



製程廢棄物轉化成生產過程中低碳燃料 JB Cocoa Sdn. Bhd PTP 廠生質能蒸氣鍋爐

張家驥

臺灣生質能技術發展協會 資深研究員

Feb. 12th, 2026

當工廠產生大量生質廢棄物且同時面臨到廢棄物處理、溫室氣體減排與降低成本問題時該如何因應?讓我們看看 JB Cocoa 的成功案例!

- ▶ 名稱：JB Cocoa Sdn. Bhd PTP 廠
- ▶ 地點：馬來西亞柔佛州丹戎帕拉帕斯港(Port of Tanjung Pelepas)自貿區
- ▶ 參訪日期：2025/12/11
- ▶ 關鍵詞：生質能鍋爐、可可豆殼、生質能、生質燃料、廢轉能、JB Cocoa、Vyncke

一、背景

JB Cocoa 是 JB Foods Limited 旗下的高端可可原料品牌，產品包括可可塊、可可脂和可可粉，是巧克力、巧克力糖果以及各種可可相關食品和飲料生產的原料，產品出口到全球 65 個國家。2024 年年產能為 21 萬公噸，為世界知名可可原料供應商(JB Cocoa, 2025)。JB Cocoa 的可可加工廠位於馬來西亞柔佛州(Johor)物流樞紐一丹戎帕拉帕斯港(Port of Tanjung Pelepas, PTP)的自由貿易區內。該廠於 2003 年完工投產，為其主要生產工廠。生產過程中產出大量廢棄可可豆殼(cocoa bean shell, CBS，後簡稱可可豆殼)，造成衍生之廢棄物處理問題，此外使用柴油做為製程中熱源的燃料，其成本高昂且燃燒化石燃料會產生大量溫室氣體。



Fig. 1 JB COCOA



Fig. 2 JB COCOA 生質能源廠

生產可可產品過程中產生大量衍生廢棄物，主要為可可豆莢殼(cocoa pod husk, CPH)、可可膠(也稱為果肉)和可可豆殼。可可豆莢殼是成熟果實去除可可豆和胎座後剩餘的莢果物質，約佔整個果實的 70~80%。可可豆殼是包裹可可豆的外層，約佔可可豆總重量的 10~20%。可可豆外皮在巧克力工廠的可可豆烘焙過程中被回收，也就是說每生產 1 公斤巧克力，就會產生近 100 公克可可豆外皮(Sánchez et al., 2023)。整個可可產業中約有 90%可可果實重量的殘渣產生，而只有 10%的產品產出。這不僅會帶來環境影響，也會產生廢棄物處理所需的管理及成本支出。據估計，全球每年產生 70~90 萬公噸可可豆殼。這種副產品的堆積造成嚴重的經濟和環境問題需要解決(Cantele et al., 2020)。圖 3 說明可可加工步驟及其副產品(Porto de Souza et al., 2022)。

為能同時解決廢棄物可可豆殼處理問題並提供製程低碳清潔能源，於廠內設置一座專門使用可可豆殼為燃料之生質能蒸氣鍋爐，並於 2019 年 4 月商轉。依據 JB Foods Limited 2025 年年度永續報告資訊顯示，藉由將製程產出之廢棄可可豆殼轉化為清潔燃料於專用生質能鍋爐燃燒產生蒸氣已可提供全廠製程消耗之 92%蒸汽用量，相當於減少 460 萬公升柴油使用量，可減少 12,400 公噸/年的溫

室氣體排放(JB Foods Limited, 2025)。此外，鍋爐燃燒產生之灰渣經收集後作為土壤改良劑與肥料原料使用，將廢棄物能源與資源化再利用最大化。利用此模式將廢棄資源能源化再利用，可達到降低環境衝擊、減少溫室氣體排放之多重環境效益，並有效降低燃料及廢棄物處理之成本支出。

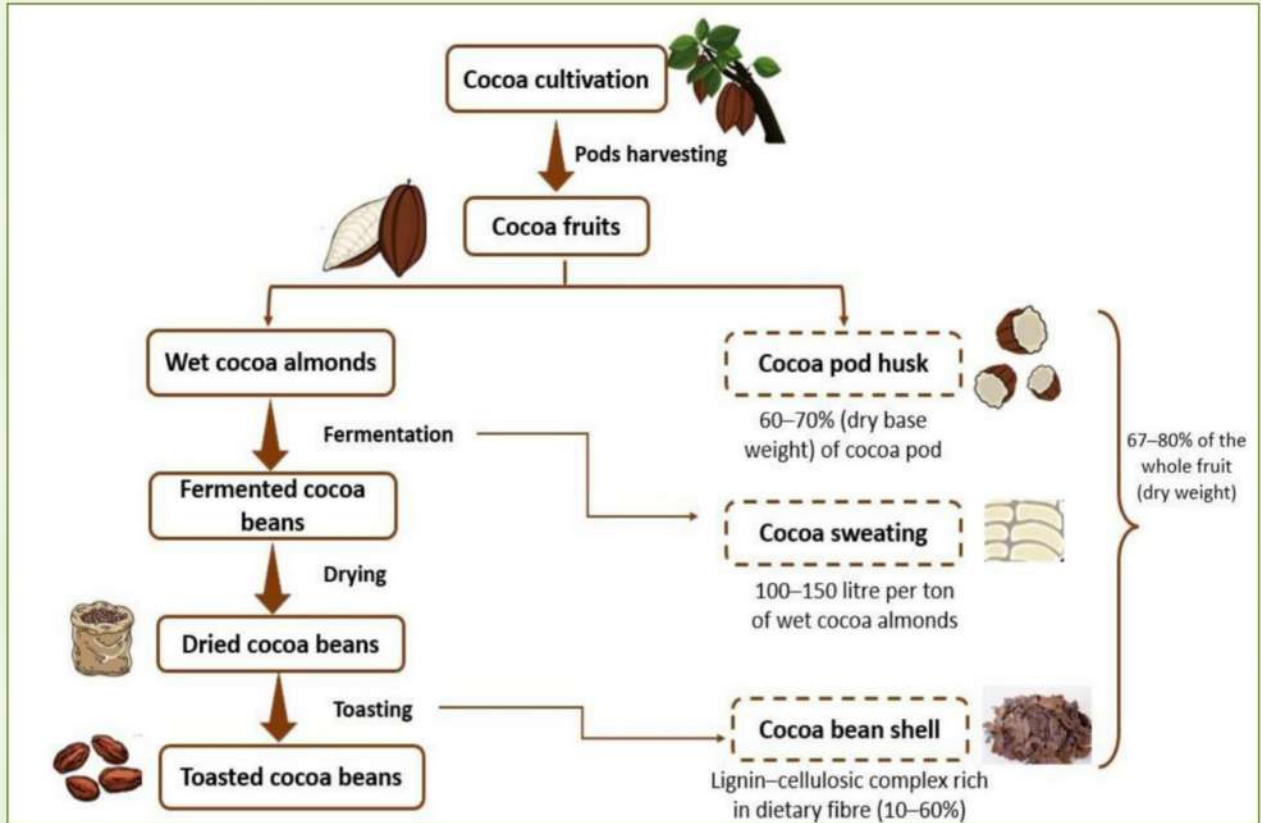


Fig. 3 可可製程及各階段產出廢棄物示意圖。(Porto de Souza et al., 2022)

二、系統與運作方式

JB Cocoa 生質能源廠設置於廠區中央偏北的位置。與傳統鍋爐廠不同，廠內環境控制優異，不論是燃料供應/貯存/輸送系統、鍋爐燃燒系統及污染防治設備皆採用密閉式設計，廠內空氣品質良好，環境整潔明亮。

與傳統化石燃料鍋爐不同，生質燃料及廢棄物之特性與組成會因物種及來源不同而有極大差異，燃燒表現迥異，必須要依據使用燃料特性設計鍋爐及燃燒裝置，方能達到穩定持續運作。JB Cocoa 生質能鍋爐採用比利時 Vyncke 股份有限公司專為可可豆殼燃燒製造之蒸氣鍋爐。針對可可豆殼較為蓬鬆導致能量密度較低、生物鹼含量高、灰分融點低、燃燒產生高溫腐蝕與積垢潛勢等特性，採用可變速率進料系統及往復式爐床、自動吹灰裝置、抗腐蝕材質等設計，並採用可變速率水冷/氣冷往復式爐排提高熱回收效率，使系統具有超過 85% 的熱效率。針對 JB COCOA 生質能源廠運作資訊說明如下：

1. 燃料

- 燃料種類與來源：使用廠內製程產出之廢棄可可豆殼(Fig. 4)做為燃料
- 燃料使用量：約 15,000 公噸/年。
- 燃料特性：如 Table 1 所示。

Table 1 可可豆殼物化特性

低位發熱量 Lower heating value, LHV	含水率	灰分	容積密度 Bulk density	燃料尺寸
17.5 MJ/kg (4,183 kcal/kg)	5 wt%	8 wt%	0.2 ton/m ³	< 30×10×5 mm



Fig.4 廠內產出之可可豆殼

2. 鍋爐系統

(1) 進料系統：

- 燃料氣送設備：以氣送方式將燃料打入燃料貯倉(Fig. 5-6)
- 可變速率螺旋進料機：將可可豆殼飼入燃燒室(Fig. 7-8)。

(2) 鍋爐資訊：

- 製造商：Vyncke
- 商轉日期：2019 年 4 月
- 鍋爐型式：移動床式生質能蒸汽鍋爐(Fig. 9-10)
- 爐床型式：可變速率水冷/氣冷往復式爐排。
- 裝置容量：7.7 MW



(3) 能源產出：

- 額定蒸發量：10 公噸/小時(TPH)

- 蒸氣品質：14.2 kg/cm² (14 Bar)
- 鍋爐熱效率(η)：85~95% (視可可豆殼含水率而有所差異)
- 產氣率：Steam (ton)/Cocoa shell (ton) ≥ 5 。

(4) 鍋爐操作特性：

- 螺旋進料機依尺寸與熱值變動配合爐床移動速度調整進料速率。
- 爐床依據燃料尺寸與熱值不同搭配進料機自動調整爐床移動速率。
- 爐床採用水冷及氣冷雙冷卻方式。
- 回收之廢熱導至空氣預熱氣加熱鍋爐燃燒空氣，提升鍋爐熱效率。
- 搭配往復式吹灰設備，清除燃燒系統及鍋爐之積灰避免結渣與積垢。



Fig. 5 燃料氣送系統



Fig. 6 燃料倉



Fig. 7 螺旋進料機



Fig. 8 進料分配器



Fig. 9 JB COCOA 生質能鍋爐



Fig. 10 煙管式鍋爐

F11. 節熱器及吹灰裝置

(5) 維護保養：

- 每 6 個月停爐 4 天進行定期維護及保養。
- 每 15 個月停爐 7-10 天進行鍋爐定期檢測及保養。

3. 污染防治設備與廢棄物處理/再利用

(1) 空氣污染物防治與排放：

- 配置靜電集塵器
- 空氣污染物排放

Table 2 JB Cocoa 空氣污染物排放表現

空氣污染物種類	單位	排放表現 ¹	馬來西亞國家標準 ²	我國排放標準 ³
SO _x	mg/m ³ (ppm)	1.675 (0.640)	500 ³ (191)	130 (50)
NO _x	mg/m ³ (ppm)	24.083 (12.788)	500 ³ (266)	188 (100)
PM	mg/m ³	5.99	150 ⁴	30

註：¹該鍋爐於 2022 年實測值。

² Malaysian Environmental Quality Clean Air Regulations.

³ 鍋爐空氣污染物排放標準，臺灣。

⁴ 固體燃料鍋爐排放標準，含氧量校正至 6%。

⁵ 固體生質燃料排放標準 CO₂ 校正至 12%

(2) 鍋爐灰渣處理/再利用：

- 生質能鍋爐產生的殘餘可可豆殼灰渣經再利用作為有機肥料、土壤改良劑與肥料原料。



Fig. 12 防治設備與排放口



Fig. 13 底灰

三、效益

依據 JB Foods Limited 2025 年永續報告結果顯示，JB Cocoa 透過設置生質能鍋爐，並且利用廠內產出之可可豆殼作為燃料產生製程所需要綠色蒸汽的計劃已達到下列成效：

- **廢轉生質能**：每年將超過 15,000 公噸的廢棄可可豆殼轉化為再生能源，免除廢棄物處理的負擔及成本支出。
- **減少化石燃料依賴**：減少生產過程中對柴油的依賴，每年可少 460 萬公升柴油用量，並降低燃料成本。
- **減少溫室氣體排放量**：每年可成功減少 12,400 公噸二氧化碳當量(tCO₂e)的溫室氣體排放。JB Cocoa 計畫在 2035 財政年前將範疇 1 (直接排放)和範疇 2 (能源間接排放)的溫室氣體排放強度降低 15% (以 2022 年為基準)。
- **資源循環**：生質能鍋爐產生的殘餘可可豆殼灰渣進一步被作為有機肥料，避免廢棄物直接進入掩埋場，亦可降低廢棄物處理的財務負擔。

四、結論與評析

可可豆殼與棕櫚殼相同，屬於果殼類固體生質燃料，雖具有不須加工即可直接做為燃料之便利性，但相較於木質燃料其灰分較高，具有較高之結渣(slagging)及高溫腐蝕(high temperature corrosion)潛勢。此外，可可豆殼之容積密度小，依產地品種不同，性質差異亦大，鍋爐設計須針對此類特性進行規劃，以確保其設備可靠性。本次參訪 JB Cocoa 採用比利時 Vyncke 公司設計製造的專用生質能鍋爐，針對燃料之變異性採用可變速率之進料系統及爐排，維持穩定之燃燒及能源供應。針對結渣與高溫腐蝕除採用抗腐蝕材質外並於易結渣之區段設置多套往復式吹灰設備避免結渣問題，另外設置空煙道確保完全燃燒並預防後端熱交換單元及管道之結渣。

使用可可豆殼作為生質燃料除具有低溫室氣體排放之優勢外，同時具有降低燃料及廢棄物處理成本之效益。可可豆殼屬於固態生質燃料，其為原生生質物，未經化學處理及添加物，成分單純。相較燃煤及燃料油，具有低含硫量及較高含氧量之特性，完全燃燒具有低 NO_x、SO_x 及其他酸性氣體排放量。搭配專用之生質能鍋爐，僅配備靜電集塵器即可達成極低之空氣污染物排放，為低碳排放之清潔燃料。

本案例廠之生質能鍋爐僅需半年一次停爐，每次進行設備維護與保養只需四日即可完成；相比國內燃材鍋爐以週或月為單位之檢修頻率，凸顯其設備之可靠度、耐用度及低操作成本之優勢，亦可避免頻繁啟/停爐造成設備耗損。

綜觀 JB Cocoa 以可可豆殼作為生質燃料具有低碳排放、廢棄物再利用及空氣污染物減量等特性，整體環境效益高。此外藉由採用設計優異之設備搭配良好的環境與運作管理，使其生質能源廠環境整潔，可符合食品加工廠之對環境衛生之需求，值得借鏡。

五、參考資料

1. Cantele, C.; Rojo-Poveda, O.; Bertolino, M.; Ghirardello, D.; Cardenia, V.; Barbosa-Pereira, L.; Zeppa, G. In Vitro Bioaccessibility and Functional Properties of Phenolic Compounds from Enriched Beverages Based on Cocoa Bean Shell. *Foods*, 9, 715, 2020.
2. JB Foods Limited “JB Foods Limited Annual Sustainability Report-2025”, JB Foods Limited, 2025.
3. JB Cocoa website: <https://www.jbcocoa.com/>, 2026.
4. Porto de Souza, L.; Kley Valladares-Diestra, K.; Amaro Bittencourt, G.; Fátima Murawski de Mello, A.; Sarmiento Vásquez, Z.; Zwiercheczewski de Oliveira, P.; Vinícius de Melo Pereira, G.; Ricardo Soccol, C. Added-Value Biomolecules’ Production from Cocoa Pod Husks: A Review. *Bioresour. Technol.*, 344, 126252, 2022.
5. Sánchez, M.; Laca, A.; Laca, A. and Díaz, M. Cocoa Bean Shell: A By-Product with High Potential for Nutritional and Biotechnological Applications, *Antioxidants*, 12(5), 1028, 2023.
6. 行政院環境部「鍋爐空氣污染物排放標準」，2025。