

## 不同成熟度之'玉女'小番茄果實低溫貯藏後之變化

謝 孟 燁<sup>1)</sup> 陳 昶 霖<sup>2)</sup> 林 慧 玲<sup>3)</sup>

關鍵字：'玉女'小番茄、採收成熟度、低溫貯藏

**摘要：**為探討'玉女'小番茄低溫貯運之最適採收成熟度，將'玉女'小番茄果實於轉色期至紅熟期分為五個等級，於5°C貯藏3週並在室溫回溫3天，進行果實品質調查。結果顯示，低溫貯藏結束後，成熟度4及5等級的果實呈現紅色且糖酸比顯著高於1至3等級，回溫3天後，1及2等級的果實仍為橘色，尚未完全轉紅。綜合上述結果顯示，成熟度4至5級果實在5°C下具有3週之貯藏壽命且果實品質較佳，可做為低溫貯運之採收成熟度，並可延長櫥架壽命。

### 前 言

小果番茄外型小巧、甜度高、食用方便，主要以鮮食為主，在鮮食果品市場佔有一席之地(郭與何，2010)，因小果番茄平均售價與收益亮眼，而成為蔬菜栽培之首選作物(陳等，2016)，尤其是甜度可達10°Brix以上之'玉女'小番茄深受消費者喜愛(李，2006；陳與戴，2012)，但近年來小果番茄價格交易走勢圖顯示，因產量快速增加，造成交易價格逐漸下降。台灣產期多集中在冬春季之12月至5月，產量高時價格低，價差可達2倍之多，為了舒緩在盛產期時的賣壓，開拓國際外銷市場有其重要性。

台灣消費者偏好高糖度果實，因此內銷市場以採收紅熟期果實為主，並以留果萼的方式供應鮮果市場，消費者會以果萼判定番茄的新鮮度。從營銷的角度來看，外觀是消費者

---

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系助理教授。

3) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

決定和判斷其品質的基本標準，因此果實及果萼均為小果番茄之外觀品質重要部位，而內銷市場多以帶果萼形式販售，因此果萼霉腐仍為待解決之課題。

採收時的成熟度是決定蔬果採後壽命和品質（外觀、質地、風味、營養價值）的重要因素（Kader, 1995）。番茄果實採收後可以繼續成熟，在未完熟階段採收果實風味品質較差，但完熟的果實在採收後很快就會進入老化階段。果實採收成熟度因利用目的而異，成熟後期採收之果實，具有最佳的感官品質，但較不耐貯運（Chomchalow *et al.*, 2002）。國外一般多採收綠熟果番茄，因其貯藏能力較好，採後進行乙烯處理，有助加快後熟時間、保持果實品質及整齊度，但因較難以外觀判定綠熟果，往往會造成抵達目的地後需要重新包裝處理，額外增加成本且機械傷害發生機率增高，使銷售價格因成本高而提高，且未熟果實比成熟果實更容易受到寒害的影響（Abou-Aziz *et al.*, 1974），導致貯藏品質損耗率高。本研究以不同採收成熟度之'玉女'小番茄為材料，探討 5°C 低溫貯運 3 週後之最適採收成熟度，期能降低損耗並延長貯藏及櫥架壽命。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

試驗日期為 2020 年 2 月 12 日。於雲林斗六謝先生果園採收'玉女'小番茄，果實於轉色期至紅熟期分為 5 個等級（1-5 級），等級 1 為轉色期為果皮有 <10% 面積開始有紅色呈現；等級 2 為變色期為果皮 10-30% 面積轉為紅色；等級 3 為粉紅期為果皮 30-60% 面積轉為紅色；等級 4 為亮紅期為果皮 60-90% 面積轉為紅色；等級 5 為紅熟期為果皮 >90% 面積呈現紅色。並挑選無擦傷、畸形凹陷且無病害之果實。

### 二、試驗方法

將果實放入市售 PE 塑膠盒（600 g）中，並用 0.03 mm PE 塑膠袋包起，開口扭結再裝入紙箱（6 kg）中，放入 5°C 恆溫箱中貯藏 3 週。於貯藏 3 週後調查果實及果萼品質，並於室溫（25°C）回溫 3 天後調查果實及果萼品質。每處理 3 重複，每重複 5 顆果實

### 三、調查項目及方法

#### （一）果實失重率（Weight loss）

將貯藏後果實與貯藏前果實以電子天平（electronic balance, PB3002, Mettler）稱重，比較重量減少的程度，單位以 % 表示。計算方式： $(\text{貯藏前鮮重} - \text{貯藏後鮮重}) / \text{貯藏前鮮重} \times 100\%$ 。

#### （二）果實硬度（Firmness）

以物性測定儀（COMPSC-100）測定果實硬度。設定模式 20、擠壓深度 2 mm、最大

承受重量 2 公斤、下壓面積約 1.77 cm<sup>2</sup>。取果實赤道部位進行測量，單位為公斤，換算成牛頓(N/cm<sup>2</sup>)表示。

(三) 果實總可溶性固形物 (Total soluble solids, TSS)

將果實裝入塑膠袋中進行榨汁，將果汁裝入小離心管中在室溫下進行離心，以攜帶式電子折射計 (Pocket refractometer, PR-32, ATAGO, Japan)測定果汁總可溶性固形物含量，單位以°Brix 表示。

(四) 果實可滴定酸 (Titratable acidity, TA)

取上述果汁 1 ml，加入 19 ml 純水，滴入酚酞指示劑 (phenolphthalein)後進行測定，以 0.1N NaOH 滴定至變色，即 pH 達 8.1 為滴定終點，並換算為 100 ml 果汁所含主要酸檸檬酸 (0.0064)含量，單位以%表示。

(五) 糖酸比 (TSS/TA)

以上述所測得之總可溶性固形物含量除以可滴定酸含量，計算果實糖酸比。

(六) 果實顏色 (Color)

以攜帶式方光色差儀(MiniScan EZ, Model 4000S, USA)測定果實赤道部位果皮顏色，顏色以 L\*、a\*、b\*、C\*、h°值表示。

(七) 果萼腐爛 (Calyx decay)

以果萼腐爛面積評分：0 = 無腐爛發生；1 = 1-20%；2 = 21-40%；3 = 41-60%；4 = 61-80%；5 = 81-100%。

(八) 果萼褐化 (Calyx brown)

以果萼褐化面積評分：0=無褐化發生；1=1-20%；2=21-40%；3=41-60%；4=61-80%；5=81-100%。

四、統計分析

試驗數據以 COSTAT 6.4 統計軟體 (CoHort Software, USA)進行 one-way ANOVA 分析後，比較各處理間之最小顯著差異 (least significant difference, LSD,  $P < 0.05$ )。

## 結 果

(一) 轉色期至紅熟期果實對果實顏色及外觀之影響

根據表 1 結果顯示，L\*值在三個調查期間內，隨著成熟度愈高，L\*值愈低。a\*值在採收時及 5°C 貯藏 3 週期間，以高成熟度有較高 a\*值，成熟度 1 顯著最低為 15.43，但在回溫 3 天後 a\*值則無顯著差異。b\*值在三個調查期間內均以低成熟度高於高成熟度，低成

熟度有較高的  $b^*$  值。 $h^\circ$  值在在三個調查期間內均以成熟度 1 為最高，分別為 88.26、66.98、46.59，而成熟度愈高， $h^\circ$  值愈低。5°C 貯藏 3 週後，成熟度 1 之果實呈現黃橘色（圖 1），成熟度 3 為橘色，成熟度 4 至 5 為紅色，而回溫後前 2 個成熟度果實為橘色，而後 3 個成熟度為紅色。在成熟度 1 及 2 果實近果萼處有未完全轉色的情形發生，而成熟度 5 果皮輕微凹陷。

#### (二) 轉色期至紅熟期果實之貯藏品質

根據表 2 結果顯示，果實失重率在 5°C 貯藏 3 週後，高成熟度失水少，成熟度 5 果實失重率為 1.55%，回溫 3 天後以成熟度 4 及 5 顯著最低 (2.98% 及 2.60%)。採收成熟度愈低，果實硬度愈高。在 5°C 貯藏 3 週時，高成熟度硬度顯著低於低成熟度，而在回溫 3 天後，各成熟度間較無顯著差異。果實可溶性固形物在採收時為成熟度 5 (10.13°Brix) 高於其他成熟度，成熟度 1 為最低 (7.53°Brix)。5°C 貯藏 3 週後亦是高成熟度高於低成熟度，即使回溫後，成熟度 1 果實 (7.80°Brix) 仍顯著低於其他成熟度。果實可滴定酸在三個調查時間點均是成熟度 1 至 3 高於成熟度 4 至 5；果實糖酸比為成熟度 4 及 5 等級的果實糖酸比顯著高於 1 至 3 等級。果萼於貯藏 3 週並回溫 3 天後均不佳，發霉程度高。

表 1. 不同成熟度'玉女'小番茄於 5°C 貯藏 3 週並於室溫 (25°C) 回溫 3 天之果實顏色  
 Table 1. Fruit color of 'Rosada' tomatoes at different maturity levels stored at 5°C for 3 weeks, followed by an additional 3 days at a shelf temperature of 25°C.

Storage time	MI <sup>y</sup>	L*	a*	b*	C*	h°
0D	1	50.36 a <sup>z</sup>	1.04 d	32.81 a	33.12 a	88.26 a
	2	46.28 b	11.89 c	31.61 a	34.09 a	69.42 b
	3	43.58 c	18.20 b	28.73 b	34.09 a	57.68 c
	4	39.59 d	24.28 a	23.47 c	33.87 a	44.00 d
	5	37.70 d	26.25 a	20.85 d	33.56 a	40.58 e
5°C, 3W	1	44.06 a	15.43 b	36.31 a	39.71 a	66.98 a
	2	39.40 b	23.47 a	30.27 b	38.36 ab	52.23 b
	3	36.82 c	24.08 a	27.94 b	36.93 bc	49.16 b
	4	34.82 d	25.78 a	24.04 c	35.27 cd	43.00 c
	5	35.11 d	25.41 a	22.51 c	33.97 d	40.08 c
5°C, 3W+ 25°C, 3D	1	39.32 a	22.96 a	24.20 a	33.48 a	46.59 a
	2	37.85 b	23.83 a	21.88 b	32.39 ab	42.56 b
	3	37.32 b	23.23 a	20.63 c	31.09 b	41.61 bc
	4	36.63 c	23.78 a	19.75 cd	30.93 b	39.76 cd
	5	36.27 c	24.47 a	19.39 d	31.23 b	38.44 d

<sup>z</sup>Means within columns followed by the same small letter are not significantly different at  $P < 0.05$  by LSD test.

<sup>y</sup>MI: Maturity index.

## 討 論

成熟度高之果實較不耐貯運，且因硬度較低容易受到機械傷害的影響，導致果實腐損，因應長程貯運之需求，往往會降低果實採收成熟度 (Kader, 1995)。本試驗以降低成熟度來找尋適合長程貯運之果實採收成熟度。根據五個成熟度之 5°C 貯藏試驗結果中發現，僅成熟度 4 之橘色果實顏色於貯藏 3 週並回溫 3 天後接近園藝成熟之成熟度 5 紅熟果實 (表 1 及圖 1)，影響風味之糖酸比僅成熟度 4 之橘色果實於貯藏 3 週並回溫 3 天後接近成熟度 5

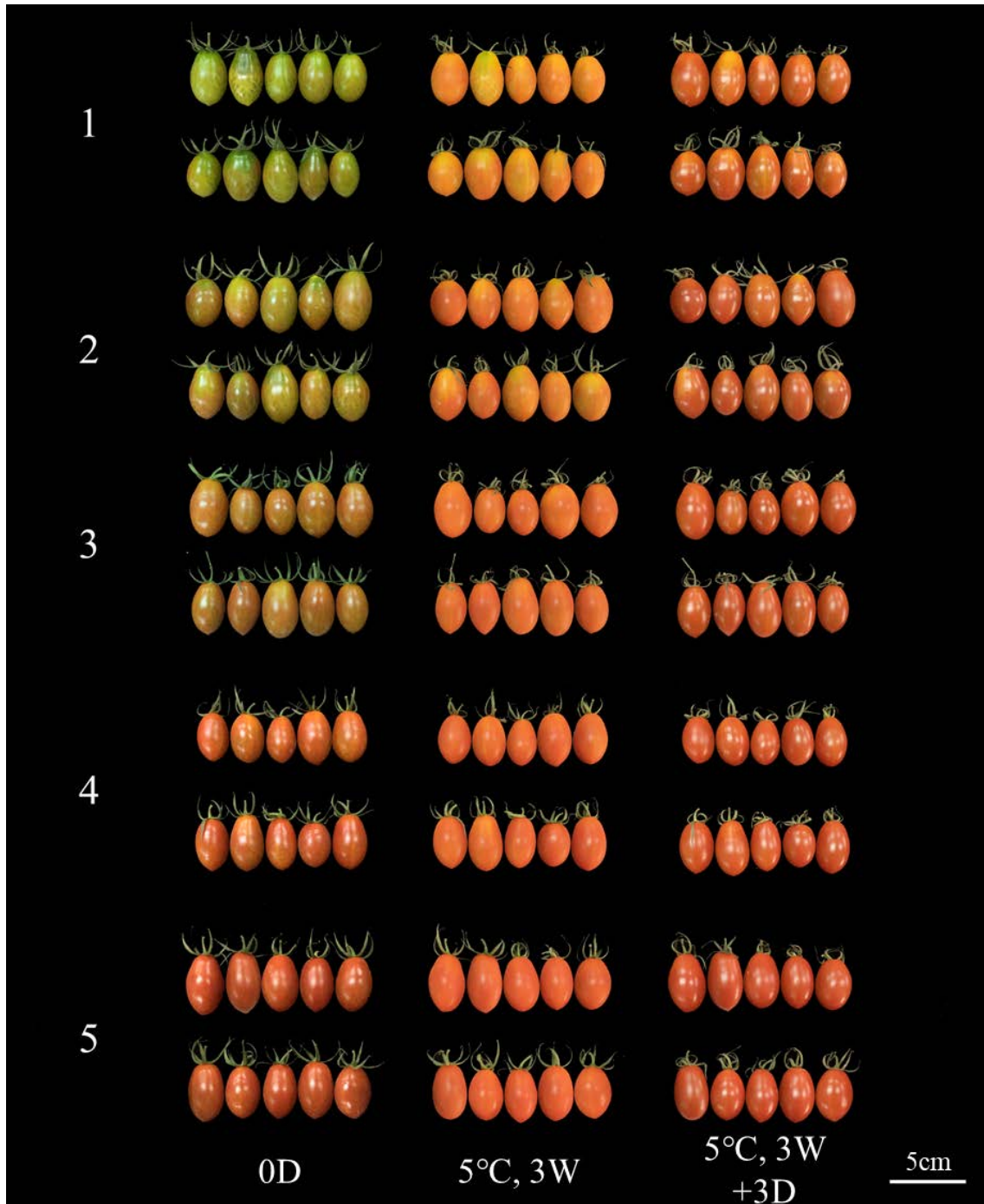


圖 1. 不同成熟度'玉女'小番茄於 5°C貯藏 3 週並於室溫 (25°C)回溫 3 天之果實外觀。

Fig. 1. The appearance of 'Rosada' tomatoes at different maturity levels stored at 5°C for 3 weeks, followed by an additional 3 days at a shelf temperature of 25°C.

表 2. 不同成熟度'玉女'小番茄於 5°C貯藏 3 週並於室溫 (25°C)回溫 3 天之果實品質

Table 2. Fruit quality of 'Rosada' tomatoes at different maturity levels stored at 5°C for 3 weeks, followed by an additional 3 days at a shelf temperature of 25°C.

Storage time	MI <sup>u</sup>	Weight loss (%)	Firmness (N/cm <sup>2</sup> )	TSS (°Brix) <sup>y</sup>	TA (%) <sup>x</sup>	TSS/TA	Calyx decay <sup>w</sup>	Calyx brown <sup>v</sup>
0D	1	-	4.69 a	7.53 d	1.82 a	4.18 b	0.00 a	0.00 a
	2	-	3.24 b	8.23 c	1.90 a	4.34 b	0.00 a	0.00 a
	3	-	2.96 bc	8.67 c	1.72 a	5.04 b	0.00 a	0.00 a
	4	-	2.40 cd	9.47 b	1.22 b	7.89 a	0.00 a	0.00 a
	5	-	2.12 d	10.13 a	1.10 b	9.31 a	0.00 a	0.00 a
5°C, 3W	1	2.76 a <sup>z</sup>	3.29 a	7.87 d	1.68 a	4.70 c	1.20 ab	4.93 a
	2	2.83 a	2.85 a	8.30 cd	1.69 a	4.95 c	1.80 a	4.40 b
	3	3.41 a	2.23 b	8.73 bc	1.57 a	5.60 c	1.13 ab	4.13 c
	4	3.60 a	2.23 b	9.13 ab	1.31 b	7.00 b	1.07 b	4.00 c
	5	1.55 b	2.01 b	9.60 a	1.03 c	9.36 a	1.27 b	3.73 d
5°C, 3W+ 25°C, 3D	1	3.90 b	2.35 a	7.80 c	1.32 a	5.93 b	4.43 bc	5.00 a
	2	5.06 a	2.12 ab	8.60 b	1.30 a	6.66 b	5.00 a	5.00 a
	3	5.23 a	1.90 b	8.50 b	1.30 a	6.55 b	4.77 ab	5.00 a
	4	2.98 c	2.23 a	8.73 b	1.00 b	9.04 a	4.13 c	4.82 b
	5	2.60 c	2.12 ab	9.67 a	0.98 b	9.70 a	4.62 ab	4.93 b

<sup>z</sup>Means within columns followed by the same small letter are not significantly different at  $P < 0.05$  by LSD test.

<sup>y</sup>TSS: Total soluble solids.

<sup>x</sup>TA: Titratable acidity.

<sup>w</sup>Decay index: 0, no symptom; 1, 1-20%; 2, 21-40%; 3, 41-60%; 4, 61-80%; 5, 81-100%.

<sup>v</sup>Brown index: 0, no symptom; 1, 1-20%; 2, 21-40%; 3, 41-60%; 4, 61-80%; 5, 81-100%.

<sup>u</sup>MI: Maturity index.

之紅熟果實(表 2)。失重率在低溫貯藏下，高成熟度較低成熟度之果實失重較少，一般較幼嫩組織具有較高的呼吸作用所導致較高的失重率 (Moneruzzaman *et al.*, 2008)。果實硬度在貯藏前為成熟度愈低之硬度愈高。在低溫貯藏 3 週時，高成熟度硬度顯著低於低成熟度，而在回溫 3 天後，各成熟度間較無明顯差異(表 2)，因回溫時誘發相關細胞壁分解酵素而導致果實軟化。在貯藏 3 週並回溫 3 天後果實外觀上發現在成熟度 1 及 2 果實中有近果萼處未完全轉色之現象，且成熟度 2 果實有腐爛的症狀(圖 1)，而於成熟度 5 果實有出現退色凹陷症狀。成熟度較低之果實於低溫貯藏後可能會有不完全轉色的情形發生 (Abou-Aziz *et al.*, 1974; Cheng and Shewfelt, 1988)，在本次試驗中寒害的發生極低，低成熟度果實中沒有點蝕凹陷之症狀出現，僅有轉色不完全之現象。

果萼於貯藏 3 週時腐爛程度均小於 2，但於回溫 3 天後，各成熟度間果萼腐爛程度均高於 4(表 2)，果實回溫期間均未開袋，維持在相對高濕的環境中，因此回溫後果萼發霉情形嚴重。果萼褐化程度於貯藏 3 週時隨成熟度愈低而褐化程度愈高，果萼褐化可能因成熟度低之果實失水率較高有關，從而導致果實於低熟度中褐化程度較嚴重 (Underhill and Simons, 1993)。果萼品質於回溫後均不佳，仍為果實外觀品質下降之因素。

綜合上述結果，成熟度 4 至 5 級果實在低溫 5°C 下具有 3 週之貯藏壽命且果實品質較佳，可做為低溫長程貯運之採收成熟度。由於果萼在回溫之後品質均不佳，因此果萼霉腐仍為待解決之課題，建議維持低溫櫥架販售可保持較佳果萼品質，或進一步探討去果萼後果實貯運品質及消費者接受度。

## 參 考 文 獻

- 李阿嬌。2006。番茄品種介紹。桃園區農業專訊 56：15-18。
- 郭宏遠、何超然。台灣番茄市場及品種簡介。2010。苗栗區農業專訊 50：11-13。
- 陳世芳、張金元、田雲生。2016。玉女番茄育苗場導入半自動嫁接機之經營效益分析。臺中區農業改良場研究彙報 131：45-55。
- 陳世芳、戴登燦。2012。臺中地區不同栽培類型番茄與行銷通路之效益分析。臺中區農業改良場研究彙報 116：1-13。
- Abou-Aziz, A. B., M. M. Abdel-Maksoad, K. A. Abdel-Samie, and A. S. Abdel-Kader. 1974. Effect of picking stage and temperature on quality and ripening of tomato fruits. *Gartenbauwissenschaft* 39: 37-45.
- Cheng, T. S. and R. L. Shewfelt. 1988. Effect of chilling exposure of tomatoes during subsequent ripening. *J. Food Sci.* 53(4): 1160-1162.
- Chomchalow, S., N. M. El Assi, S. A. Sargent, and J. K. Brecht. 2002. Fruit maturity and timing



- of ethylene treatment affect storage performance of green tomatoes at chilling and nonchilling temperatures. HortTechnology 12(1): 104-114.
- Kader, A. A. 1995. Maturity, ripening, and quality relationships of fruit-vegetables. Acta Hortic. 434: 249-256.
- Moneruzzaman, K. M., A. B. M. S. Hossain, W. Sani, and M. Saifuddin. 2008. Effect of stages of maturity and ripening conditions on the biochemical characteristics of tomato. Am. J. Biochem. Biotechnol. 4(4): 336-344.
- Underhill, S. J. and D. H. Simons. 1993. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp desiccation and the importance of postharvest micro-cracking. Sci. Hortic. 54(4): 287-294.

## Change in Fruit Quality of 'Rosada' Tomato at Different Maturity after Low Temperature Storage

Meng-Yeh, Hsieh<sup>1)</sup> Chang-Lin, Chen<sup>2)</sup> Huey-Ling, Lin<sup>3)</sup>

Key words: 'Rosada' tomato, Fruit maturity, Low temperature storage

### Summary

The optimum harvest maturity of 'Rosada' tomato for low temperature storage was studied and the maturity of 'Rosada' tomato was divided into five levels from the color break to the red ripe stage. Fruit quality traits were investigated after being stored at 5°C for three weeks, followed by an additional 3 days at a shelf temperature of 25°C. Our results showed that after low temperature storage, fruits with maturity level 4 and 5 were red and their TSS/TA ratio was significantly higher than those with maturity level 1 to 3. After kept at 25°C for 3 days, fruits with maturity level 1 and 2 appeared still orange. Taken together, fruits maturity level 4 to 5 showed attractive colors and high TSS/TA ratio after storage at at 5°C for 3 weeks. Thus, those fruits harvested at maturity level 4 and 5 were able to store at low temperature without chilling injury to extend shelf life.

---

1) Student in M.S. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

3) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.