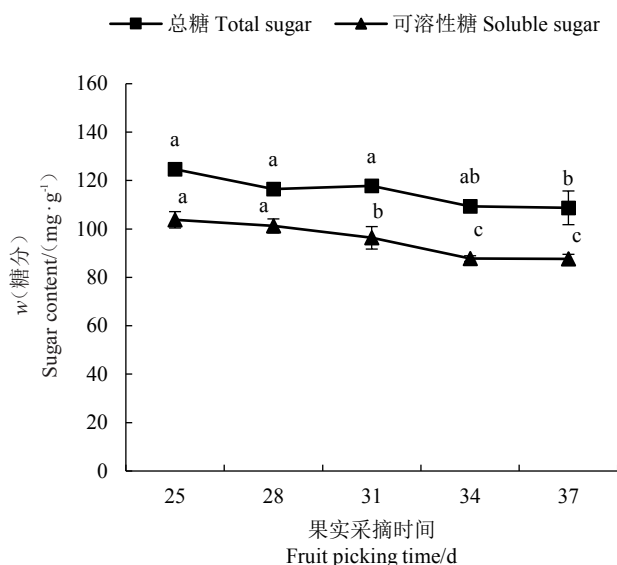
2 结果与分析

2.1 总糖含量的变化

由图1可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实总糖含量整体上呈下降趋势;授粉后25 d的果实总糖含量(w,后同)最高,为124.65 mg·g⁻¹,授粉后25~34 d的果实总糖含量无显著差异;授粉后37 d果实总糖含量最低,为108.73 mg·g⁻¹,与授粉后25~31 d的果实总糖含量差异显著。与授粉后25 d的果实总糖含量相比,授粉后37 d的果实总糖含量显著降低12.77%。

2.2 可溶性糖含量的变化

由图1可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实可溶性糖含量整体上呈下降趋势。授粉后25 d的西瓜果实可溶性糖含量最高,为103.77 mg·g⁻¹,与授粉后28 d无显著差异,显著高于授粉后31~37 d的果实;授粉后37 d的果实可溶性糖含量最低,为87.62 mg·g⁻¹,与授粉后25~31 d的果实差异显著。与授粉后25 d的果实相比,授粉后37 d的果实可



注:不同小写字母表示不同采摘时间在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference between different picking periods at 0.05 level. The same below.

图1 不同采摘期西瓜果实总糖和可溶性糖含量的变化
Fig. 1 The total sugar and soluble sugar content changes of watermelon fruits of different picking periods

溶性糖含量显著降低 15.56%。

2.3 可滴定酸含量的变化

由图 2 可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实可滴定酸含量呈先降低后升高再降低的趋势。授粉后 34 d 的果实可滴定酸含量最高,为 0.22%,与授粉后 25 和 28 d 的果实无显著差异;授粉后 31 d 的果实可滴定酸含量最低,为 0.17%,与授粉后 25 和 34 d 的果实差异显著。与授粉后 34 d 的果实相

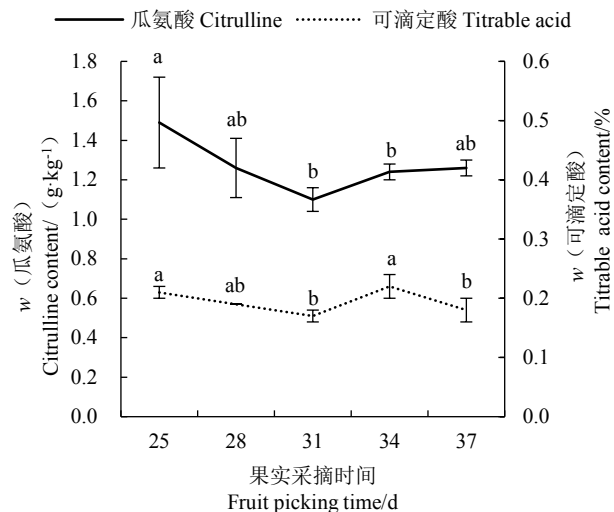


图2 不同采摘期西瓜果实可滴定酸和瓜氨酸含量的变化
Fig. 2 The titratable acid and citrulline content changes of watermelon fruits of different picking periods

比,授粉后 31 d 的果实可滴定酸含量显著降低 22.73%。

2.4 瓜氨酸含量的变化

由图 2 可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实瓜氨酸含量呈先降低后升高的趋势。授粉后 25 d 的果实瓜氨酸含量最高,为 1.49 g·kg⁻¹,与授粉后 28 和 37 d 的果实无显著差异。授粉后 31 d 的果实瓜氨酸含量最低,为 1.10 g·kg⁻¹,比授粉后 25 d 的果实显著降低 26.17%。

2.5 维生素C含量的变化

由图 3 可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实维生素 C 含量呈降低后趋于平稳的趋势。授粉后 25 d 的果实维生素 C 含量最高,为 55.32 mg·kg⁻¹,与授粉后 28~37 d 的果实差异显著,授粉后 28~37 d 的果实维生素 C 含量无显著差异。与授粉后 25 d 的果实相比,授粉后 37 d 的果实维生素 C 含量显著降低 23.97%。

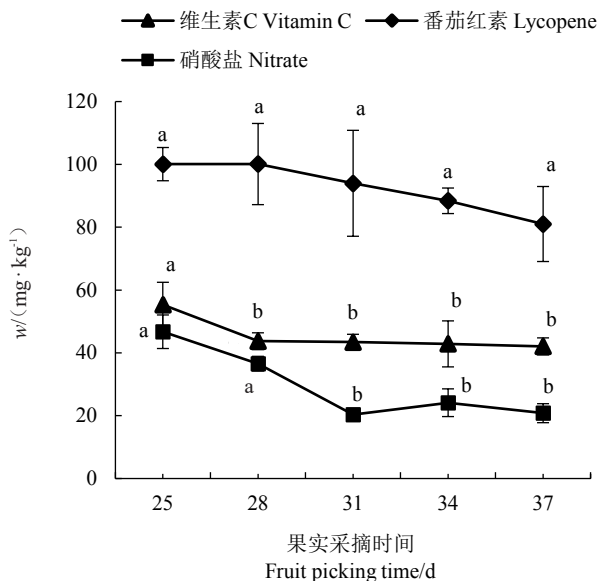


图3 不同采摘期西瓜果实维生素C、番茄红素和硝酸盐含量的变化
Fig. 3 The vitamin C, lycopene and nitrate content changes of watermelon fruits of different picking periods

2.6 番茄红素含量的变化

由图 3 可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实番茄红素含量呈先升高后降低的趋势。授粉后 28 d 的果实番茄红素含量最高,为 100.11 mg·kg⁻¹,与授粉后 25、31~37 d 的果实无显著差异;授粉后 37 d 的果实番茄红素含量比授粉后 28 d 的果实降低 19.07%。

2.7 硝酸盐含量的变化

由图 3 可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实

硝酸盐含量呈先降低后升高再降低的趋势。授粉后 25 d 的果实硝酸盐含量最高,为 46.73 mg·kg⁻¹,与授粉后 31~37 d 的果实差异显著;授粉后 31 d 果实硝酸盐含量最低,为 20.35 mg·kg⁻¹,与授粉后 25、28 d 的果实差异显著,与授粉后 34、37 d 的果实无显著差异。与授粉后 25 d 的果实相比,授粉后 31 d 的果实硝酸盐含量显著降低 56.45%。

2.8 可溶性蛋白含量的变化

由图 4 可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实可溶性蛋白含量呈降-升-降-升的变化趋势。授粉后 31 d 的果实可溶性蛋白含量最高,为 3.47 mg·g⁻¹;授粉后 34 d 的果实最低,为 3.01 mg·g⁻¹,比授粉后 31 d 的果实显著降低 13.26%。

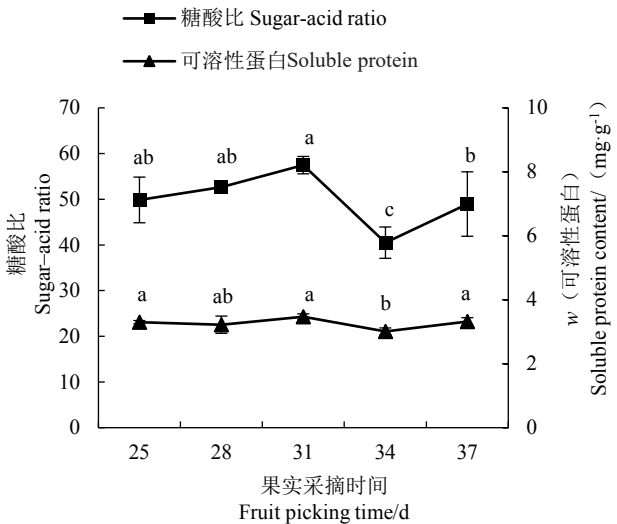


图 4 不同采摘期西瓜果实可溶性蛋白含量和糖酸比的变化
Fig. 4 The soluble protein content and sugar-acid ratio changes of watermelon fruits at different picking periods

2.9 糖酸比的变化

由图 4 可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实糖酸比呈先升高后降低再升高的趋势。授粉后 31 d 的果实糖酸比最高,为 57.47,与授粉后 25、28 d 的果实无显著差异,与授粉后 34、37 d 的果实差异显著;授粉后 34 d 的果实糖酸比最低,为 40.50,与授粉后 25~31 d 以及 37 d 的果实差异显著。与授粉后 31 d 的果实相比,授粉后 34 d 的果实糖酸比显著降低 29.53%。

2.10 可溶性固形物含量的变化

由图 5 可知,随着采摘时间的延长,西瓜果实中心可溶性固形物含量呈先升高后降低的变化趋势,边部可溶性固形物含量呈先降低后升高再降低的变化趋势。授粉后 28 d 的果实中心可溶性固形

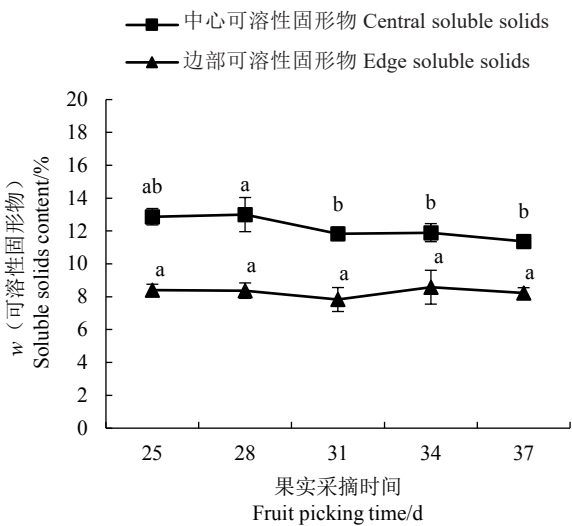


图 5 不同采摘期西瓜果实可溶性固形物含量的变化
Fig. 5 The soluble solids content changes of watermelon fruits of different picking periods

物含量最高,为 13.00%,与授粉后 25 d 的果实无显著差异,与授粉后 31~37 d 的果实差异显著;授粉后 37 d 的果实中心可溶性固形物含量最低,为 11.00%,比授粉后 28 d 的果实显著降低 1.63 个百分点。各采摘期边部可溶性固形物含量无显著差异。

2.11 果实品质间相关性分析

由表 1 可知,总糖含量与可溶性糖含量呈显著正相关,相关系数为 0.93,与番茄红素、维生素 C、硝酸盐、中心可溶性固形物含量均呈正相关,但不显著;可溶性糖含量与番茄红素、中心可溶性固形物含量均呈显著正相关,相关系数分别为 0.94 和 0.88,与硝酸盐和维生素 C 含量均呈正相关,但不显著;可滴定酸含量与边部可溶性固形物含量呈显著正相关,相关系数为 0.89,与可溶性蛋白含量、糖酸比均呈负相关,但不显著;可溶性蛋白含量与糖酸比呈显著正相关,相关系数为 0.90,与边部可溶性固形物含量呈显著负相关,相关系数为-0.90;瓜氨酸含量与维生素 C、硝酸盐含量均呈正相关,但不显著;番茄红素含量与中心可溶性固形物含量呈显著正相关,相关系数为 0.93;维生素 C 含量与硝酸盐含量呈正相关,但不显著;硝酸盐含量与中心可溶性固形物含量呈显著正相关,相关系数为 0.90。

2.12 口感和质地评价

由表 2 可知,随着采摘时间的延长,果实口感和质地呈现降低趋势。授粉后 25~31 d 采摘,果实口感好,与授粉后 37 d 采摘的果实口感差异显著;授粉后 25 d 的果实质地偏脆,与授粉后 28~34 d 的

表1 果实品质指标的相关性分析
Table 1 Correlation analysis between fruit quality indexes

指标 Index	总糖 含量 Total sugar content	可溶性 糖含量 Soluble sugar content	可滴定 酸含量 Titrable acid content	可溶性蛋 白含量 Soluble protein content	瓜氨酸 含量 Citruiline content	番茄红素 含量 Lycopene content	维生素 C含量 Vitamin C content	硝酸盐 含量 Nitrate content	糖酸比 Sugar- acid ratio	中心可溶性 固形物含量 Central soluble solids content	边部可溶性 固形物含量 Edge soluble solids content
总糖含量 Total sugar content	1.00										
可溶性糖含量 Soluble sugar content	0.93*	1.00									
可滴定酸含量 Titrable acid content	0.04	-0.00	1.00								
可溶性蛋白含量 Soluble protein content	0.44	0.35	-0.83	1.00							
瓜氨酸含量 Citruiline content	0.51	0.46	0.60	-0.21	1.00						
番茄红素含量 Lycopene content	0.85	0.94*	0.16	0.12	0.35	1.00					
维生素 C 含量 Vitamin C content	0.84	0.70	0.42	0.13	0.85	0.60	1.00				
硝酸盐含量 Nitrate content	0.77	0.83	0.47	-0.09	0.85	0.78	0.86	1.00			
糖酸比 Sugar-acid ratio	0.51	0.55	-0.83	0.90*	-0.30	0.40	0.05	0.03	1.00		
中心可溶性固形物含量 Central soluble solids content	0.72	0.88*	0.34	-0.12	0.55	0.93*	0.61	0.90*	0.17	1.00	
边部可溶性固形物含量 Edge soluble solids content	-0.18	-0.09	0.89*	-0.90*	0.59	0.03	0.21	0.43	-0.85	0.34	1.00

注:*表示在 0.05 水平上显著相关。
Note:* indicates significant correlation at 0.05 level.

表2 不同采摘期果实口感和剖面质地评价
Table 2 Evaluation of fruit flavor and texture of different picking periods

采摘时间 Picking time/d	口感等级 Flavor grade	质地等级 Texture grape
25	4.30±0.48 a	3.80±0.42 a
28	4.20±0.42 ab	3.00±0.00 b
31	4.20±0.42 ab	3.00±0.00 b
34	3.90±0.32 b	2.90±0.32 b
37	2.70±0.48 c	1.90±0.32 c

注:同列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Note:Different lowercase letters in the same column indicate significant difference among different picking periods at 0.05 level. The same below.

果实质地(酥脆,适中)和 37 d 的果实质地(绵软)差异显著。

2.13 产量及构成因素分析

由表 3 可知,授粉后 34 d 采摘的果实单果质量和产量最高,分别为 4.06 kg 和 2 794.35 kg·667 m²;授粉后 37 d 采摘的果实单果质量和产量最低,分别为 3.19 kg 和 2 307.22 kg·667 m²;授粉后 25 d 采摘的果实纵径和皮厚最大,授粉后 28 d 采摘的果实横径最大;授粉后 25~37 d,果实的单果质量、纵径、横径、皮厚和产量均无显著差异。

3 讨论与结论

西瓜为非呼吸跃变型果实,其品质特征在成熟

表3 不同采摘期果实产量及构成因素的变化

Table 3 Changes of yield and yield component factors of different picking periods

采摘时间 Picking time/d	单果质量 Single fruit mass/kg	纵径 Longitudinal diameter/cm	横径 Horizontal diameter/cm	皮厚 Skin thickness/cm	产量 Yield/(kg·667 m ²)
25	3.36±0.62 a	22.47±0.72 a	18.47±0.64 a	1.02±0.03 a	2 441.09±271.04 a
28	3.82±0.90 a	19.73±2.53 a	19.70±1.57 a	0.93±0.06 a	2 766.01±203.16 a
31	3.46±0.36 a	18.76±0.80 a	18.63±0.76 a	0.87±0.40 a	2 528.69±268.95 a
34	4.06±0.62 a	20.13±0.81 a	19.25±0.83 a	0.97±0.05 a	2 794.35±222.51 a
37	3.19±0.15 a	18.77±0.93 a	18.33±0.29 a	0.85±0.09 a	2 307.22±111.47 a

过程中发展相对缓慢,生理成熟在收获时终止,并且没有非常明显的收获成熟度特征^[23]。采摘期是影响西瓜果实品质的重要因素之一,未成熟的果实含糖量低、食用口感差,过熟果实果肉绵软、易糠心或空心^[12]。西瓜的可溶性固形物、可溶性糖、有机酸、可溶性蛋白、维生素C和硝酸盐含量及糖酸比等指标是评价西瓜营养品质的主要指标,其中可溶性固形物、可溶性糖和有机酸含量及糖酸比等指标影响西瓜的酸甜口感^[11]。本试验结果表明,授粉后25 d采摘西瓜果实时,总糖、可溶性糖、维生素C、瓜氨酸、硝酸盐含量最高。虽然授粉后25 d的果实硝酸盐含量最高($46.73 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$),但也远低于标准限量($432.00 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$),符合联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)的相关规定。授粉后28 d采摘时,番茄红素、中心可溶性固形物含量最高;授粉后31 d采摘时,糖酸比及可溶性蛋白含量最高,可滴定酸含量和硝酸盐含量最低,且总糖、番茄红素和可溶性固形物含量与授粉后25 d采摘时无显著差异,可滴定酸、维生素C和瓜氨酸含量与授粉后28 d采摘时无显著差异。果实刚成熟时口感偏脆,随着采摘时间延长,果实口感变为酥脆,果实过熟口感绵软。由此可见,果实出现成熟特征(授粉后25 d)至一周(授粉后31 d)采摘,营养成分含量较高,口感质地好。

相关性分析是衡量变量因素之间密切程度的一种重要方法^[24]。高美玲等^[25-26]研究表明,西瓜果实功能性成分含量之间存在一定的相关性,中心可溶性固形物含量与边缘可溶性固形物含量呈显著正相关,番茄红素含量与维生素C含量呈显著负相关,与可溶性固形物含量相关性不显著。而万学闪等^[27]和 Perkins-veazie 等^[28]研究表明,番茄红素含量与不同部位总维生素C含量呈极显著正相关,与可溶性固形物含量呈正相关,但相关系数较小。本研究表明,中心可溶性固形物含量与边部可溶性固形物含量呈正相关但相关性不显著,番茄红素含量与维生素C含量、边部可溶性固形物含量呈正相关但相关性不显著,与中心可溶性固形物含量呈显著正相关。马英等^[6]研究表明,总糖含量与总酸含量呈显著正相关,与维生素C含量呈极显著正相关。本研究表明,总糖含量与可滴定酸含量呈正相关,但相关系数较小,与维生素C含量呈正相关,虽然相关性不显著,但相关系数较大,为0.84。赵胜杰等^[29]研究表明,西瓜果实中可溶性糖主要是果糖和蔗糖,共占总糖含量的80.06%,与总糖含量

呈极显著正相关,但在不同种质间变化幅度较大。本研究结果表明,可溶性糖含量与总糖含量呈显著正相关。多人的研究结果并不完全一致,推测可能与品种、采摘期、取样部位、栽培环境条件或管理方法不同有关。与其他营养指标测定方法相比,可溶性固形物含量测定方法较为简单,因此在生产和育种中的应用较为广泛。本研究表明,中心可溶性固形物含量与可溶性糖、番茄红素和硝酸盐含量呈显著正相关,与总糖含量呈正相关,相关系数较高但不显著;边部可溶性固形物含量与可滴定酸含量呈显著正相关,与可溶性蛋白含量呈显著负相关,与糖酸比呈负相关,相关系数较大但不显著。因此可用可溶性固形物含量初步评价影响西瓜酸甜口感的总糖、可溶性糖和可滴定酸含量等指标以及番茄红素、可溶性蛋白含量等营养品质指标,与张帆等^[30]的研究结果相似。

西瓜的采摘期与品种特征以及该品种生长期间温度、光照等环境条件密切相关。需要说明的是,春季试验定植偏晚,西瓜果实成熟期温度较高,果实发育时间缩短,而果实成熟期温度、光照对果实采摘期和品质的影响以及温光与品质间的相关性分析还有待进一步研究。

综上所述,迁丽4号西瓜果实出现成熟特征(授粉后25 d)至一周(授粉后31 d)采摘,营养成分含量较高,口感佳,为最佳采摘时间。在生产中,可用可溶性固形物含量初步评价影响西瓜酸甜口感的总糖、可溶性糖和可滴定酸含量等指标以及番茄红素、可溶性蛋白含量等营养品质指标。

参考文献

- [1] 王志强,杜慧莹,李程,等.西瓜果实网纹突变体的转录组分析[J].植物遗传资源学报,2024,25(8):1385-1395.
- [2] 毛亮,周成松,潘卫萍,等.新疆西瓜甜瓜产业发展现状及对策建议[J].中国瓜菜,2024,37(6):195-201.
- [3] 余家庆,夏咏.我国西瓜产业现状、问题及建议[J].现代农业,2024(5):25-27.
- [4] 李婷,宋曙辉,王正荣,等.北京地区不同品种西瓜果实的品质分析[J].食品工业科技,2024,45(9):265-271.
- [5] SOTERIOU G A, KYRIACOU M C, SIOMOS A S, et al. Evolution of watermelon fruit physicochemical and phytochemical composition during ripening as affected by grafting[J]. Food Chemistry, 2014, 165:282-289.
- [6] 马英,刘晓彤,罗健航,等.不同施肥处理对退砂田西瓜产量、品质及养分吸收的影响[J].中国瓜菜,2024,37(7):149-155.
- [7] 刘璐,王林闯,李建明,等.水肥耦合效应对小果型西瓜品质、产量及水分利用效率的影响[J].江西农业学报,2023,35(5):23-29.
- [8] 王林闯,刘璐,李建明,等.灌水量和灌水频率对设施小果型西

- 瓜产量和品质的影响[J].中国农学通报,2024,40(7):33-38.
- [9] 唐承皓,任慧转,潘文博,等.不同砧木对早佳 84-24 西瓜产量、品质和矿质元素吸收的影响[J].陕西农业科学,2024,70(3):55-59.
- [10] 马燕萍,赖逸云,应泉盛,等.不同砧木嫁接对西瓜果实营养品质及瓜氨酸代谢的影响[J].江苏农业科学,2020,48(1):151-154.
- [11] 李晶,郁继华,武玥,等.不同小果型西瓜品种品质评价[J].中国瓜菜,2020,33(11):61-67.
- [12] 黄语燕,朱亨银.西瓜成熟度无损检测技术的研究进展[J].福建农机,2011(4):40-43.
- [13] 张玉新.基于音频特性的西瓜成熟度无损检测技术研究[D].河北保定:河北农业大学,2009.
- [14] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.蔬菜、水果及其制品中总抗坏血酸的测定(荧光法和 2,4-二硝基苯肼法):GB/T 5009.86—2003[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [15] 王鸿飞,邵兴锋.果品蔬菜贮藏与加工实验指导[M].北京:科学出版社,2012.
- [16] 杨定清,谢永红,王棚,等.番茄中番茄红素检测方法的改进[J].西南农业学报,2010,23(1):277-279.
- [17] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.食用菌中总糖含量的测定:GB/T 15672—2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [18] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [19] 万学闪.西瓜番茄红素、瓜氨酸、维生素 C 及糖等成分的研究[D].北京:中国农业科学院,2009.
- [20] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中亚硝酸盐和硝酸盐的测定:GB 5009.33—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [21] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2013.
- [22] 黄远,李文海,赵露,等.不同坐果方式对设施西瓜产量和品质的影响[J].中国瓜菜,2017,30(3):15-17.
- [23] KYRIACOU M C, SOTERIOU G A, ROUPHAEL Y, et al. Configuration of watermelon fruit quality in response to rootstock-mediated harvest maturity and postharvest storage [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2016, 96(7): 2400-2409.
- [24] 高歌,荆丽丽,张小春,等.东台西瓜品质分析及产地环境评价[J].农产品质量与安全,2024(2):11-17.
- [25] 高美玲,袁成志,魏晓明,等.不同瓢色西瓜功能成分比较[J].北方园艺,2012(24):9-11.
- [26] 高美玲,袁成志,李冬梅,等.西瓜种质资源番茄红素含量比较研究[J].北方园艺,2013(7):9-12.
- [27] 万学闪,刘文革,阎志红,等.无籽西瓜果实不同部位维生素 C 和番茄红素含量测定[J].中国瓜菜,2009,22(3):4-9.
- [28] PERKINS-VEAZIE P, COLLINS J K, DAVIS A R, et al. Carotenoid content of 50 watermelon cultivars[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(7):2593-2597.
- [29] 赵胜杰,高磊,路绪强,等.不同类型西瓜果实糖酸组分含量分析[J].中国瓜菜,2017,30(8):7-11.
- [30] 张帆,宫国义,王倩,等.西瓜品质构成分析[J].果树学报,2006,23(2):266-269.