

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

國立臺灣海洋大學
食品安全管理碩士在職學位學程
專題討論

小麥浸泡與發芽後
細胞壁水解對於鐵和鋅生物可及性的探討

授課老師:顧皓翔 老師

黃崇雄 老師

指導老師:陳彥樺 老師

學生：蒲怡廷

學號：4124X002

班級:食安碩專班 1A

報告日期:112/11/18

時間掌控 (10 分)	表達能力 (30 分)	投影片內容 (10 分)	書面資料 (10 分)

1

2

3 小麥浸泡與發芽後細胞壁水解對於鐵和鋅生物可及性之探討

4

蒲怡廷

5

112/11/18

6 大綱

7 一、前言

8 二、實驗方法與材料

9 三、小麥經不同條件之浸泡及發芽處後其植酸鹽之影響

10 四、小麥經不同條件之浸泡及發芽處理，其木聚糖含量之變化

11 五、比較不同加工處理方式，與小麥中植酸含量與植酸酶活性之間之關係

12 六、植酸含量對於小麥中礦物質之生物可及性之影響

13 七、結果討論

14 摘要

15 小麥中的鐵和鋅是以植酸鹽結構存在，細胞壁則是由植酸鹽和阿拉伯木聚糖

16 組成，此二者會抵抗人體腸胃道的吸收，導致鐵和鋅的生物可及性降低。小麥在

17 發芽的過程中會分泌植酸酶，有助於人體對礦物質的吸收。為了研究小麥中礦物

18 質生物可及性的影響，將小麥經過發芽和浸泡，觀察其對植酸含量、植酸酶含量、

19 內切木聚糖、水可提取木聚糖、礦物質生物可及性的影響。首先將小麥做初步的

20 加工，以不同條件進行浸泡和發芽，接者將不同條件處理之小麥磨製成兩種粉末

1 大小 (粗碎片、細粉), 最後以體外消化的方式測定出鋅和鐵的生物可及性。經熱
2 液處理 (26°C 發芽 48 小時、40°C 熱液處理 8 小時) 的小麥對於鐵和鋅的生
3 物可及性之提升最為顯著, 未加工之小麥鐵和鋅的生物可及性分別為 5% 和
4 3%, 經過熱液處理後的粗碎片全麥粒可達到 6% 和 8%, 若經過熱液處理後的
5 全麥細粉, 其生物可及性可提升至 21% 和 22%。由此研究可知, 當細胞壁被
6 破壞時, 藉由控制小麥的浸泡及發芽時間, 可以顯著提高鐵和鋅之生物可及性。

7

8

9

10 一、前言

11 小麥是由果皮、種皮、珠心表皮和糊粉層構成 (Barron *et al.*, 2007), 有較高
12 量的膳食纖維和生活性化合物, 如:維生素 B 群、礦物質元素 (如:鐵、鋅)、甲基
13 供體 (如:甜菜鹼、膽鹼和葉鹼) 和多酚 (Fardet, 2010), 這些化合物大多是集中在
14 糊粉層, 但因其具有細胞壁, 生物可及性較小。小麥的細胞壁是由阿拉伯木聚糖、
15 *B-D*-葡聚糖、纖維素、葡甘露聚糖、蛋白質 (Shewry and Hey, 2015) 組成。除此
16 之外, 小麥中的磷約有 85% 是以植酸鹽的形式儲存。植酸主要以植酸鹽形態存
17 在, 嵌入糊粉層的細胞中, 植酸鹽會整合二價陽離子, 如:鐵、鋅、鈣、錳、鎂和
18 銅。然而, 腸道中缺乏植酸酶, 因此植酸鹽很難被人體消化或吸收 (González-
19 Córdova *et al.*, 2016)。Lemmens 等人 (2019) 認為加強元素的生物可及性, 需要
20 運用一些技術, 但對於貧困國家的人們不是一件容易的事。有些食品經過一些加

1 工後，植酸與多價元素之螯合會受到影響，從而改善礦物質的生物可及性。

2 二、實驗方法與材料

3 為了要讓小麥中的植酸含量降低以提升鐵和鋅的生物可及性，作者以浸泡小
4 麥和使小麥發芽的方式展開這個實驗，首先讓小麥在四個不同因子條件下進行初
5 步的加工，這四個因子分別為浸泡時間、浸泡溫度、發芽時間、發芽溫度，但由
6 於小麥只有在水含量到達 35 %時才能夠發芽，因此用了線性限制以確保每次試
7 驗小麥都能順利的發芽。另外，作者把浸 15°C 36 小時、發芽 26°C 48 小時條
8 件下的小麥更進一步加工，主要是把這些小麥放進密封玻璃瓶中，進行熱液處理
9 三次，以每次 8 小時 40 進行此步驟。接者，作者把以上加工過後的小麥分別磨
10 製成粒徑大小分別為 1-2nm 和 <200 μ m 這兩個粒徑大小。最後，在把這些加工
11 後的小麥做冷凍乾燥的讓水分含量保持在 5%。為了想知道加工過後對於植酸含
12 量和元素生物可及性是否有幫助，作者分別利用體外消化的方式測定鐵和鋅的生
13 物可及性、利用氣相分析儀(ICP-MSS) 測定元素含量和利用定量分析的方式測定
14 植酸的含量。

15 三、小麥經不同條件之浸泡及發芽處後其植酸鹽之影響

16 在圖一顯示出經發芽和浸泡後的小麥對於植酸含量的影響。從圖一 (A) 可
17 知，不同浸泡時間及溫度對小麥中植酸之影響，當浸泡 33-36 小時、溫度在 16-
18 22°C 時，植酸的含量最低。從圖一 (B) 中可知，不同發芽時間和溫度對其之影
19 響，在發芽時間 100-120 小時、溫度 24-28°C 之條件下，植酸的含量為最低。

1 同時也發現發芽時間、發芽溫度、浸泡時間、浸泡溫度這四種加工條件之間有交
2 互作用的效果。綜合以上結果可知，當條件在 (15 度 36 小時、發芽 26 度 120
3 小時) 時，植酸含量為最低的，也將其定義為最佳化加工方式。

4 四、小麥經不同條件之浸泡及發芽處理，其木聚糖含量之變化

5 木聚糖是細胞壁主要構成成分，具有抵抗胃腸道吸收的特性，細胞壁經過水
6 解後，可以得到水性阿拉伯木聚糖 (WEAX，水溶性阿拉伯木聚糖)，可以藉由
7 測定水中 WEAX 含量，了解細胞壁分解的程度，當 WEAX 含量越多時，表示
8 其被水解的程度也越高。從圖二 (A)、(B) 中可知，以等高線圖的方式呈現經發
9 芽和浸泡後 WEAX 含量。在圖二 (A) 中發現，在浸泡 31-36 小時 15-28°C 時，
10 WEAX 的含量最高。在圖二 (B) 中發現，可以看到當發芽 80-120 小時 18-30°C
11 時，WEAX 含量最高。綜合圖一及圖二之結果，可知小麥 15 °C 浸泡 36 小時、
12 26 °C 發芽 120 小時為最佳加工條件。

13 五、比較不同加工處理方式，與小麥中植酸含量與植酸酶活性之間之關係

14 植酸酶作為一種酵素，能催化植酸分解。在圖三中可知，在不同發芽時間下，
15 分別進行標準化加工 (15 °C 浸泡 36 小時、26 °C 發芽 48 小時) 和最佳化加工
16 (15 °C 浸泡 36 小時、26 °C 發芽 120 小時)，觀察其植酸含量和植酸酶活性的變
17 化。最佳化加工的小麥在發芽 48 小時前，植酸酶有較大幅度的上升，同時其植
18 酸的含量有明顯的下降。發芽時間超過 48 小時以後，由於發芽溫度超過 20 度，
19 其植酸酶的活性被破壞，因此在 48 小時後植酸酶和植酸的變化趨緩。而標準化

1 加工之小麥，其植酸和植酸酶的變化，都是穩定的同方向改變。若是以植酸含量
2 做比較，最佳化加工小麥的植酸含量下降更加顯著。因此，小麥浸泡 15 度 36
3 小時、發芽 26 度 120 小時，再次被確認為最佳加工方式。

4 六、植酸含量對於小麥中礦物質之生物可及性之影響

5 生物可及性泛指食物經過口腔、胃及腸道消化後，可以進一步進入體循環的
6 含量。將兩種不同顆粒大小之小麥（粗碎片和細粉），進行不同條件之加工（未加
7 工小麥、標準化加工小麥、最佳化加工小麥、熱液處理小麥）(表二)，其植酸含量
8 和礦物質生物可及性都會受到影響。當不論顆粒大小時，經熱液處理之小麥的植
9 酸含量最低，礦物質之生物可及性最高。但若以相同條件處理小麥時，細粉之小
10 麥的植算含量能下降至更低，而礦物質的生物可及性能提升至更高。

11 結果討論

12 經過浸泡和使小麥發芽有助於降低植酸和木聚糖含量。最佳加工條件為浸泡
13 15°C 36 小時、發芽 26°C a120 小時。最佳化加工小麥相對於標準化加工小麥，
14 其植酸和木聚糖含量之下降更為顯著。如把小麥進行熱水再次浸泡和加熱，植酸
15 的下降和礦物質的生物可利用度的上升會比先前提起的最佳化加工更加顯著。結
16 論為，當小麥中植酸含量變少時，礦物質的生物可及性會隨之提升。相同加工條
17 件下，顆粒越小的的小麥，植酸含量越小，礦物質生物可及性越高。

18

19

1

Q&A

2 1. 在投影片第 19 頁，請問為什麼最佳化加工小麥，植酸酶活性趨緩？

3 由於植酸酶活性在超過 20°C 會被破壞，而最佳化加工小麥的條件為浸泡 15 度

4 36 小時、發芽 26 度 120 小時，因此植酸酶在發芽 48 小時後活性會被破壞。

5 2. 說明熱液處理？

6 熱液處理是將加工條件在 15 °C 浸泡 36 小時、26°C 發芽 48 小時的小麥再次

7 加工進行水熱處理三重複，每次需在 40°C 熱水中浸泡，每次加工須維持 8 小

8 時。

9

1 參考文獻

2 **1.** Barron, C., Surget, A., & Rouau, X. (2007). Relative amounts of tissues in mature
3 wheat (*Triticum aestivum L.*) grain and their carbohydrate and phenolic acid
4 composition. *Journal of Cereal Science*, 45(1), 88-96.

5

6 **2.** Fardet, A. (2010). New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-
7 grain cereals: what is beyond fibre?. *Nutrition research reviews*, 23(1), 65-134.

8

9 **3.** Shewry, P. R., & Hey, S. J. (2015). The contribution of wheat to human diet and
10 health. *Food and energy security*, 4(3), 178-202.

11

12 **4.** González-Córdova, A. F., Beltrán-Barrientos, L. M., Santiago-López, L., García,
13 H. S., Vallejo-Cordoba, B., & Hernandez-Mendoza, A. (2016). Phytate-degrading
14 activity of probiotic bacteria exposed to simulated gastrointestinal fluids. *LWT*, 73,
15 67-73.

16

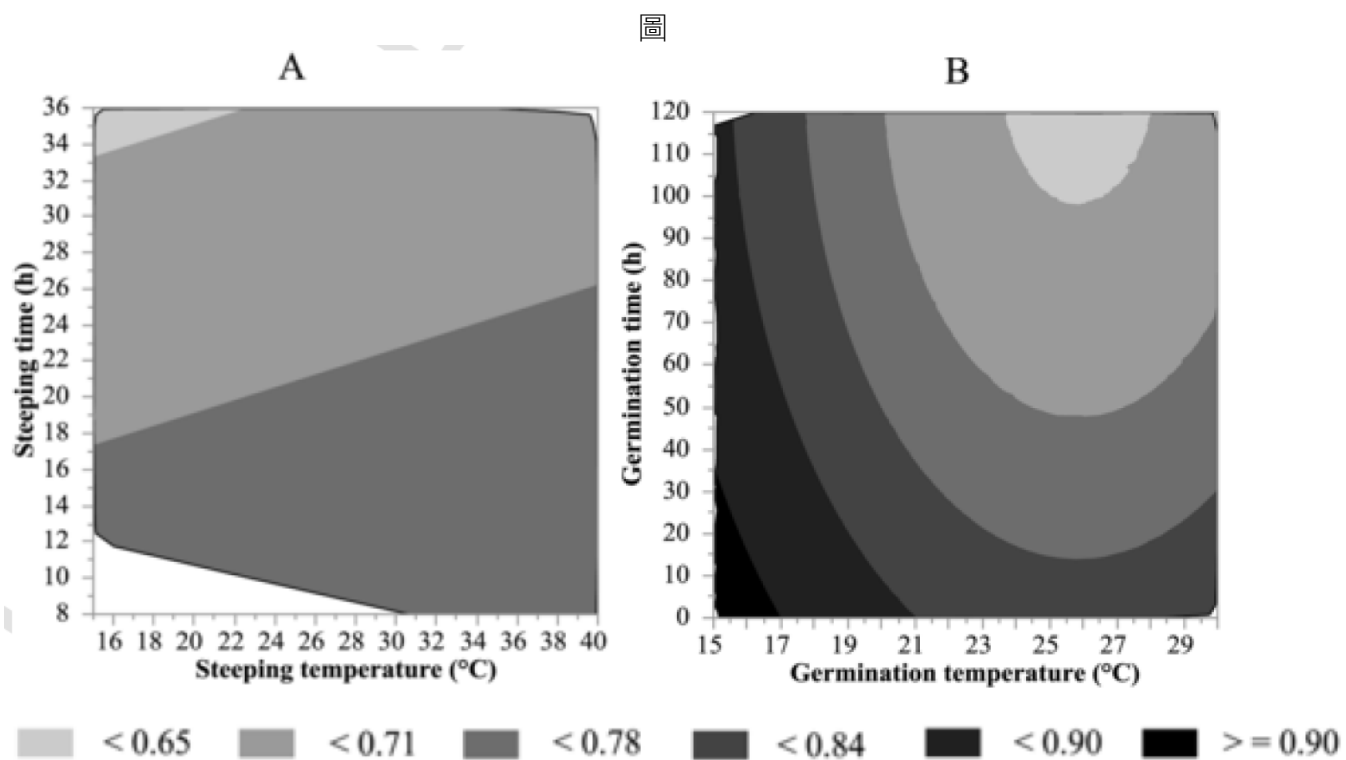


圖 1. 小麥經過不同條件之浸泡和發芽處理後，其植酸鹽含量之影響

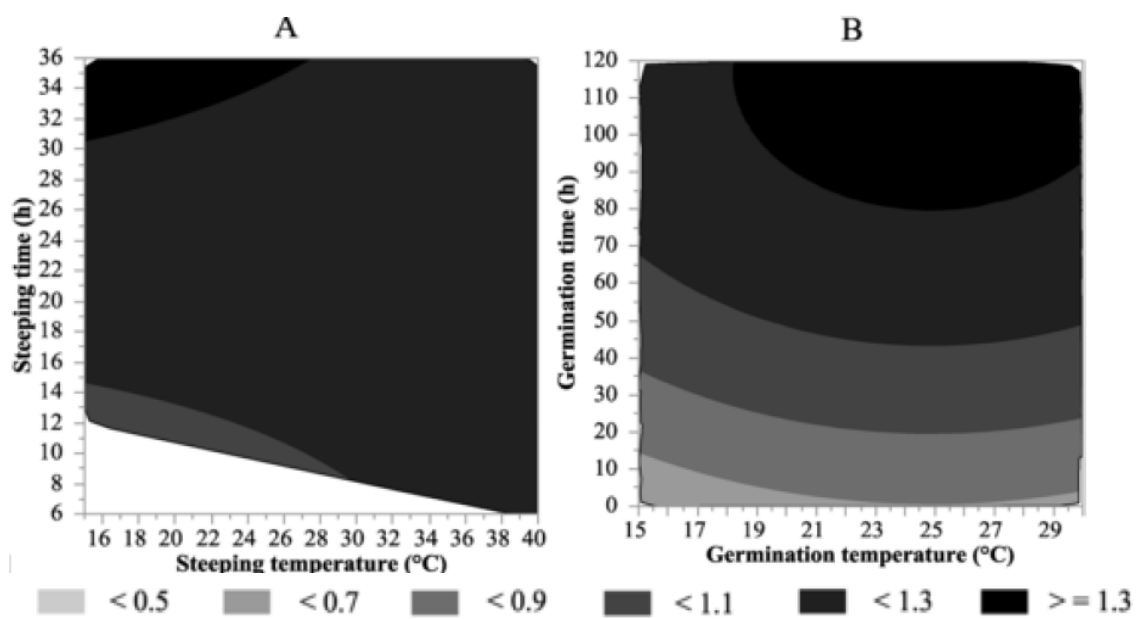


圖 2. 小麥經過不同條件之浸泡和發芽處理後，其 WEAX 含量之影響

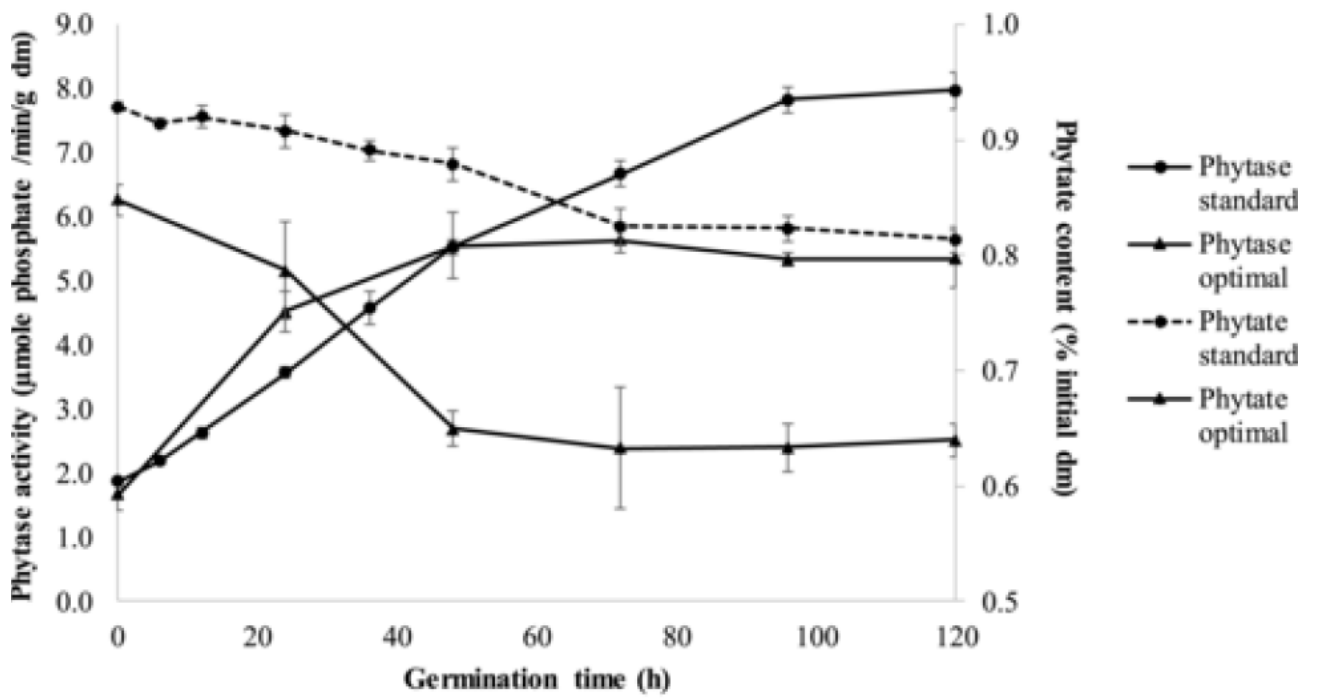


圖 3. 小麥在不同發芽時間下，植酸和植酸酶的關係

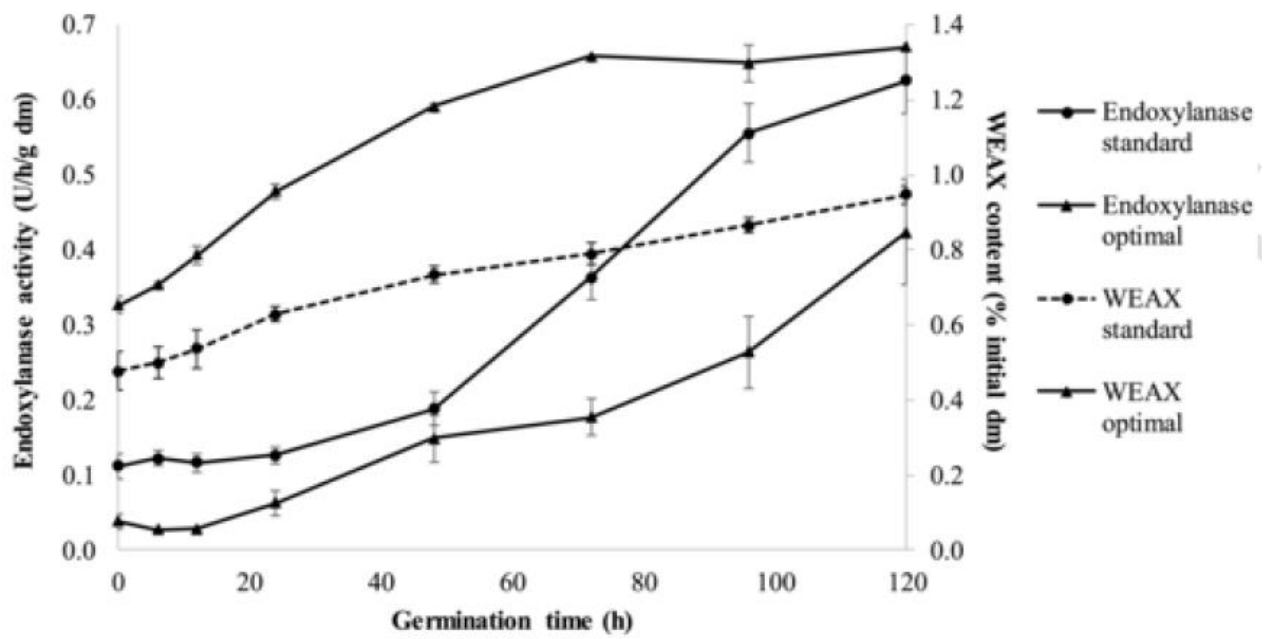


圖 4. 小麥在不同發芽時間下，內切木聚糖酶和 WEAX 的關係

表

表 1. 探討不同條件加工小麥之於植酸含量、WEAX 含量、阿拉伯糖和木聚糖比

	Phytate content (% of idm)	WEAX content (% of idm)	A/X	avDP
Wheat	0.96 ± 0.01 a	0.46 ± 0.04 a	0.81 ± 0.02 a	89.8 ± 9.8 a
Steeped (15 °C, 36 h) and germinated (26 °C, 48 h) wheat	0.65 ± 0.02 ^b	1.18 ± 0.02 ^b	0.64 ± 0.01 ^b	82.3 ± 4.0 a
Steeped (15 °C, 36 h) and germinated (26 °C, 120 h) wheat	0.64 ± 0.01 ^b	1.34 ± 0.05 c	0.64 ± 0.02 ^b	45.3 ± 2.1 ^b
Germinated (26 °C, 48 h) and treated (40 °C, 8 h) wheat	0.47 ± 0.05 c	1.10 ± 0.04 ^b	0.65 ± 0.01 ^b	24.4 ± 3.9 c

率、平均聚合度之影響。

