

利用種子滲調處理促進芹菜發芽逆境耐受性

Utilization of seed priming to enhance stress tolerance for germination of celery

黃玉梅

中文摘要

以不同溫度、光暗進行芹菜種子發芽試驗，結果顯示：供試四個品種(本地芹/青苧"107"及"99"、青葉白骨"田尾白芹"、西洋芹/"猶他")發芽最適溫度為15°C-25°C，發芽率隨著溫度下降或升高明顯下降，溫度提高至35°C時，所有供試品種均無法發芽，低溫(10°C)及高溫(30°C以上)下黑暗抑制發芽較適溫下更為顯著，其中以西洋芹對溫度及光最為敏感。變溫可促進芹菜種子發芽，並降低黑暗對發芽的抑制作用。另外，利用不同滲調基質(GA₃、KNO₃、NaCl、Salicylic acid、Chitosan)處理(15°C環境下6、12、24小時)芹菜種子，探討在高溫及黑暗逆境對種子發芽之影響。試驗結果顯示：在恆溫的發芽條件下，利用GA₃滲調無法提高芹菜種子15°C及30°C高溫下之發芽率，而硝酸鉀(KNO₃)及水楊酸(Salicylic acid)滲調亦無法促進種子15°C之發芽率，卻可顯著提高供試四品種在30°C照光及黑暗下之發芽率。另外以氯化鈉300mM滲調6小時可顯著提高供試四個品種在15°C及30°C黑暗下的發芽率，以及幾丁聚醣0.5%滲調12小時促進青苧"99"、"田尾白芹"在15°C照光或黑暗之發芽，亦顯著提高所有品種在30°C黑暗之發芽率；變溫下，所有滲調基質均可顯著提高西洋芹"猶他"在20/30°C黑暗的發芽率，其中硝酸鉀、氯化鈉及水楊酸還可同時促進"猶他"在25/33°C下黑暗的發芽。本地芹則是以硝酸鉀0.5%滲調6小時可提高"107"在20/30°C下照光及黑暗之發芽率，在20/30°C黑暗下水楊酸0.8mM處理6小時顯著提高本地芹之發芽率。幾丁聚醣0.5%滲調12小時可顯著提高青苧"99"在20/30°C、25/35°C及"田尾白芹"在25/35°C下黑暗之發芽率。以硝酸鉀0.2%滲調12小時之處理則顯著提高"99"、"田尾白芹"在25/35°C黑暗環境下之發芽率。氯化鈉300mM滲調6小時，促進供試品種在25/35°C下照光及黑暗的發芽。雖然滲調處理無法明顯提昇芹菜部分發芽條件下之發芽率，但所有滲調處理基質均可以縮短發芽(GT₅₀)日數。

英文摘要

The germination test of celery seeds at different temperatures and illumination showed, the optimum temperature for germination of the four cultivars (local smallage Ching Tung "107" and "99", Ching Yeh Pai Ku "Tian Wei", celery "UTAH") was 15°C-25°C. The germination rate decreased significantly at lower or higher temperature, and all cultivars could not germinate at 35°C. The inhibition of germination in darkness at low temperature (10°C) and high temperature (above 30°C) is more significant than that at appropriate temperature. Among them, "UTAH" is

most sensitive to temperature and illumination. Alternating temperatures can promote the germination of celery seeds and reduce the inhibitory effect of darkness.

Celery seeds were treated with different priming solvents (GA_3 , KNO_3 , NaCl, Salicylic acid, Chitosan) and temperature (6, 12, 24 hours at $15^\circ C$) to overcome the high temperature and dark stress on seed germination. At constant temperature conditions, GA_3 priming could not improve the germination rate of celery seeds at $15^\circ C$ and $30^\circ C$, KNO_3 and salicylic acid priming could not promote the seed germination at $15^\circ C$, but can significantly increase the germination rate of the four cultivars at $30^\circ C$ in light and dark. In addition, 300mM NaCl priming for 6 hours can significantly increase the germination rate of the four cultivars in dark at $15^\circ C$ and $30^\circ C$, 0.5% chitosan priming for 12 hours could not only improve the germination rate of Ching Tung "99" and "Tian Wei" at $15^\circ C$ in light and dark, but also increase the germination rate of all cultivars at $30^\circ C$ in dark. At alternating temperatures, all priming solvents can significantly increase the germination rate of "UTAH" at $20/30^\circ C$ in dark, among which KNO_3 , NaCl, salicylic acid can also improve the germination at $25/35^\circ C$ in dark. 0.5% KNO_3 priming for 6 hours increase the germination rate of Ching Tung "107" at $20/30^\circ C$ in light and dark, 0.8mM salicylic acid priming for 6 hours significantly improve the germination rate of local smallage at $20/30^\circ C$ in dark. 0.5% chitosan priming for 12 hours significantly improve the germination rate of Ching Tung "99" at $20/30^\circ C$, $25/35^\circ C$ and "Tian Wei" at $25/35^\circ C$ in dark. 0.2% KNO_3 priming for 12 hours significantly improve the germination rate of Ching Tung "99", "Tian Wei" at $25/35^\circ C$ in dark. 300mM NaCl priming for 6 hours improve the germination of all cultivars. Although the priming could not significantly increase the germination rate in some conditions, all priming solvents could decrease the time to 50% germination (GT50).

計畫目的

探討不同溫度、光照環境下對芹菜種子發芽之影響，利用不同滲調處理基質與條件提高芹菜種子對溫度逆境下之發芽能力。

材料與方法

(一)、溫度、光照對芹菜種子發芽之影響

1. 供試材料：本地芹/青苧"107"及"99"、青葉白骨"田尾白芹"、西洋芹/"猶他"。
2. 發芽試驗：
 - A. 紙上法 4 重複，每重複 100 粒共 400 粒，以 9 公分培養皿放入兩層濾紙加入 3cc 逆滲透水供種子發芽。
 - B. 發芽溫度：於恆溫 $10^\circ C$ 、 $15^\circ C$ 、 $20^\circ C$ 、 $25^\circ C$ 、 $30^\circ C$ 、 $35^\circ C$ 及變溫 $15/25^\circ C$ 、 $20/30^\circ C$ 、 $25/35^\circ C$ (8 小時高溫，16 小時低溫)。

- C. 光照條件：在不同溫度環境下分別以照光(照光 8 小時，黑暗 16 小時)或完全黑暗(以雙層鋁箔紙包裹)。
- D. 播種後 10 日第 1 次調查，第 21 天最後 1 次調查，並計算發芽百分比。
3. 發芽數據統計分析：
採用 SPSS 套裝軟體進行 ANOVA 分析，以 duncan's multiple range test 比較處理間平均值。

(二)、滲調處理對芹菜種子發芽之影響

1. 供試材料：芹菜種子，品種：本地芹/青苧"107"及"99"、青葉白骨"田尾白芹"、西洋芹/"猶他"。
2. 滲調處理：分別以 GA₃(Merck KGaA, Germany, 50ppm;100ppm) ； KNO₃(Union Chemical Works, Taiwan, 0.2%,0.5%) ； NaCl(TAIYEN, Taiwan, 200mM,300mM) ； Salicylic acid (Sigma-Aldrich, USA, 0.8 mM, 0.6 mM) ； Chitosan(First Chemical works, Taiwan, 5%)及逆滲透水為滲調液，在 15 °C 恆溫箱內，不同處理時間 6、12、24 小時。回乾處理後再分別進行發芽、苗期及貯藏試驗。
 - A. 激勃素(GA₃)配製：分別秤取 GA₃ 0.1g 及 0.2g，先以酒精溶解後再混合於 2L 逆滲透水中，配製成 50ppm 及 100ppm GA₃ 試劑。
 - B. 硝酸鉀(KNO₃)配置：分別秤取 KNO₃ 4g 及 10g，混合於 2L 逆滲透水中，配置成 0.2% 及 0.5% KNO₃ 試劑。
 - C. 氯化鈉(NaCl)配製：分別秤取 NaCl 23.4g 及 35.1g 以逆滲透水定量至 2L 配製成 200mM 及 300mM NaCl 試劑。
 - D. 水楊酸(Salicylic acid)配製：分別秤取水楊酸 0.17g 及 0.22g 以逆滲透水定量至 2L，配製成 0.6mM 及 0.8mM 水楊酸試劑。
 - E. 幾丁聚醣(Chitosan)配製：秤取幾丁聚醣 10g，溶解於 2L 1.5% 蘋果酸溶液中，配製成 0.5% 幾丁聚醣溶液。
3. 回乾處理：滲調後以 NaCl 及 Chitosan 處理者以逆滲透水沖洗，其餘不沖洗直接瀝乾滲調液後於 20°C 相對濕度 40%，回乾 2 天。
4. 發芽試驗：
 - A. 紙上法 4 重複，每重複 100 粒共 400 粒，以 9 公分培養皿放入兩層濾紙加入 3cc 逆滲透水供種子發芽。
 - B. 溫度條件：分別以標準溫度：20/30°C 變溫(8 小時 30 °C，16 小時 20 °C)(ISTA Rules 2019)；低溫 15°C 及高溫 30°C、25/35°C (8 小時 35°C，16 小時 25°C)。
 - C. 光照條件：在不同溫度環境下分別以照光(照光 8 小時，黑暗 16 小時)或完全黑暗(以雙層鋁箔紙包裹)。
 - D. 播種後不定期給水，每日計算發芽粒數(胚根突破種皮視為發芽)至 21 天，計算發芽百分比、達最終發芽率 50% 的天數(GT50)及達最終發芽率

90%的天數(Gt90)

5. 發芽數據統計分析：

採用 SPSS 套裝軟體進行 ANOVA 分析，以 duncan's multiple range test 比較處理間平均值。

結果

(一)、溫度、光照對芹菜種子發芽之影響

芹菜種子發芽適溫為 15~20°C，具有好光和熱休眠的發芽特性(黃, 1995)，本試驗探討溫度與光、暗對發芽之影響，由試驗結果(圖 1 上)顯示：恆溫(10°C、15°C、20°C、25°C、30°C、35°C) 環境下，於最適發芽溫度其發芽率最高且不受黑暗影響，供試四品種中本地芹/青苧"107"與西洋芹"猶他"的發芽高峰出現在 15°C，發芽最適溫度為 15°C-20°C，本地芹/青苧"99"、"田尾白芹"發芽高峰則出現在 25°C，發芽最適溫度落在 20°C-25°C。發芽率隨著溫度下降或升高明顯下降，低溫(10°C)及高溫(30°C以上)下發芽顯著降低，溫度提高至 35°C 時，所有供試品種均無法發芽，發芽率為 0%，其中又以西洋芹對溫度最為敏感，25°C 發芽率迅速下降至 20% 以下而 30°C 降為 0%；黑暗明顯抑制芹菜種子發芽，且同時受發芽溫度影響，低溫(10°C)及高溫(30°C以上) 下黑暗抑制發芽較適溫下更為顯著，品種中以西洋芹對光的需求特別明顯，黑暗處理顯著降低發芽率，且 25°C 黑暗下發芽率降為 0%。相較於西洋芹，3 個本地芹品種在適溫下黑暗處理其發芽率下降幅度較小，其中在 20°C 下照光與黑暗間發芽率無顯著性差異，發芽不受光的影響(圖 1 上)。

變溫處理可促進芹菜種子發芽(Pressman et al., 1977)，試驗中變溫(15/25°C、20/30°C、25/35°C)條件下，各品種發芽率均較該溫度範圍之恆溫條件高，且變溫降低黑暗對發芽的抑制作用，發芽率在照光與黑暗處理間有顯著性差異只有在：15/25°C 的"田尾白芹"、20/30°C 的西洋芹"猶他"及 25/35°C 的青苧"107"品種中，而青苧"99"在變溫下發芽不受黑暗影響，西洋芹"猶他"在較高(25/35°C)的變溫條件下發芽率降為 0%(如圖 1 下)。

(二)滲調處理對芹菜種子發芽之影響

滲調處理可以促進種子發芽對逆境的耐受性，滲調回乾貯藏時間有長有短，但植株仍可顯現對抗逆境，表示種子因記憶具有保存滲調處理所誘發的反應的能力，因此在發芽時遭遇逆境可以更快有效的對應，強化發芽及幼苗階段對逆境的抗性(Wojtyla et al., 2016)。本年度利用不同滲調基質(GA₃、KNO₃、NaCl、Salicylic acid、Chitosan)處理芹菜種子，探討在高溫及黑暗逆境對種子發芽之影響。試驗結果顯示：利用激勃素 GA₃ 50ppm 及 100ppm 分別滲調處理 6、12、24 小時，無法提高芹菜種子恆溫 15°C 及 30°C 高溫下之發芽率，但能讓西洋芹"猶他"種子在 30°C 黑暗下發芽(圖 2、表 1)，且顯著提高在變溫 20/30°C 黑暗下"猶他"之發芽率，其中又以 GA₃ 100ppm 滲調 12 小時處理發芽率從 55% 提高

到92%最高(圖3、表1)。雖然GA₃滲調處理無法明顯提昇芹菜種子發芽率，但能顯著縮短發芽日數，所有處理之達發芽總數50%所需天數(GT₅₀)都顯著少於對照組，在不同溫度及光暗條件下供試四品種GT₅₀所需天平均數從對照組的13.2-19.2天縮短為6.5-8.7天(圖4及5、表2)。

以硝酸鉀(KNO₃)滲調處理芹菜種子，在恆溫的發芽條件下，所有滲調處理條件均無法提高在15°C照光或黑暗之發芽率；但是，以0.5%KNO₃滲調24小時之處理，卻可顯著提高所有供試品種在30°C照光及黑暗下之發芽率，與對照組呈極顯著差異，發芽率與適溫條件相近(圖6、表3)。變溫下所有KNO₃滲調均顯著提高"猶他"在20/30°C及25/35°C黑暗下之發芽率，而處理中以0.5%滲調6小時組可提高青苧"107"在20/30°C下照光及黑暗之發芽率，另外以0.2%滲調12小時之處理則顯著提高青苧"99"、"田尾白芹"在25/35°C黑暗環境下之發芽率(圖7、表3)。在GT₅₀方面以0.2%與0.5%處理6小時之滲調條件，在不同溫度與不同品種之種子GT₅₀顯著低於對照組，而0.2%滲調12小時則可在25/35°C下縮短GT₅₀所需的時間，並顯著低於對照組(圖8及9、表4)。

以氯化鈉NaCl滲調液進行滲調後之芹菜種子，在恆溫的發芽條件下，處理條件中以氯化鈉300mM滲調6小時可促進供試四個品種在15°C及30°C下黑暗的發芽，發芽率顯著高於對照組(圖10、表5)，變溫下所有NaCl滲調處理組均可促進"猶他"在20/30°C黑暗下之發芽率，其發芽率由55%提高至80-95%顯著高於對照組，而滲調處理條件中同樣以300mM滲調6小時，可以同時促進供試四個品種在25/35°C下照光及黑暗的發芽，發芽率顯著高於對照組(圖11、表5)。大部分氯化鈉滲調處理可以縮短芹菜種子發芽所需時間GT₅₀，但是促進"猶他"及青苧"107"在黑暗之發芽率的滲調處理組，卻同時延長了發芽所需時間，增加GT₅₀的天數(圖12及13、表6)。

利用水楊酸(Salicylic acid)滲調處理芹菜種子，同樣無法提高在15°C照光或黑暗之發芽率；但是在高溫30°C下，以0.8mM 6小時及0.6mM處理24小時之本地3品種無論光暗之發芽率均顯著高於對照組，而0.6mM滲調6及12小時之處理，則可將西洋芹"猶他"種子在黑暗中的發芽率從0%提高至49%(圖14、表7)。在變溫條件下所有的水楊酸滲調處理，可同時顯著提高"猶他"種子在20/30°C及25/35°C下黑暗之發芽率，其中又以0.8mM 6小時之處理從55%提高至90%最佳，而本地芹則以0.8mM處理6小時顯著提高在20/30°C黑暗下之發芽率為最佳(圖15、表7)。在發芽所需時間GT₅₀調查結果顯示，大部分水楊酸滲調處理條件顯著低於對照組之趨勢(圖16、表8)。

幾丁聚醣(Chitosan)滲調處理的試驗中，在恆溫發芽條件下，以0.5% Chitosan滲調12小時之處理組，供試之本地芹/青苧"99"、"田尾白芹"在15°C照光或黑暗之發芽率均顯著高於對照組，亦顯著提高所有供試品種在30°C黑暗下之發芽率(圖17、表9)。變溫條件下所有幾丁聚醣處理，可顯著提高"猶他"種子在20/30°C黑暗下之發芽率，但0.5% Chitosan滲調12小時之處理組，除了"猶他"品種外，尚可顯著提高青苧"99"在20/30°C及青苧"99"、"田尾白芹"在

25/35°C黑暗下之發芽率(圖18、表9)。在GT₅₀方面幾乎所有處理皆顯著低於對照組,但幾丁聚醣0.5% 12小時的GT₅₀在一些溫度光照條件下會顯著高於對照組(青筍"107"年20°C/30°C黑暗、30°C光照與黑暗、青筍"99年20°C/30°C光照與黑暗、青葉白骨"田尾白芹"20°C/30°C光照與黑暗,西洋芹"猶他"20°C/30°C光照與黑暗)(圖19及20、表10)。

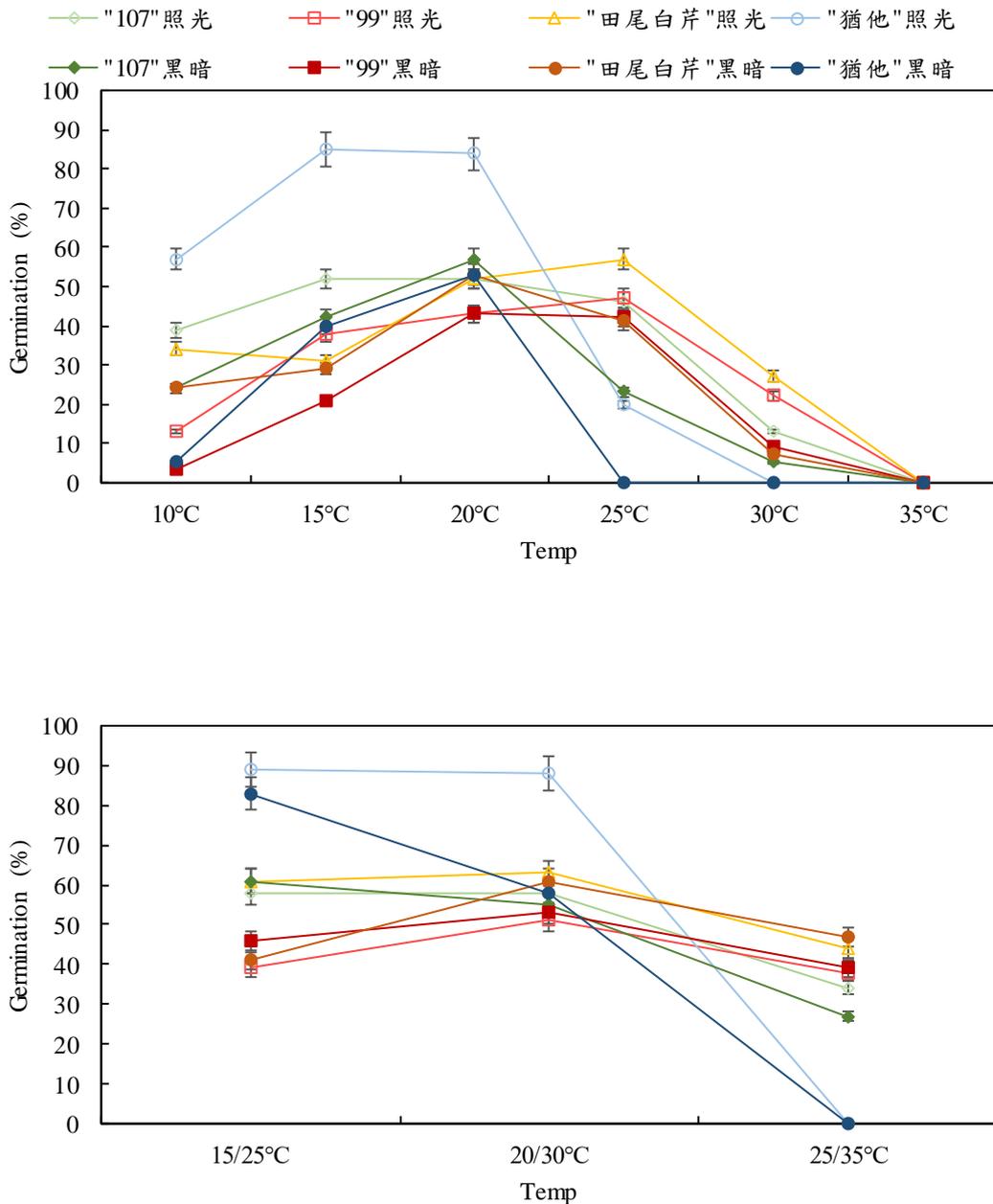


圖 1. 溫度、光暗對芹菜種子發芽之影響

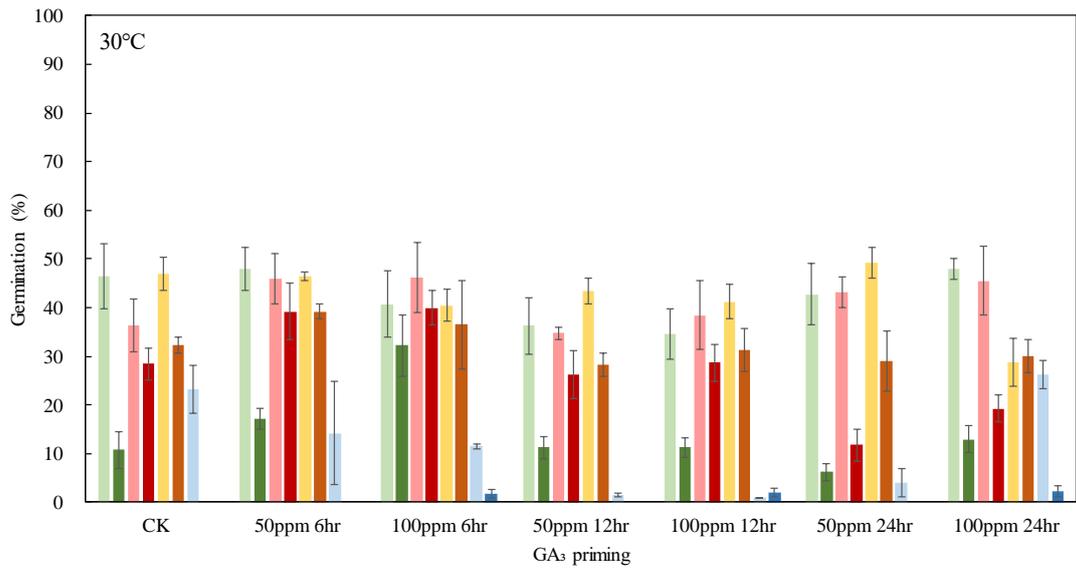
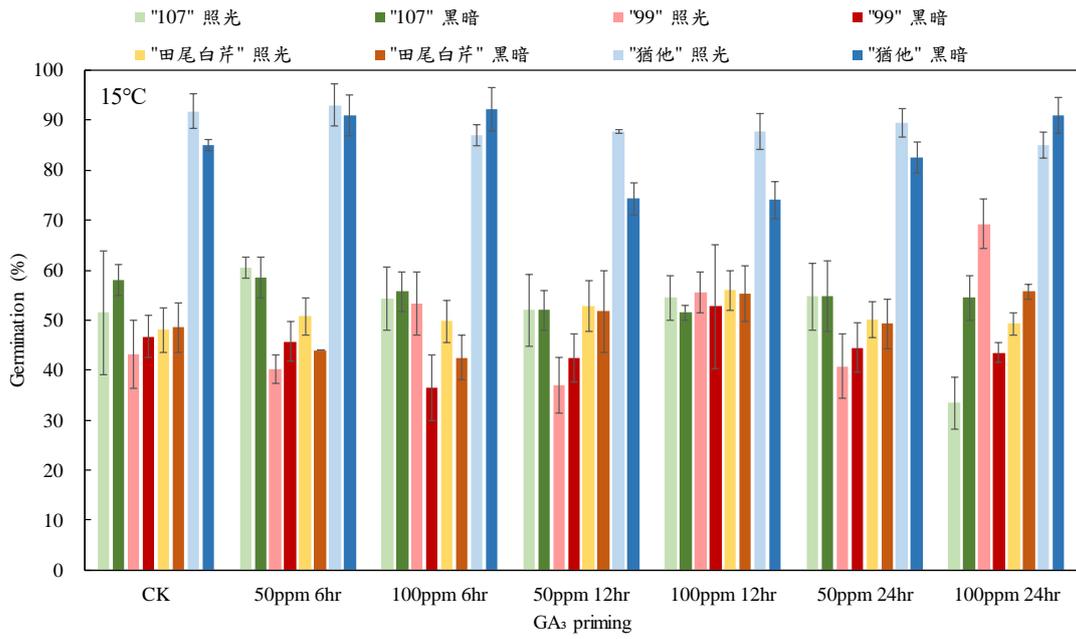


圖 2. 利用 GA₃ 滲調處理對芹菜種子在恆溫及光暗條件下發芽之影響

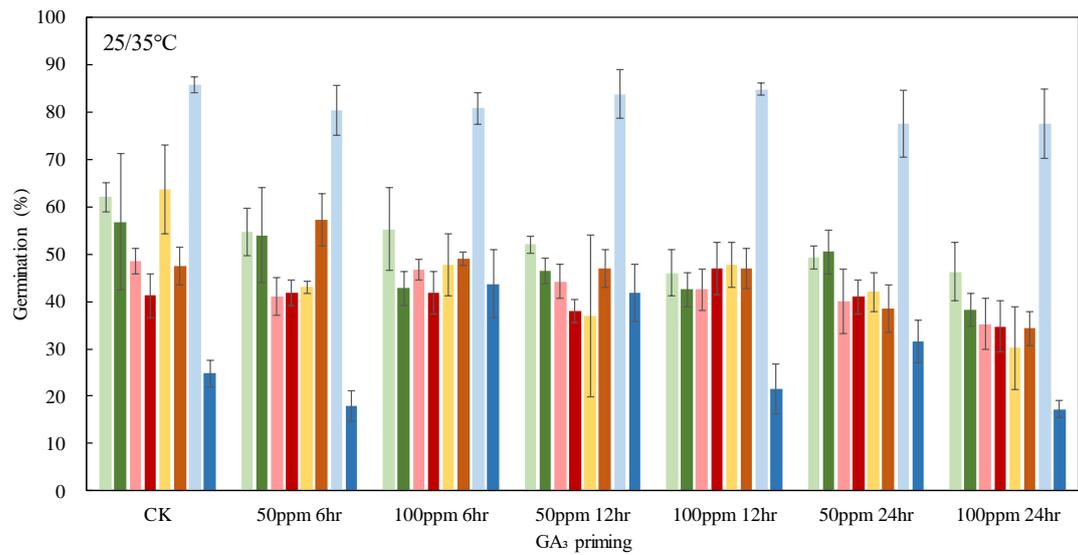
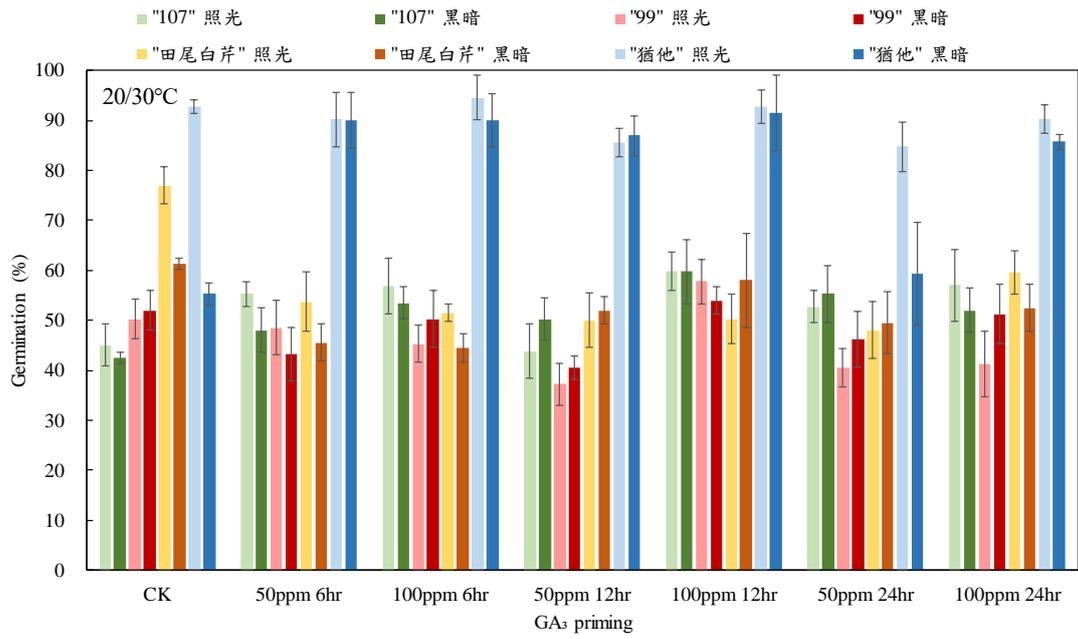


圖 3. 利用 GA₃ 滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽之影響

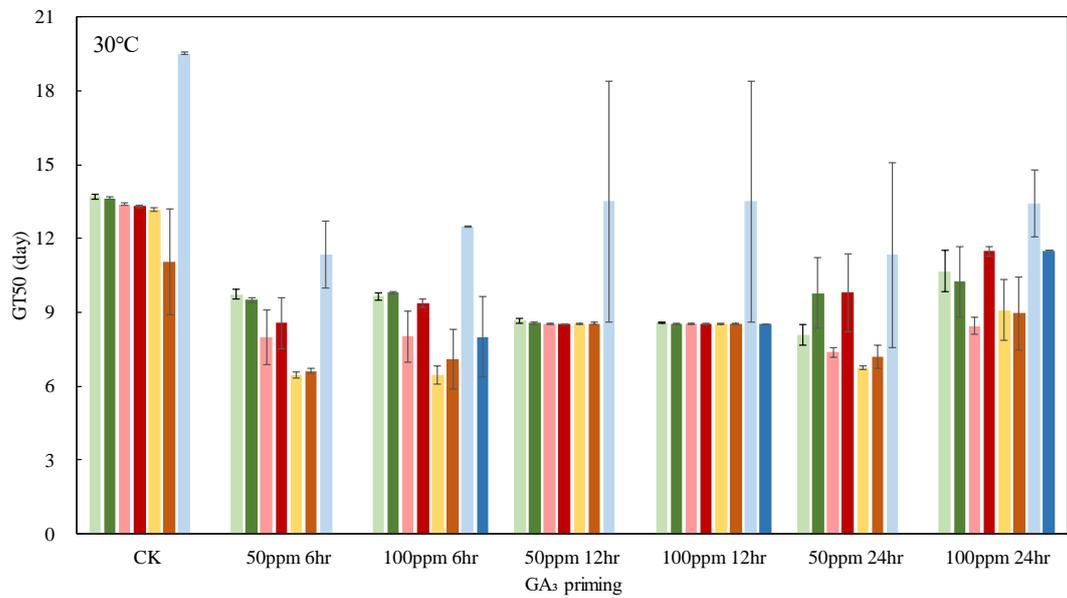
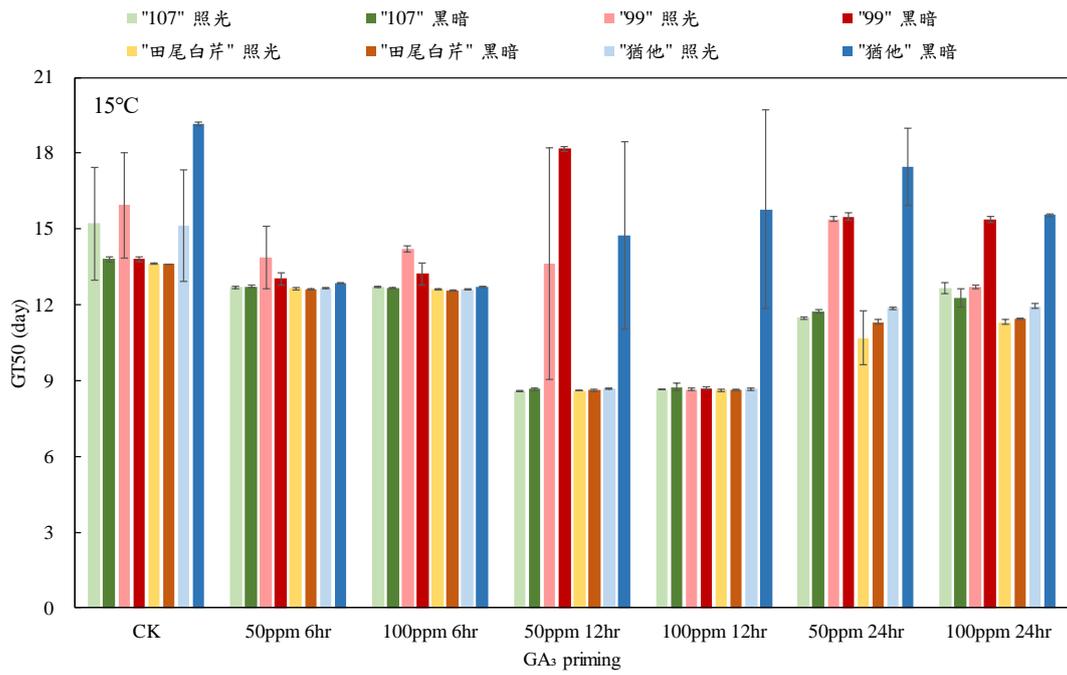


圖 4. 利用 GA₃ 滲調處理對芹菜種子在恆溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

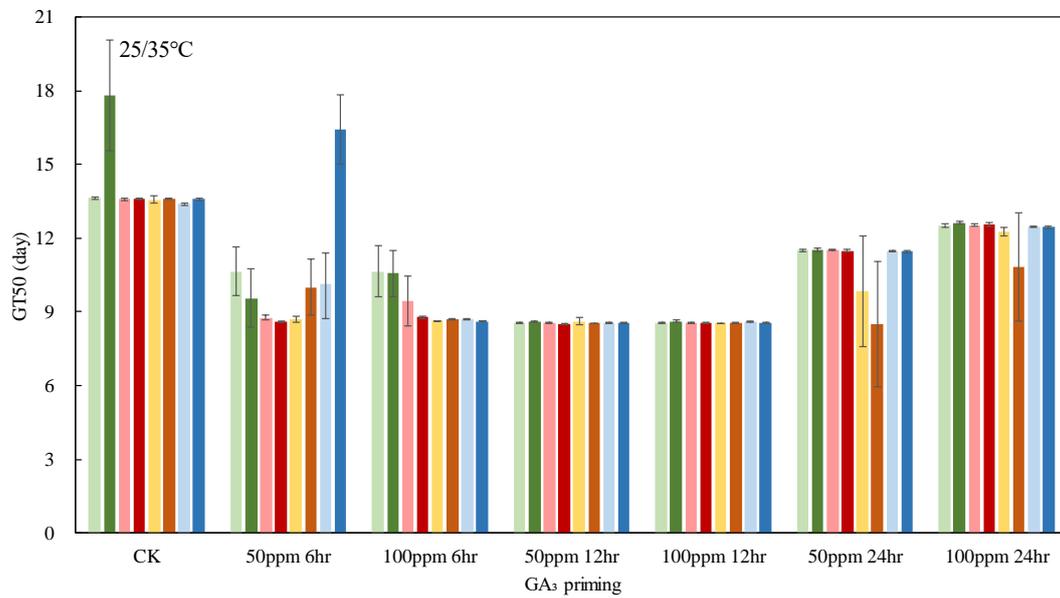
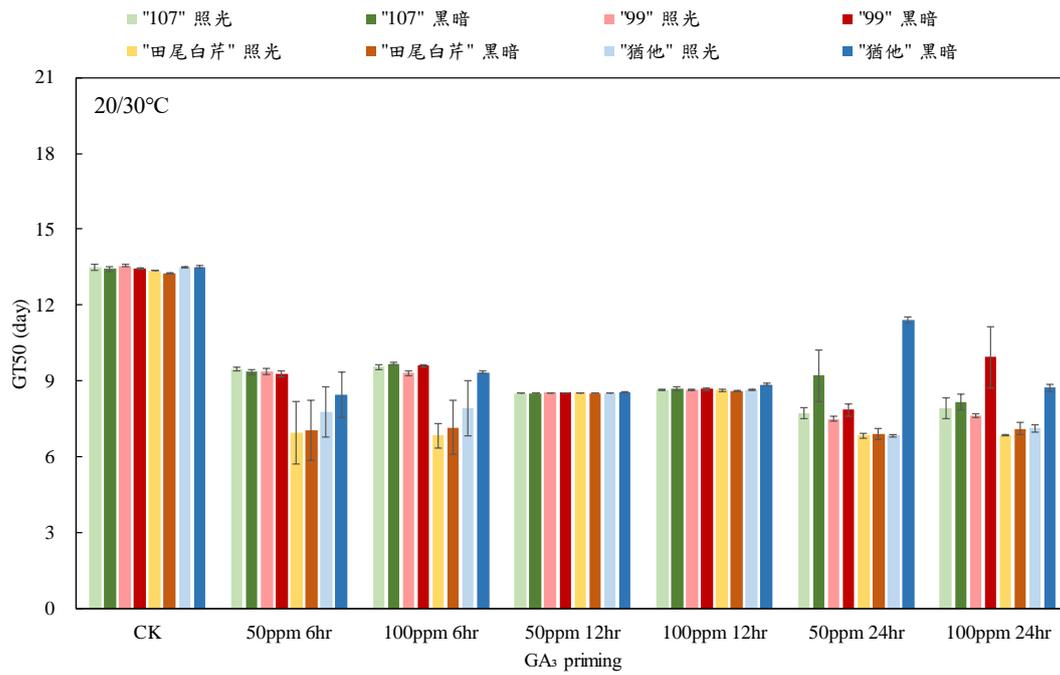


圖 5. 利用 GA₃ 滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

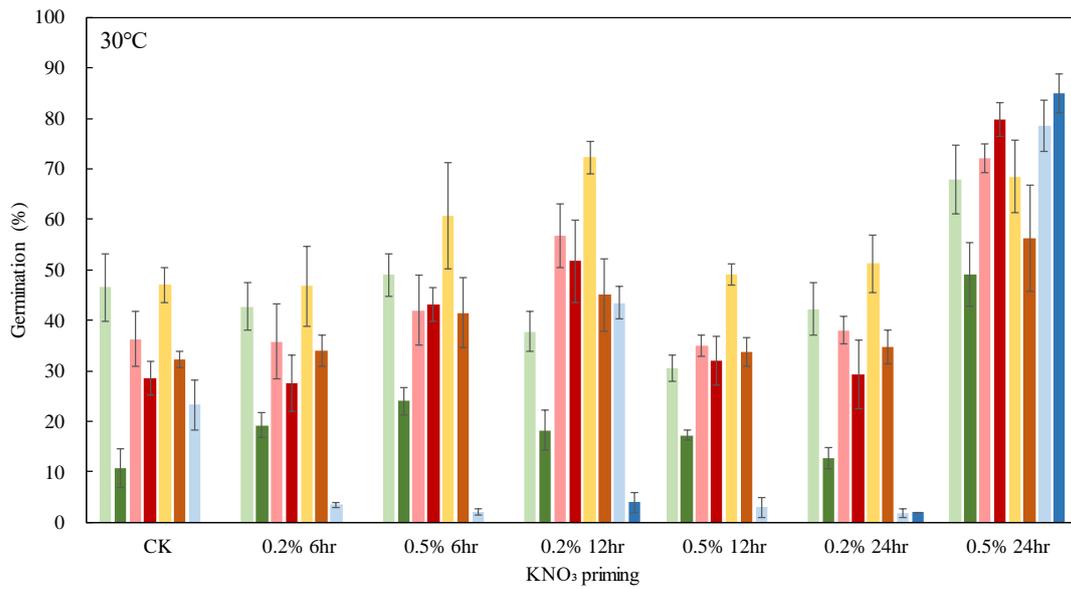
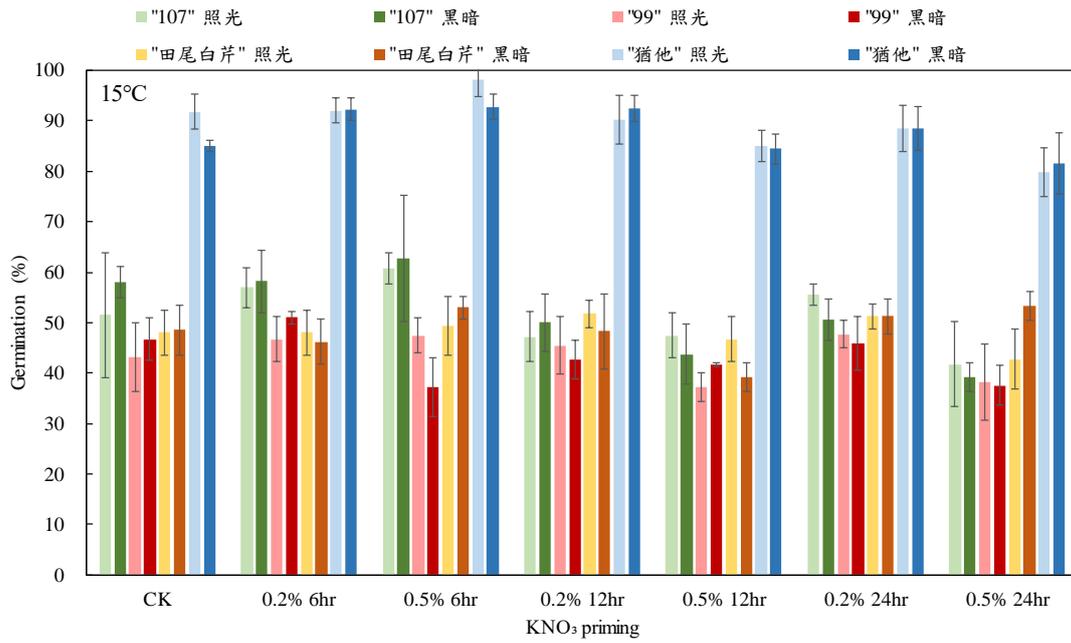


圖 6. 利用 KNO₃ 滲調處理對芹菜種子在全溫及光暗條件下發芽之影響

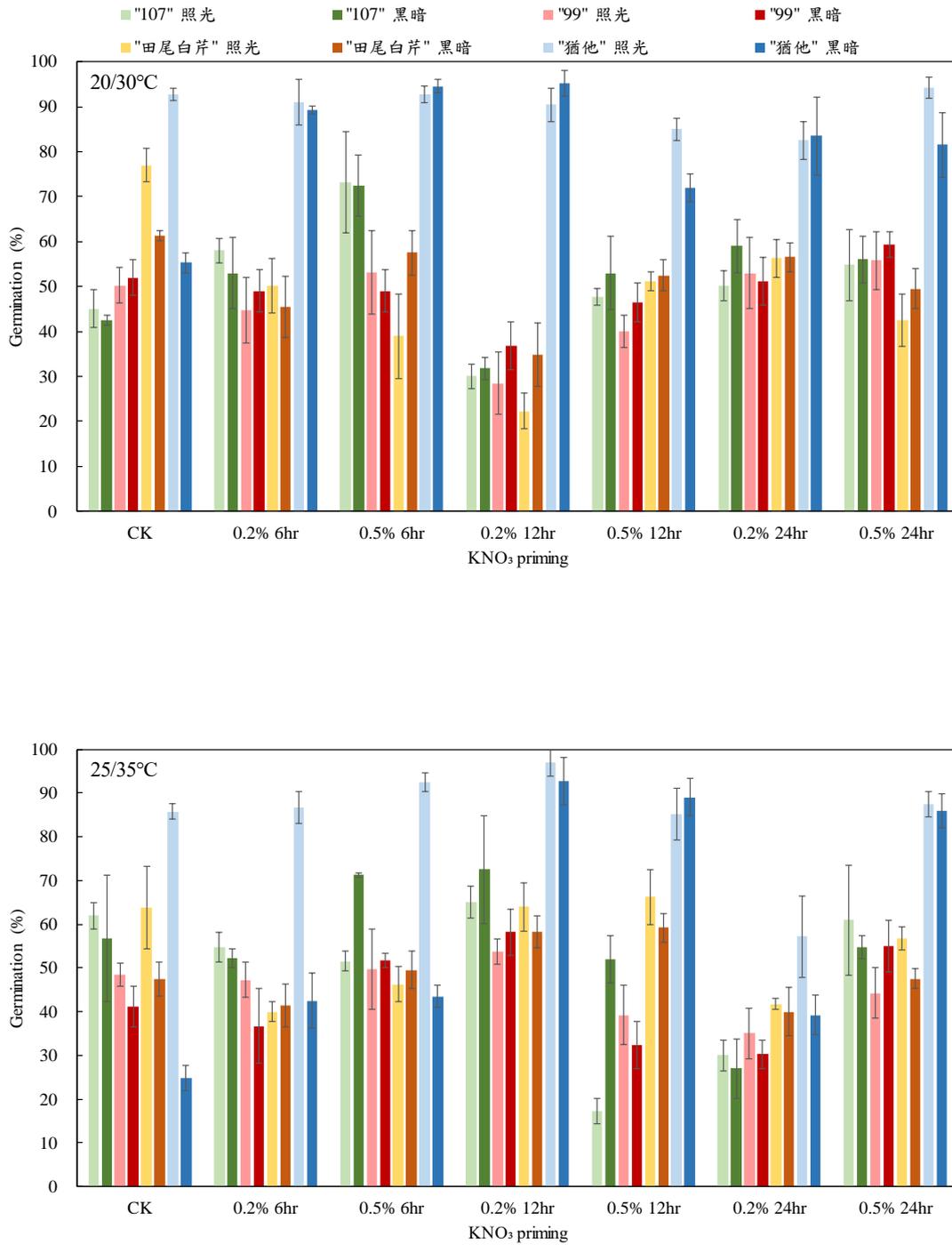


圖 7. 利用 KNO_3 滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽之影響

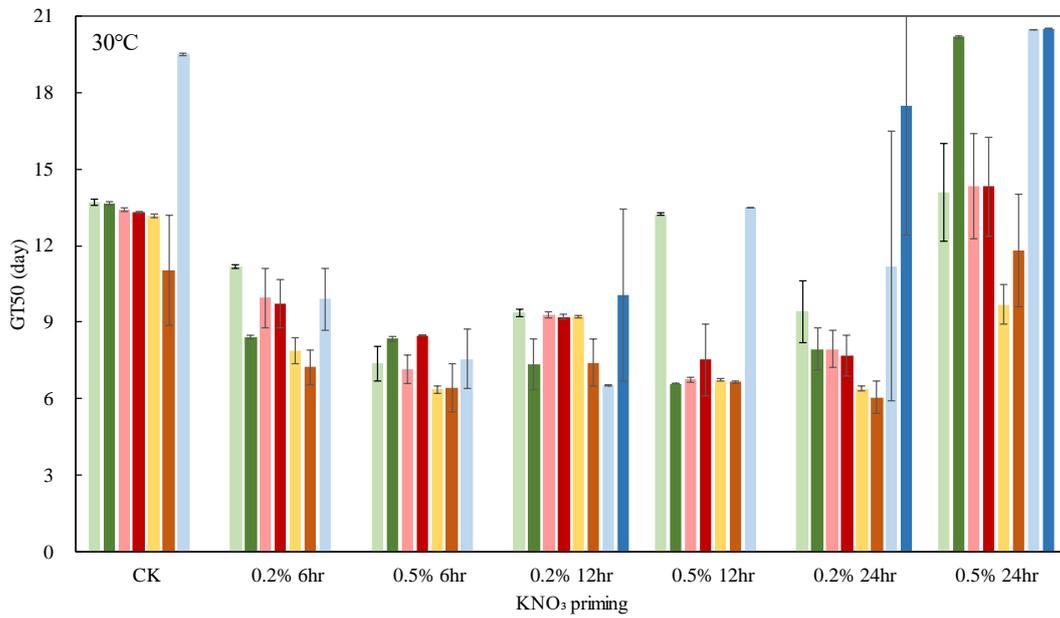
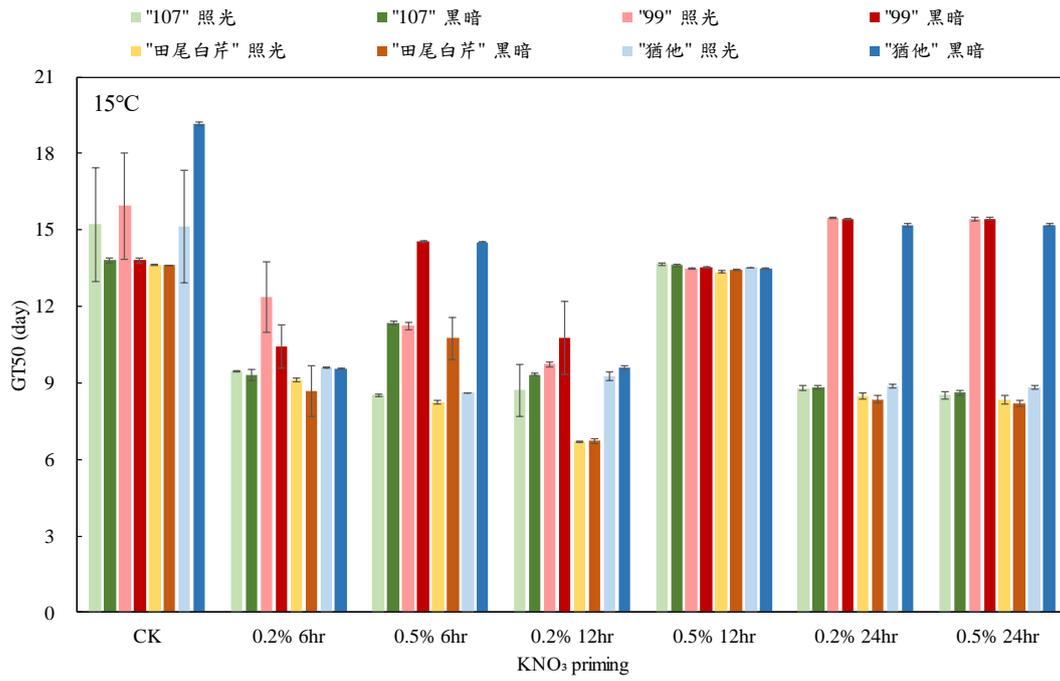


圖 8. 利用 KNO₃ 滲調處理對芹菜種子在恆溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

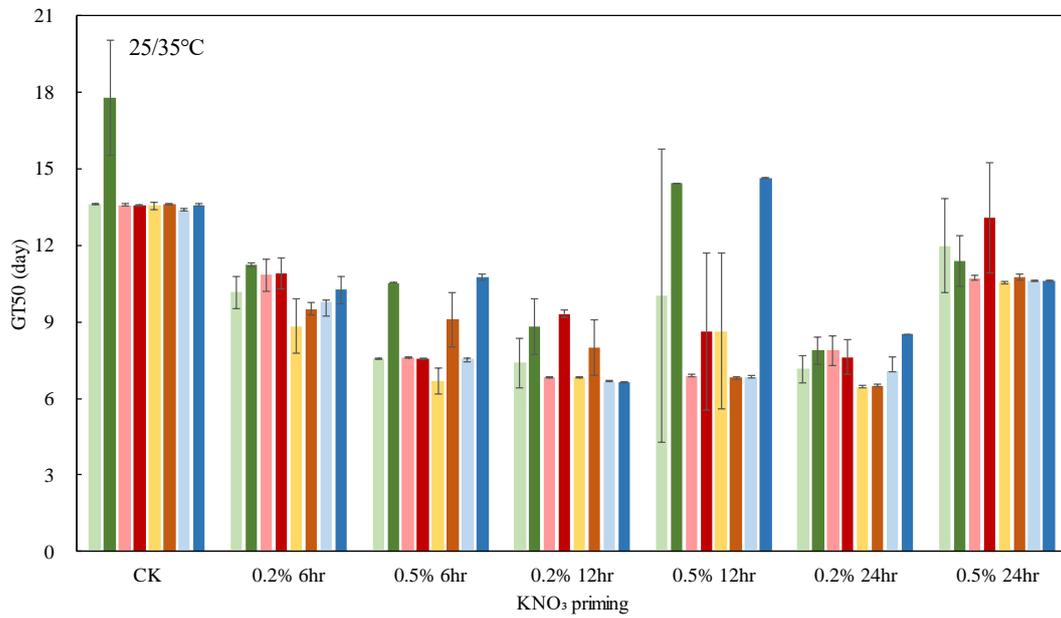
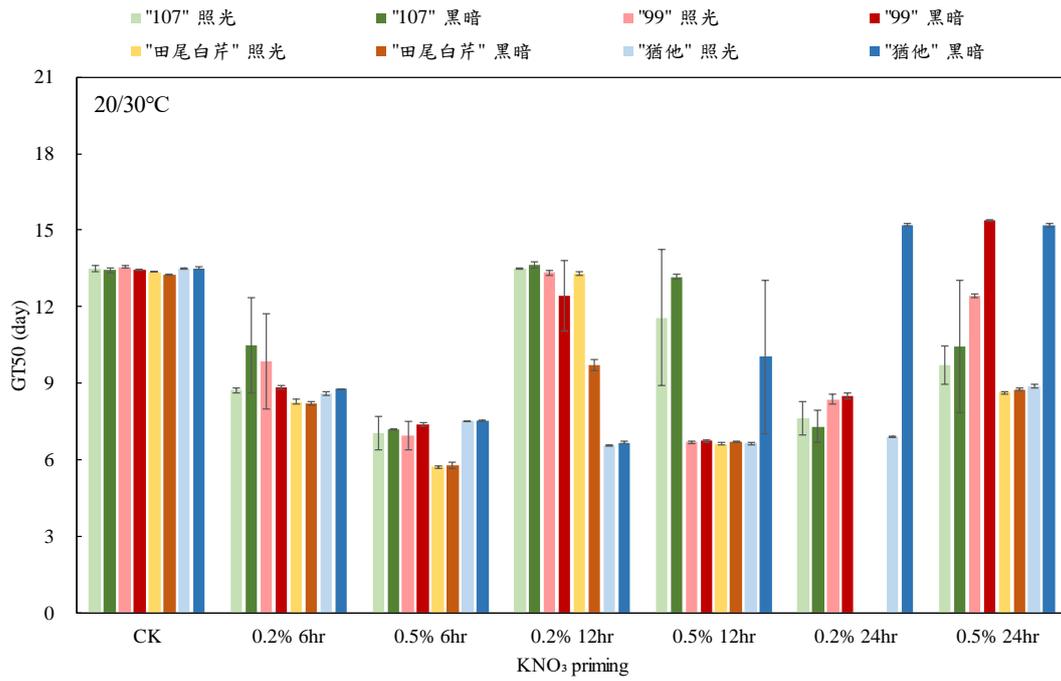


圖 9. 利用 KNO₃ 滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

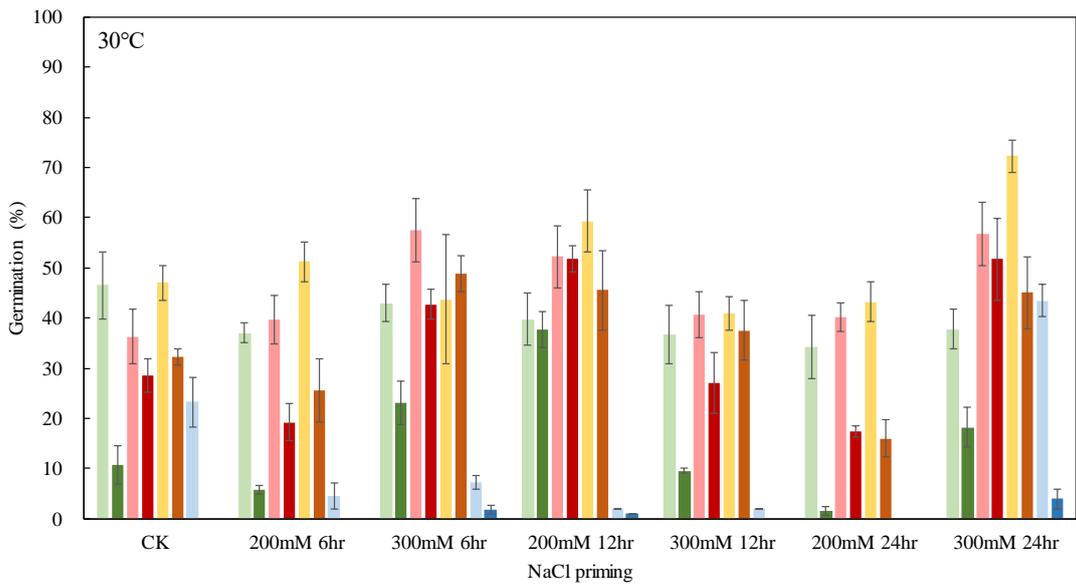
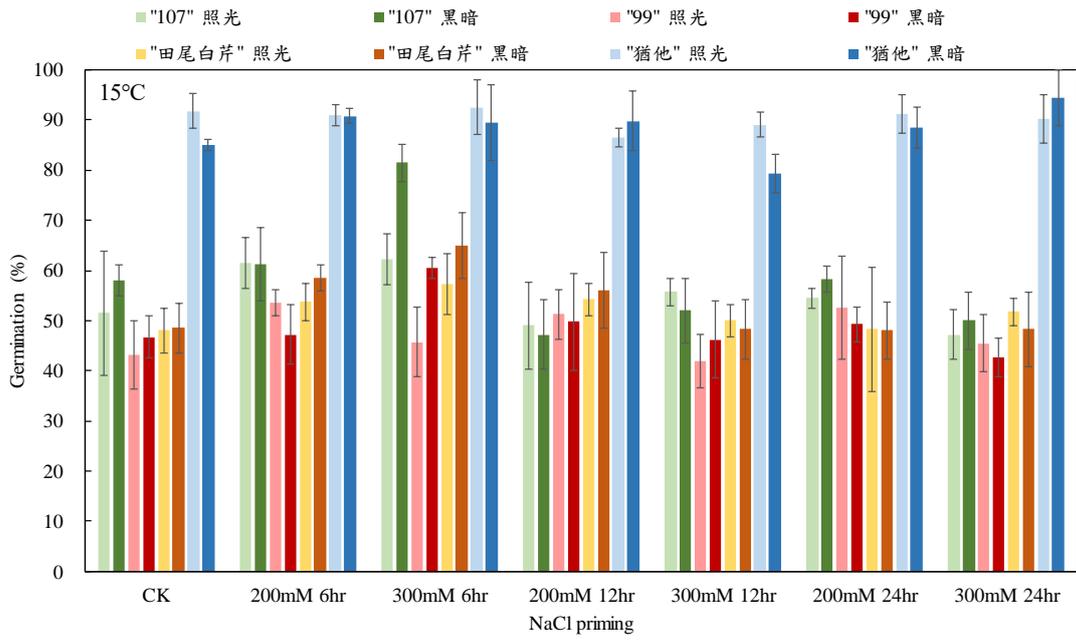


圖 10. 利用 NaCl 滲調處理對芹菜種子在恆溫及光暗條件下發芽之影響

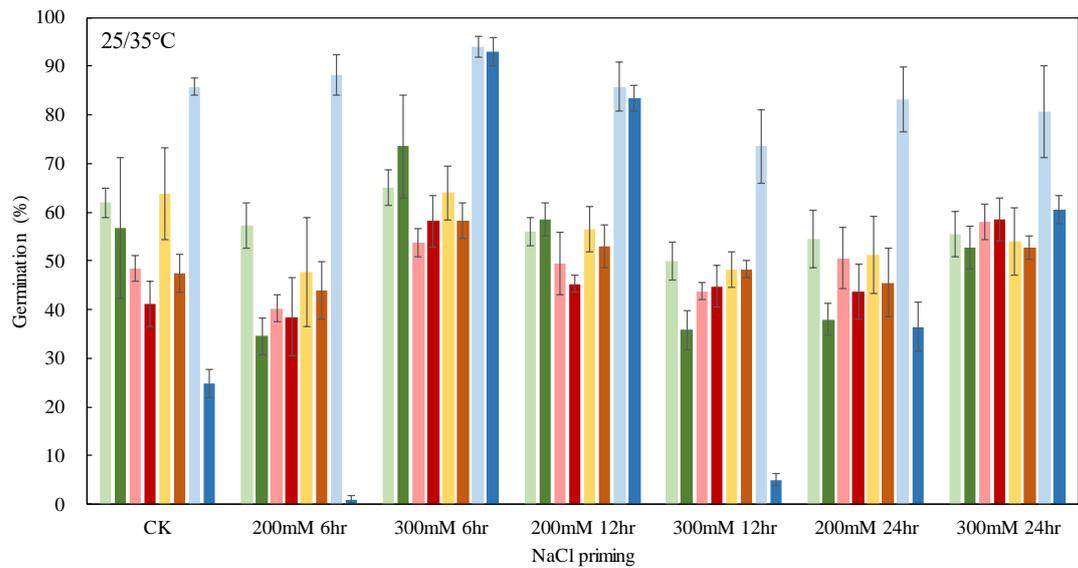
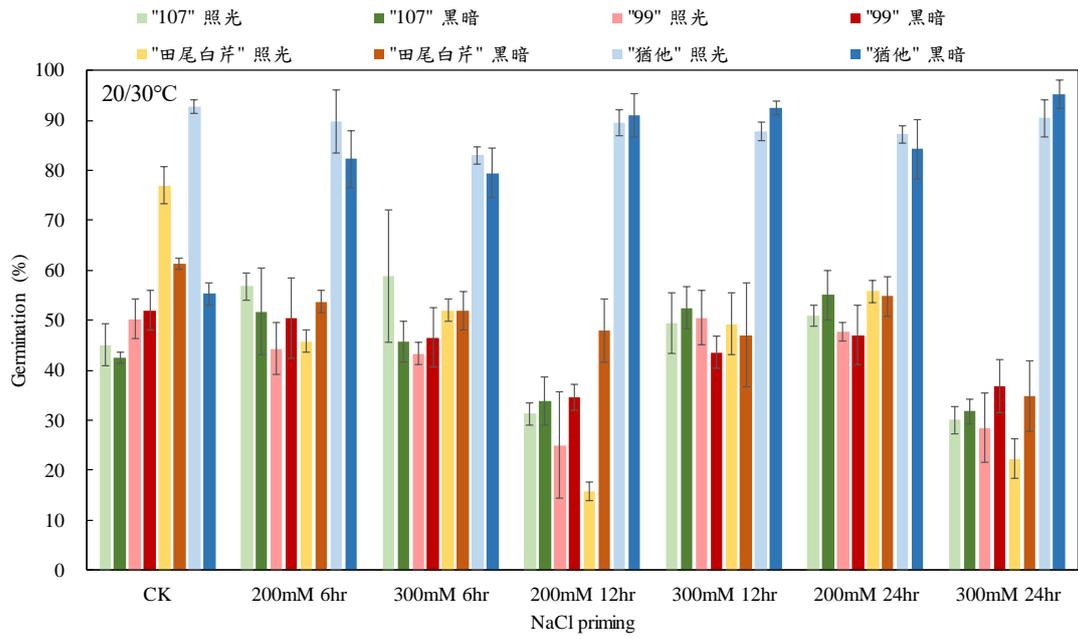


圖 11. 利用 NaCl 滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽之影響

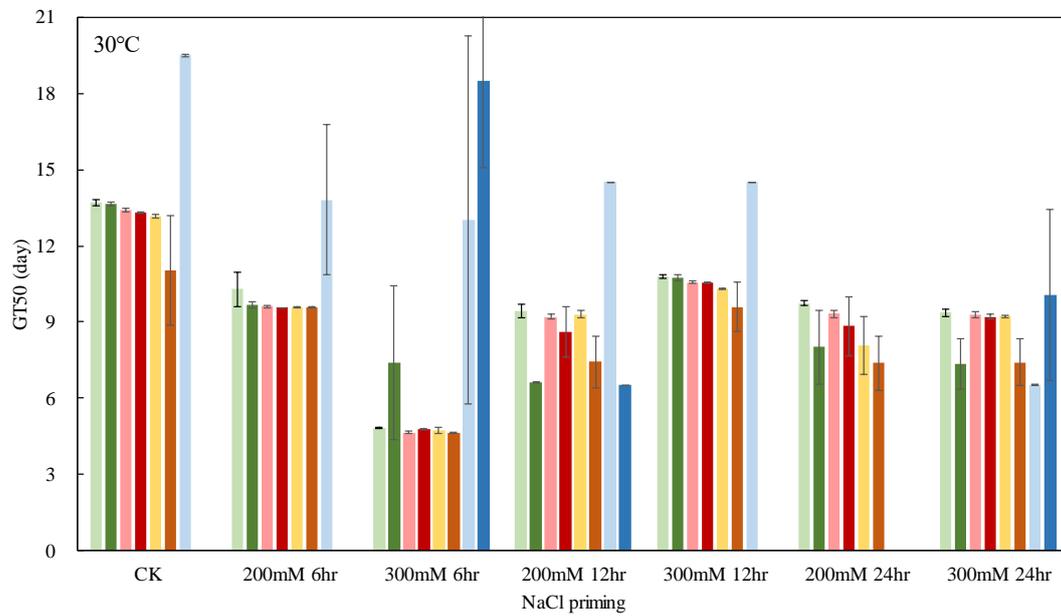
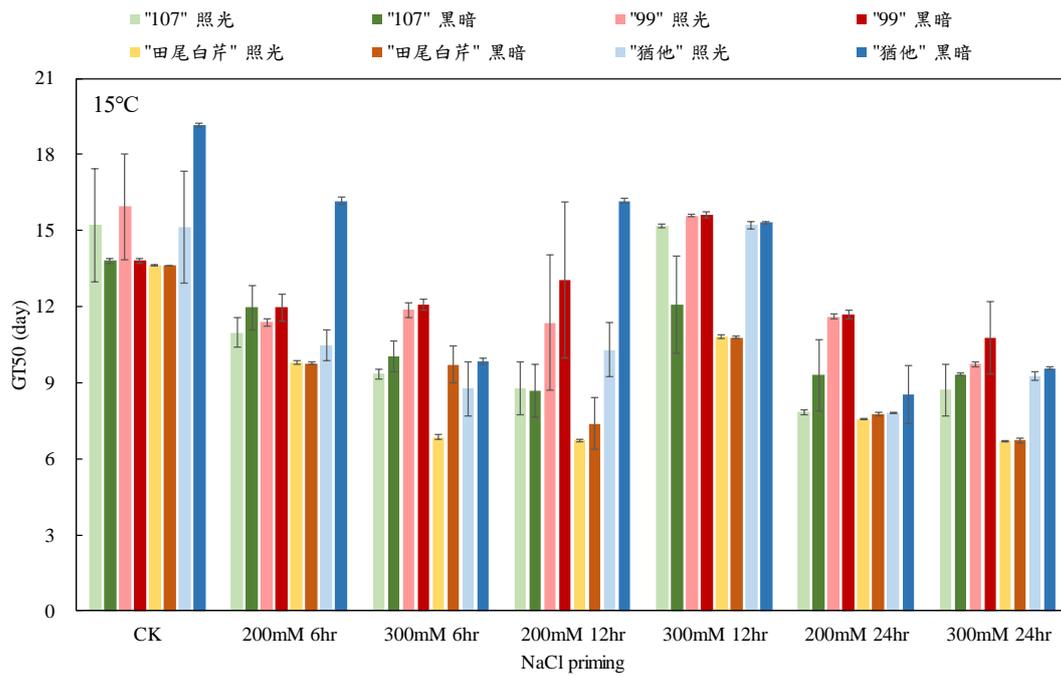


圖 12. 利用 NaCl 滲調處理對芹菜種子在恆溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

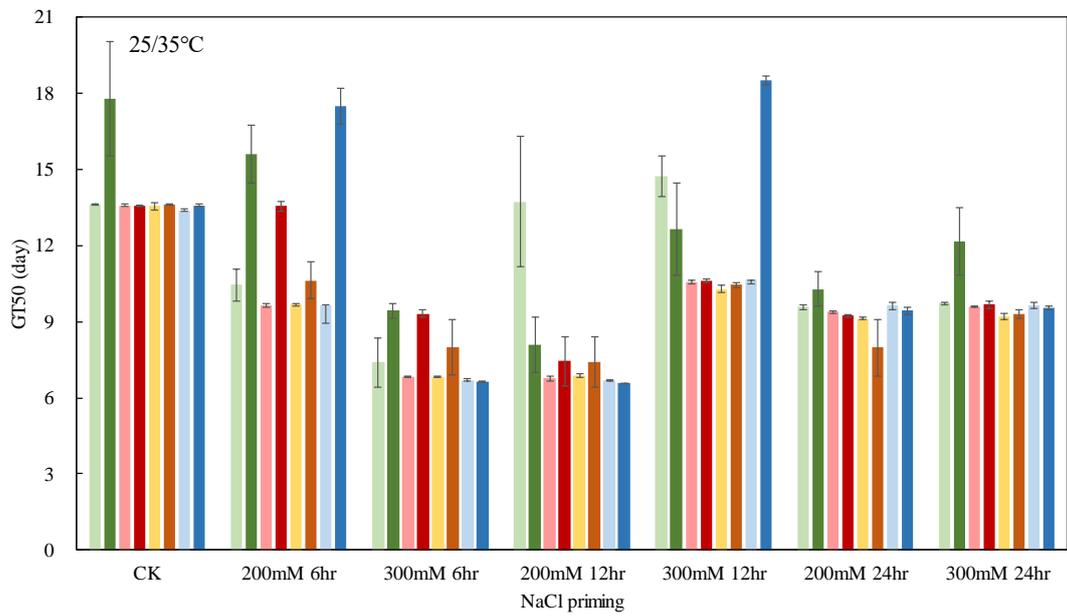
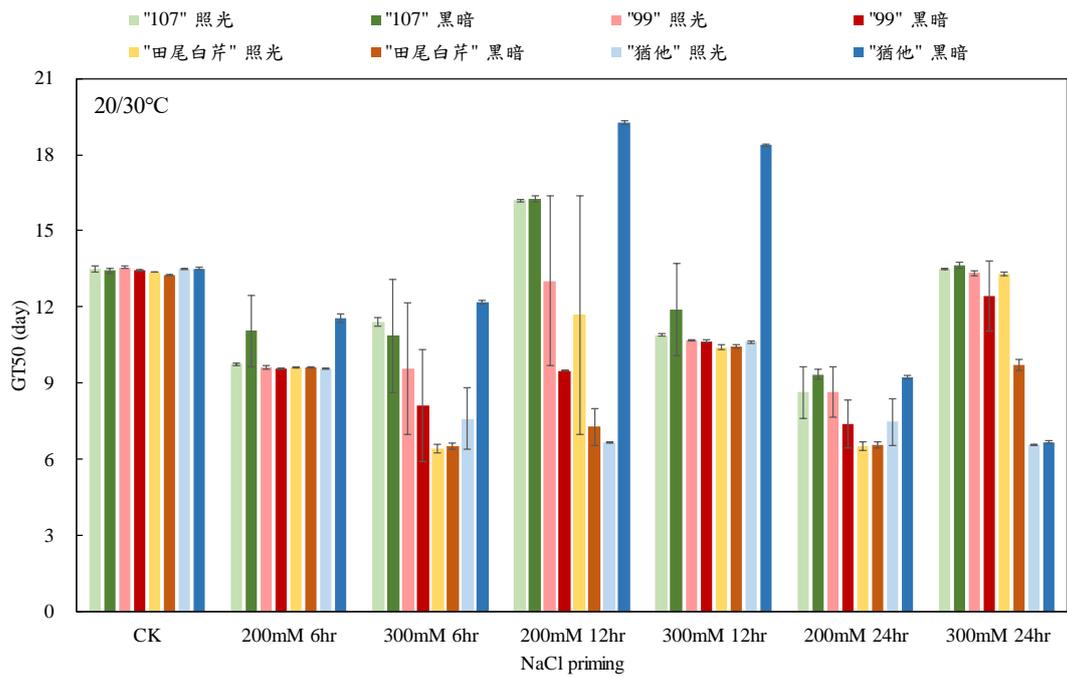


圖 13. 利用 NaCl 滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

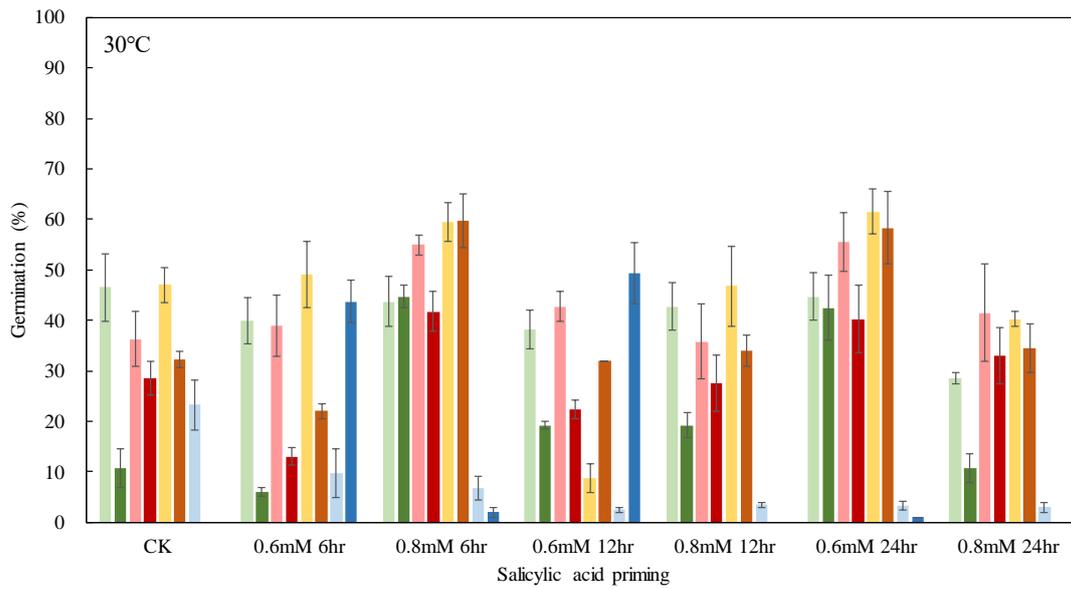
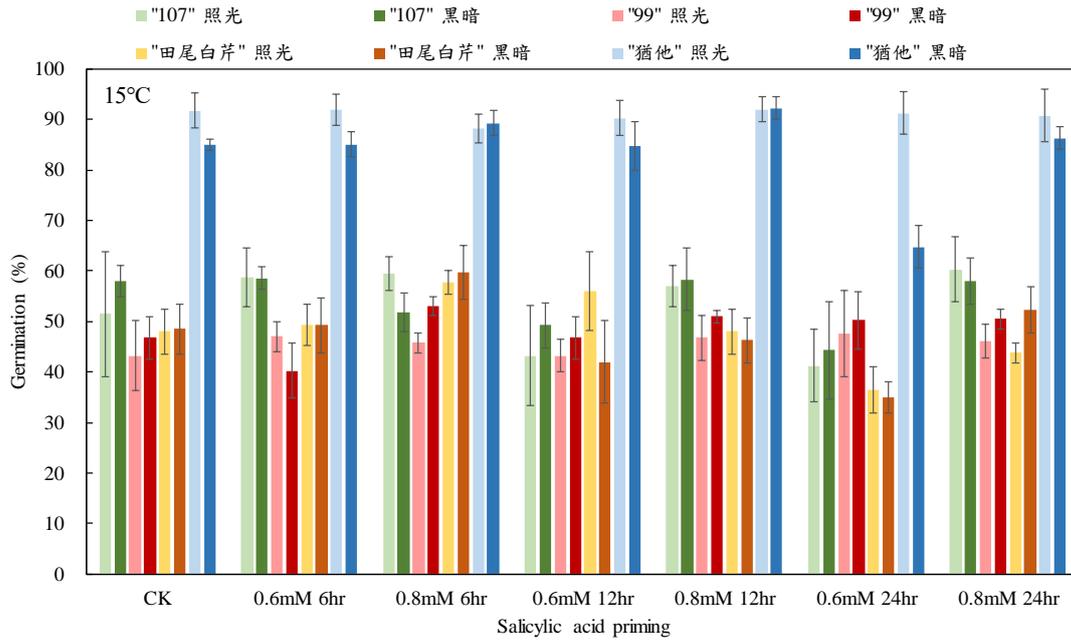


圖 14. 利用水楊酸滲調處理對芹菜種子在全溫及光暗條件下發芽之影響

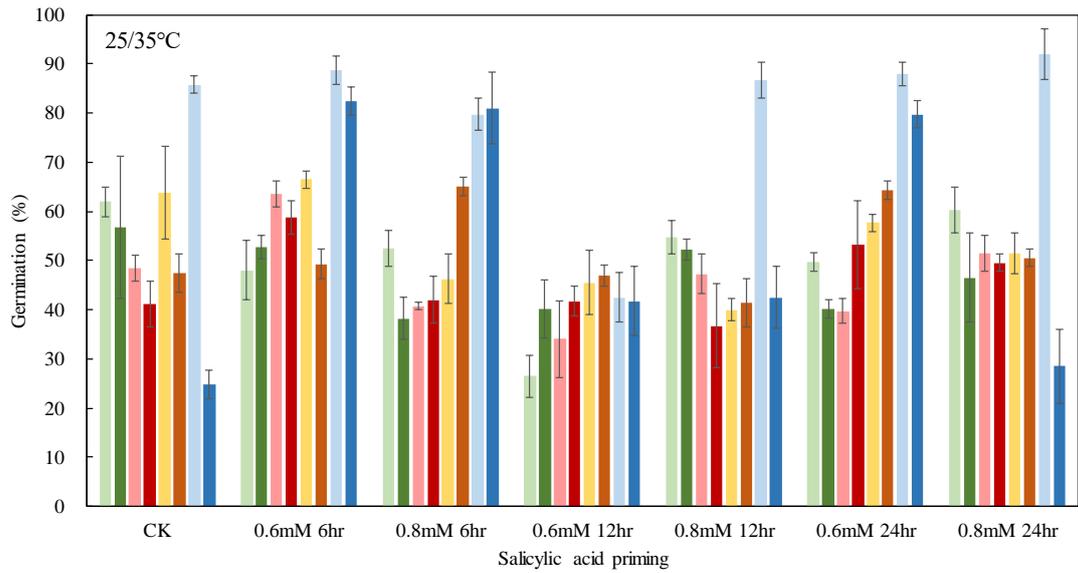
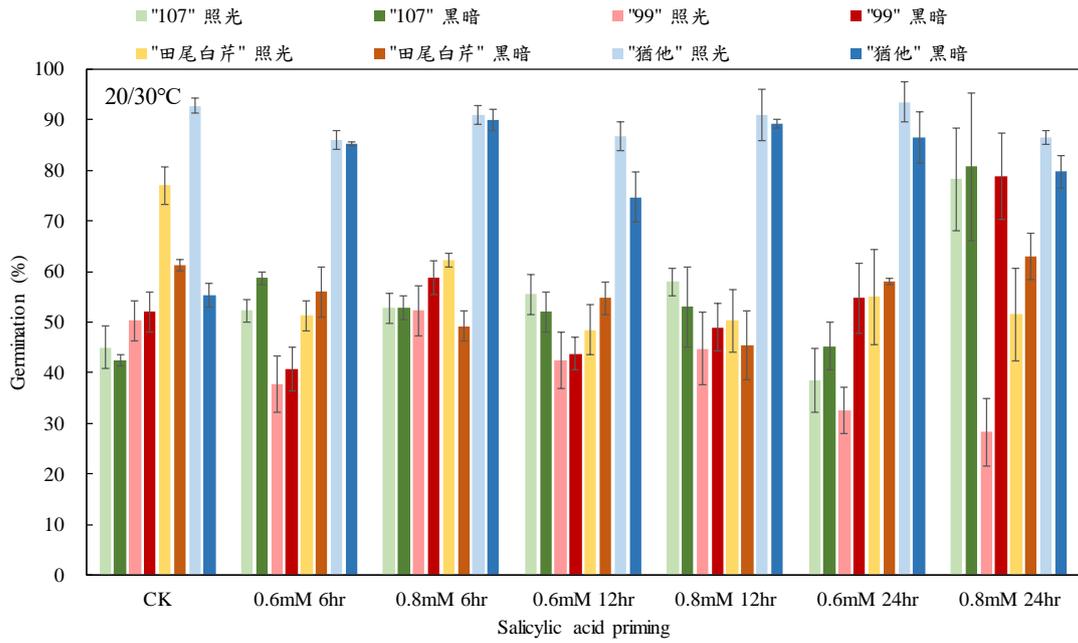


圖 15. 利用水楊酸滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽之影響

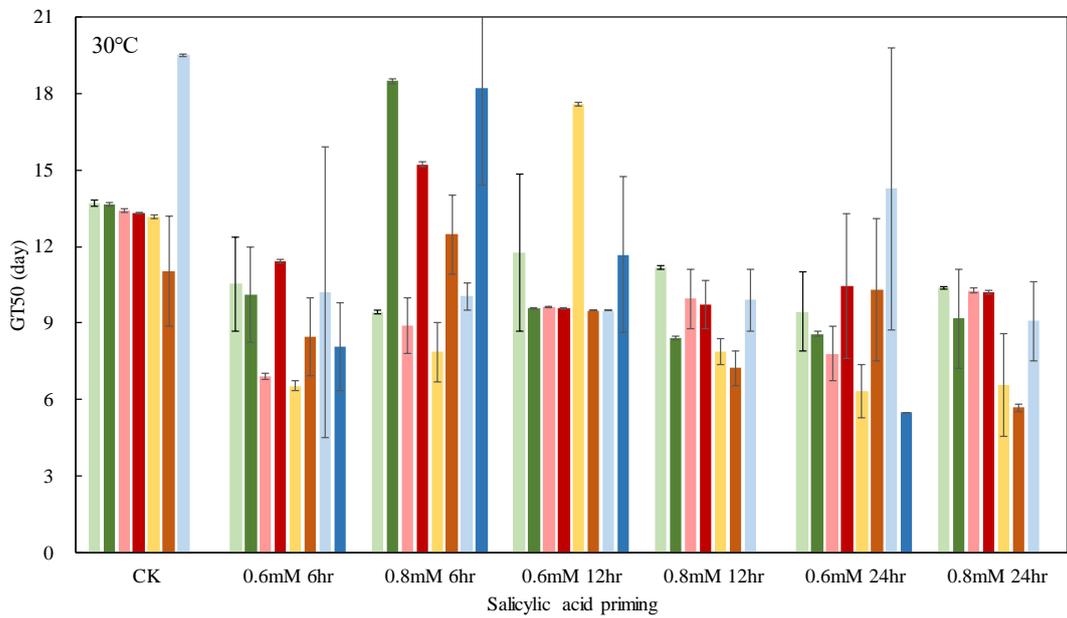
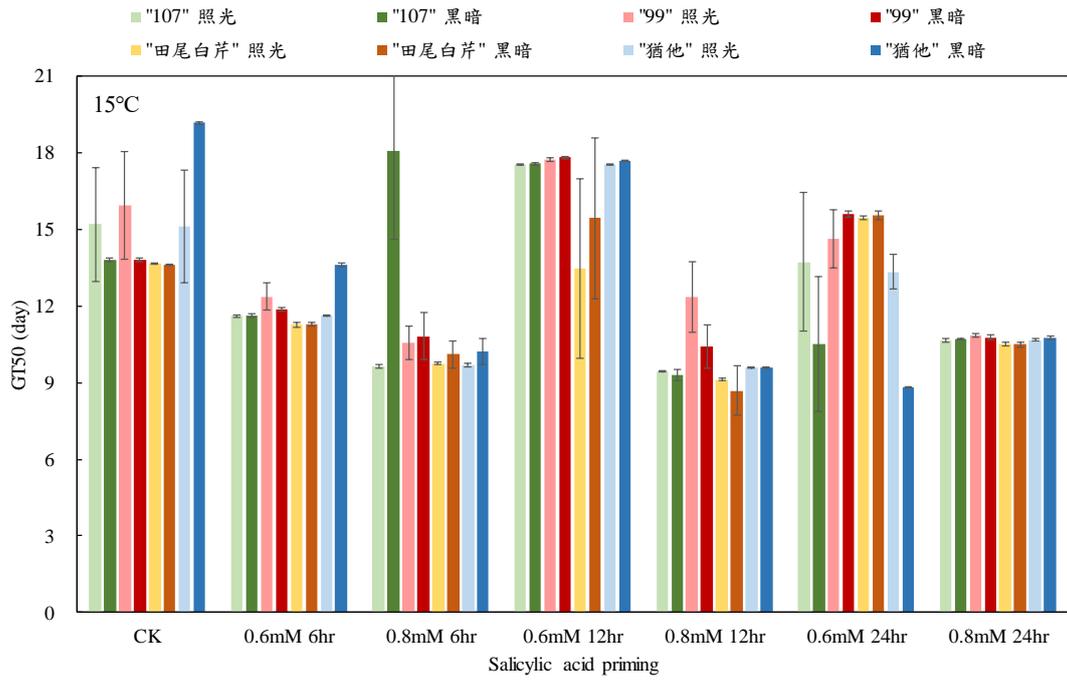


圖 16. 利用水楊酸滲調處理對芹菜種子在全溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

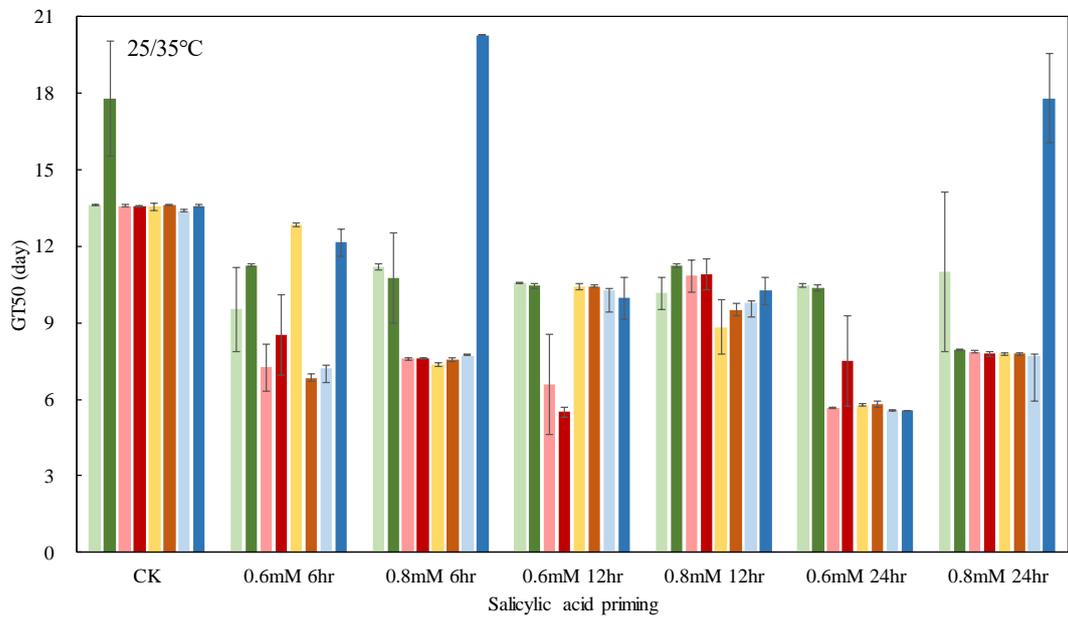
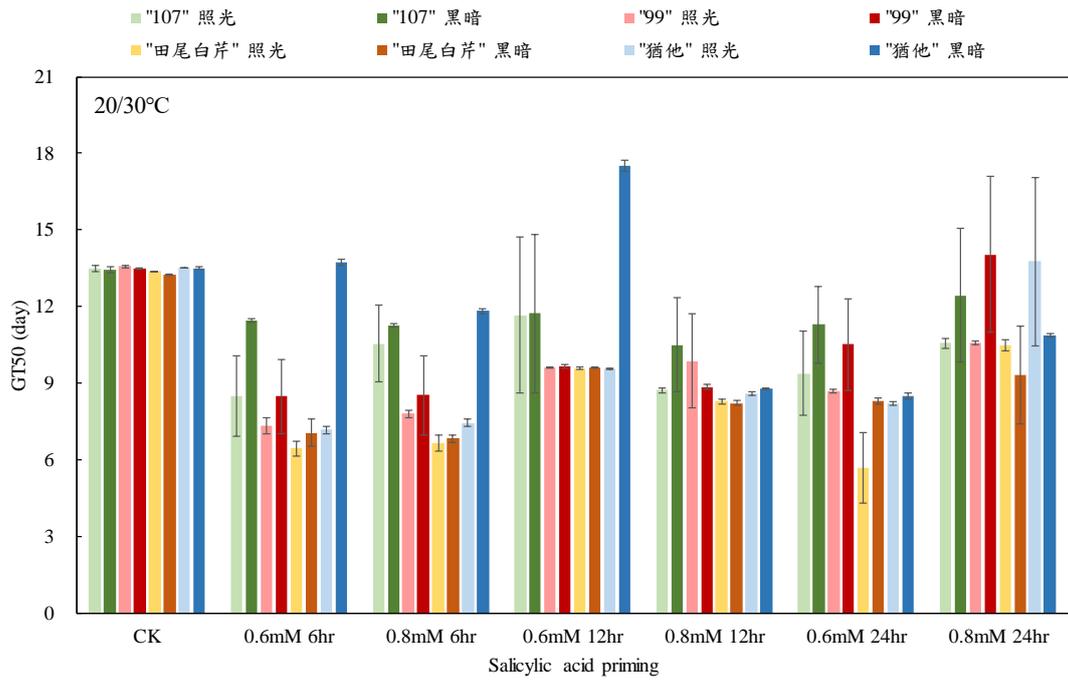


圖 17. 利用水楊酸滲調處理對芹菜種子在此變溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

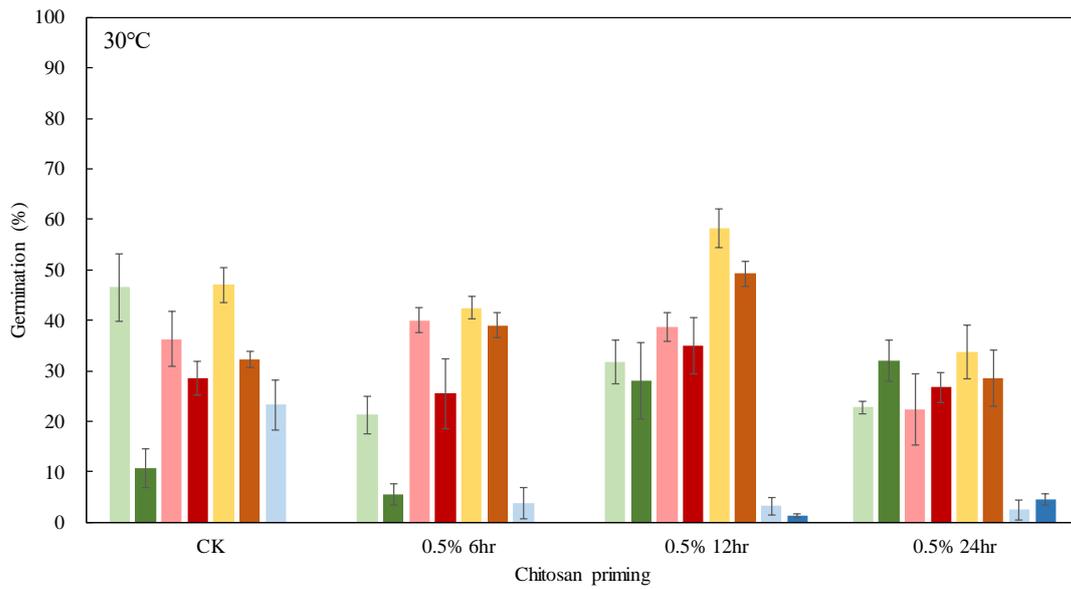
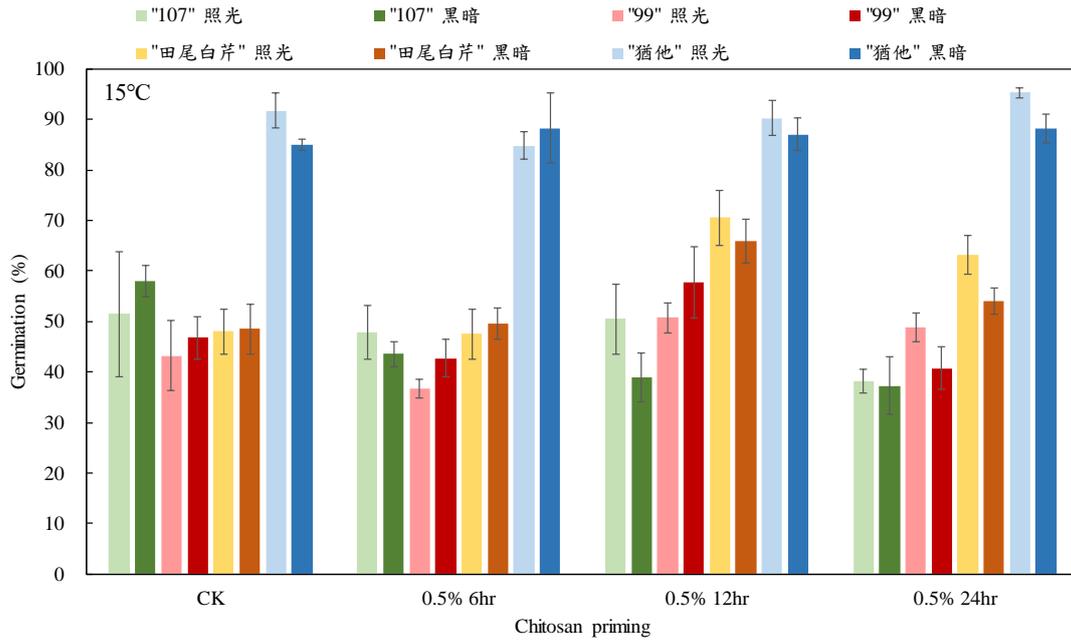


圖 18. 利用幾丁聚醣滲調處理對芹菜種子在恆溫及光暗條件下發芽之影響

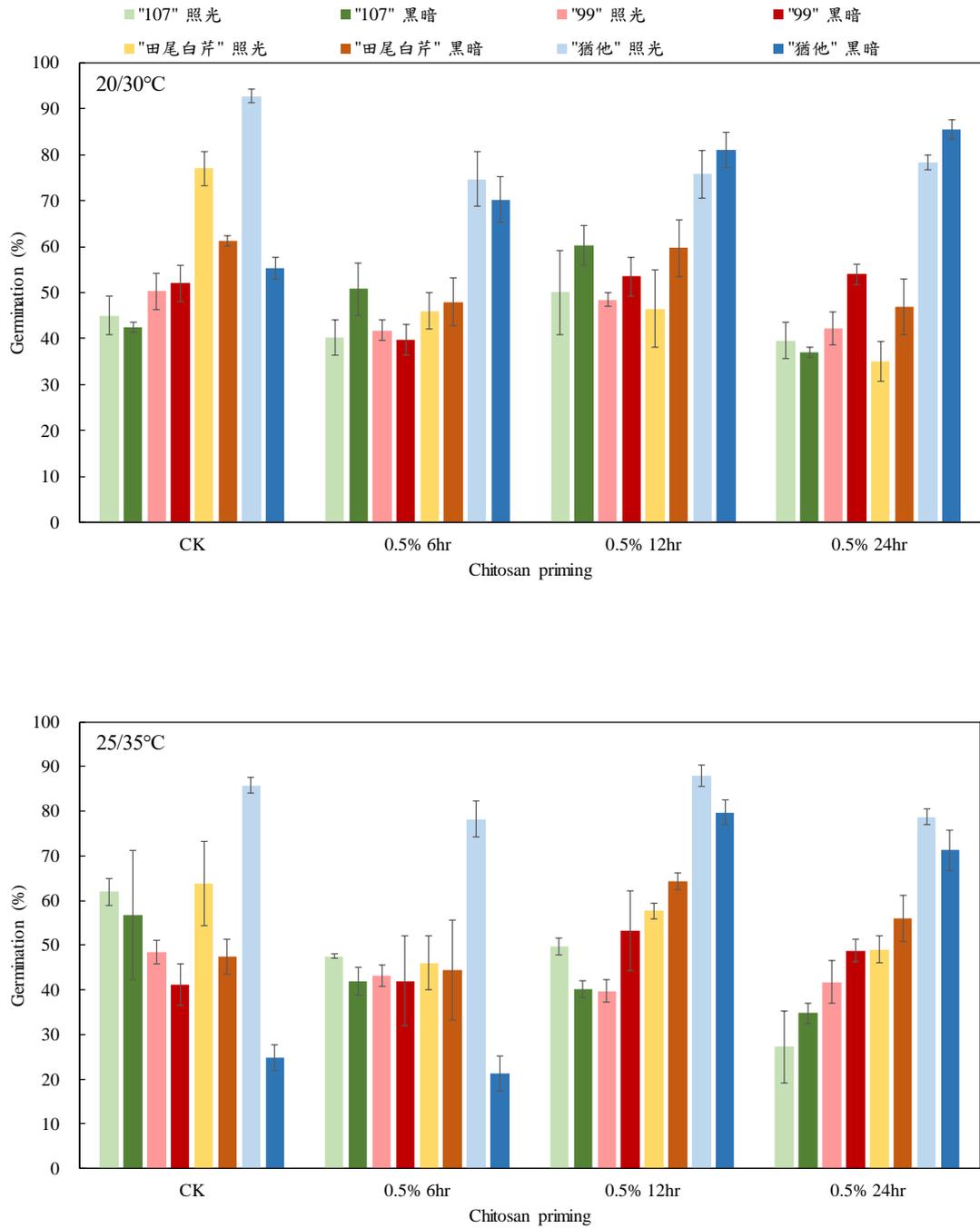


圖 19. 利用幾丁聚醣滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽之影響

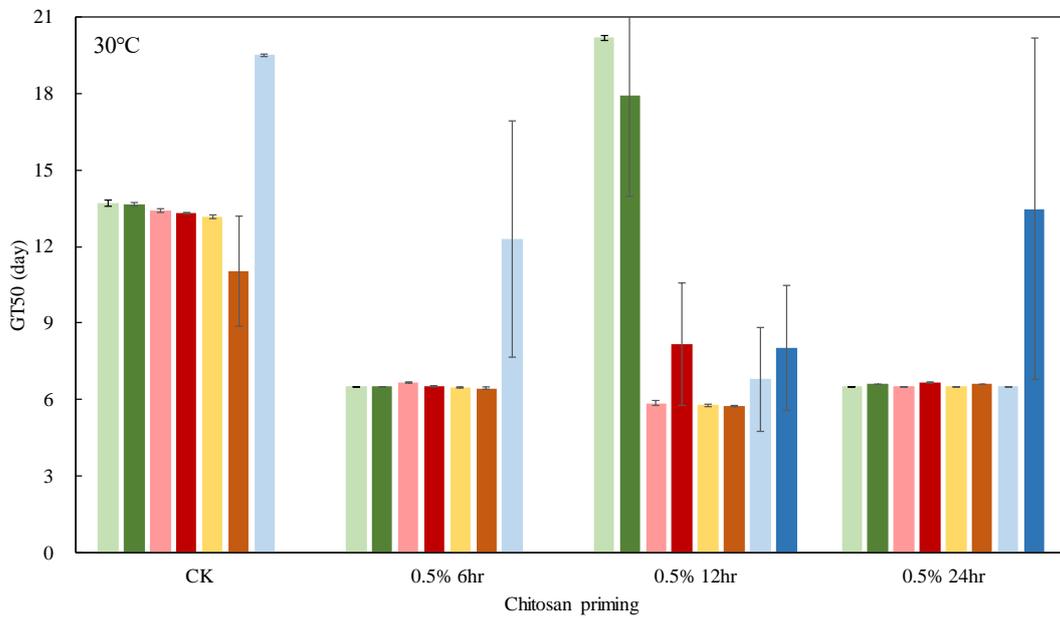
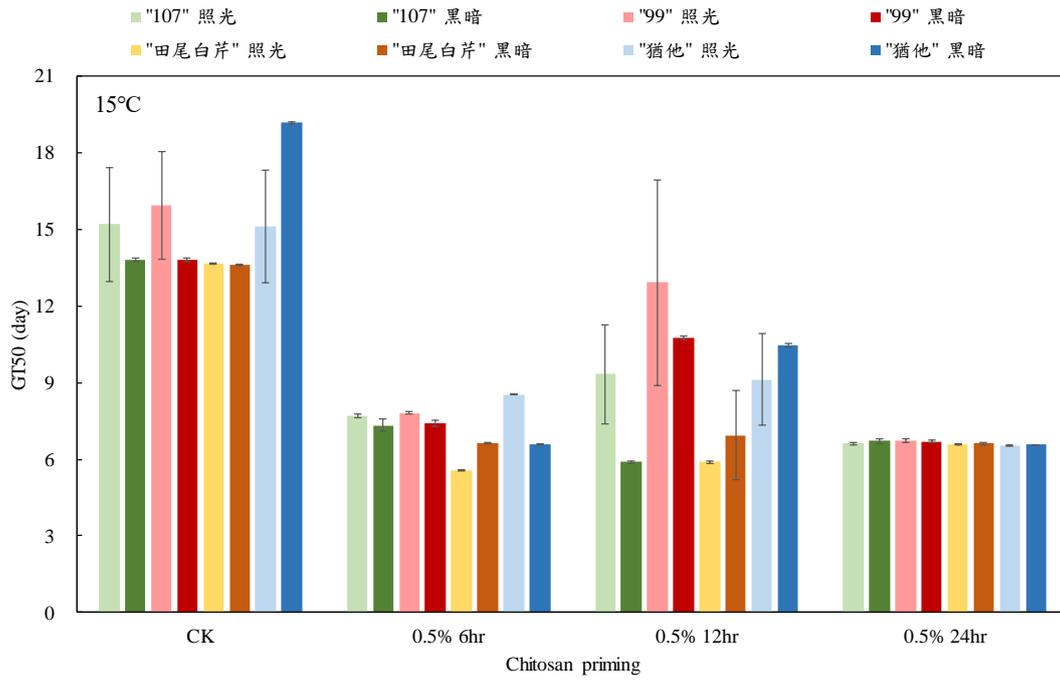


圖 20. 利用幾丁聚醣滲調處理對芹菜種子在恆溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

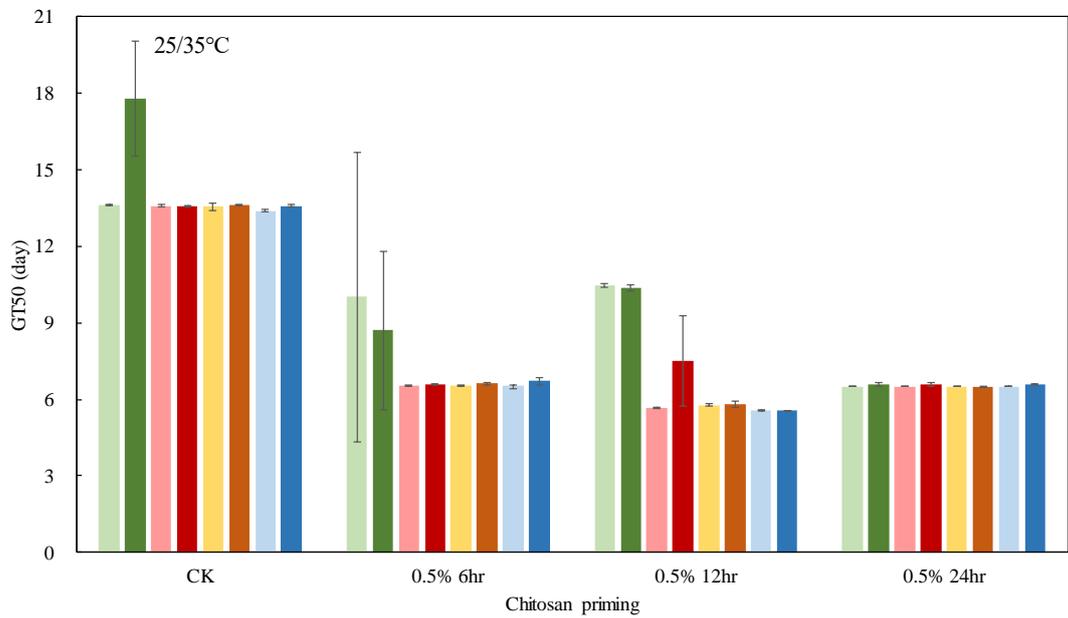
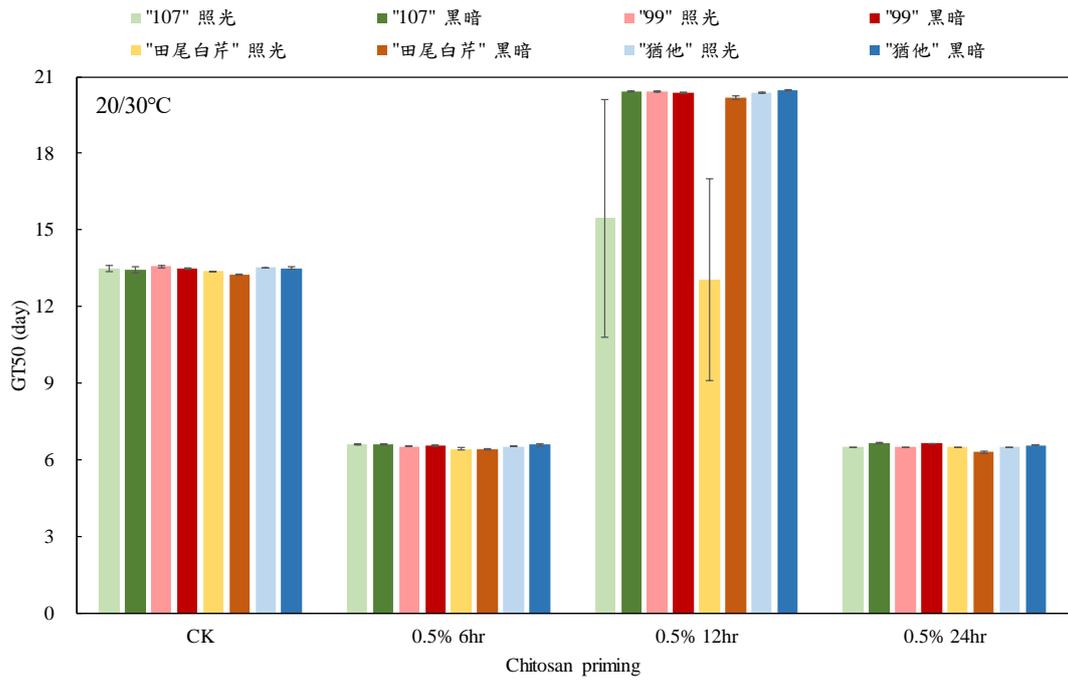


圖 21. 利用幾丁聚醣滲調處理對芹菜種子於變溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

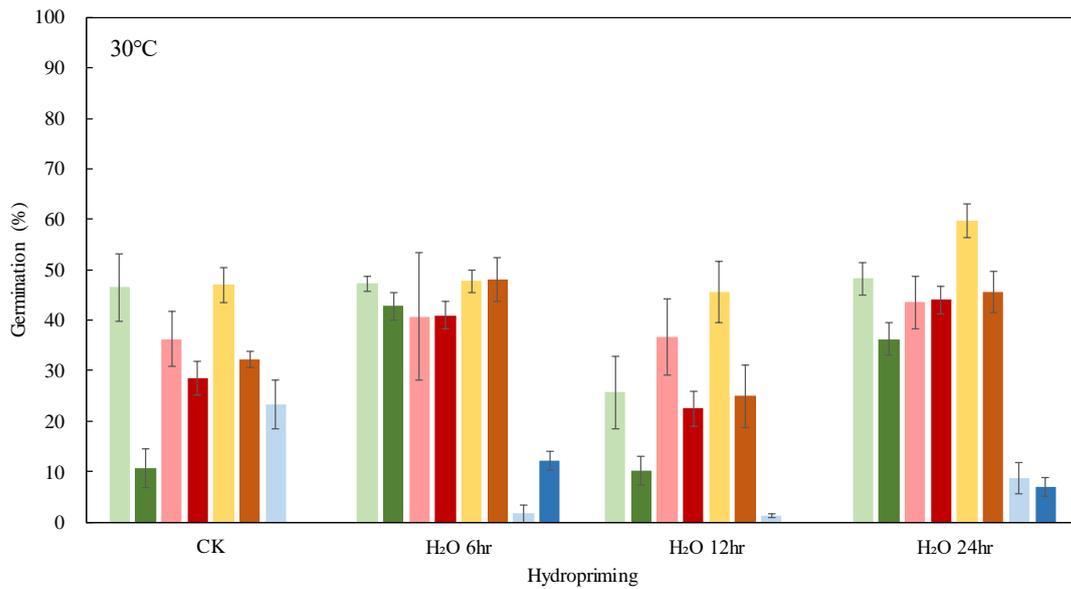
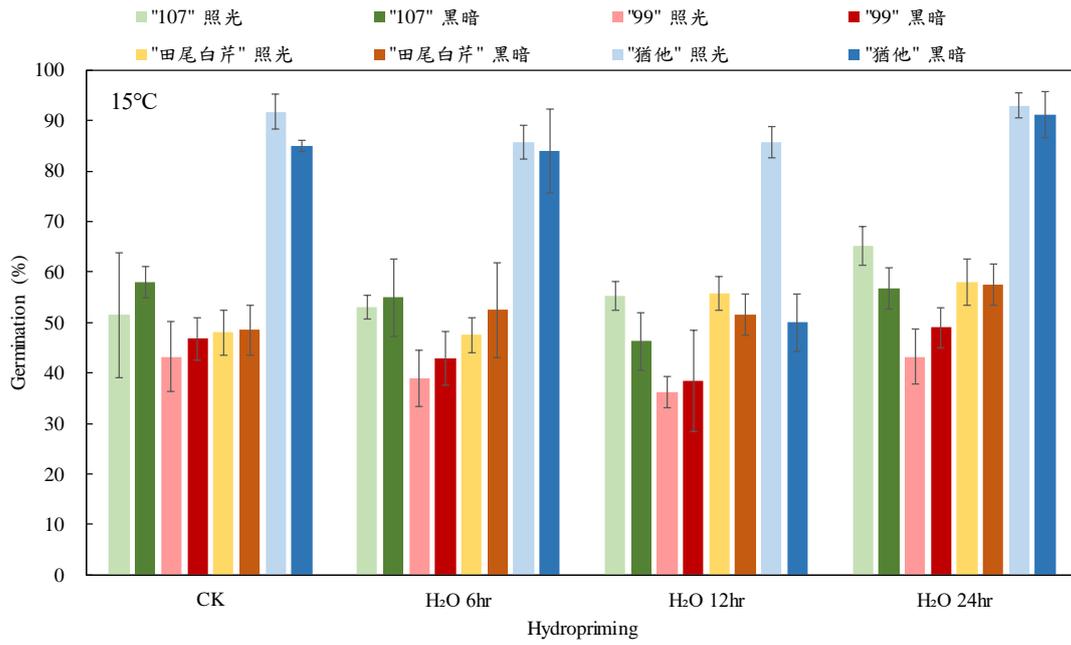


圖 22. 利用逆滲透水滲調處理對芹菜種子在全溫及光暗條件下發芽之影響

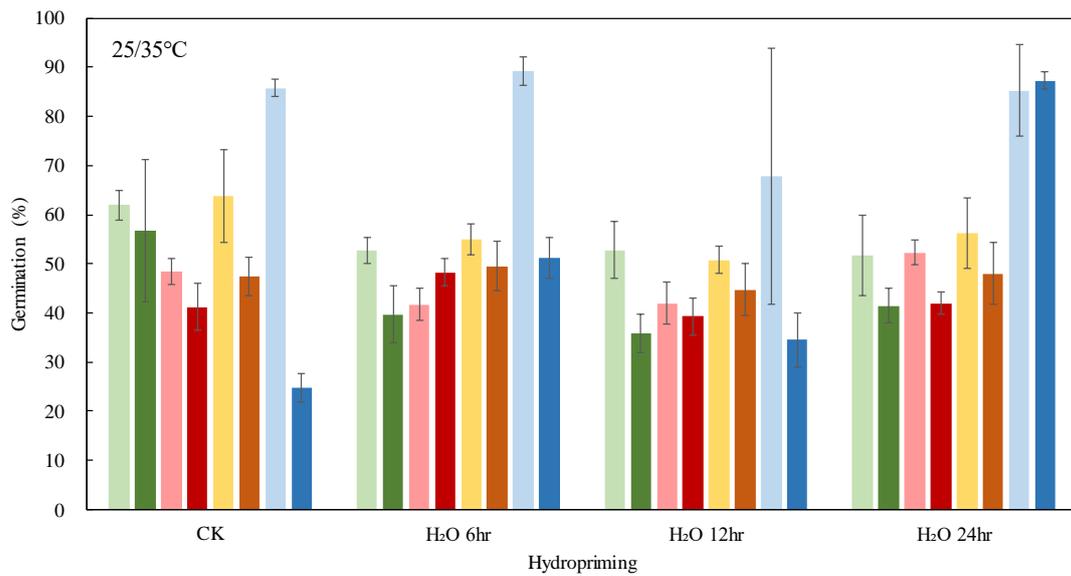
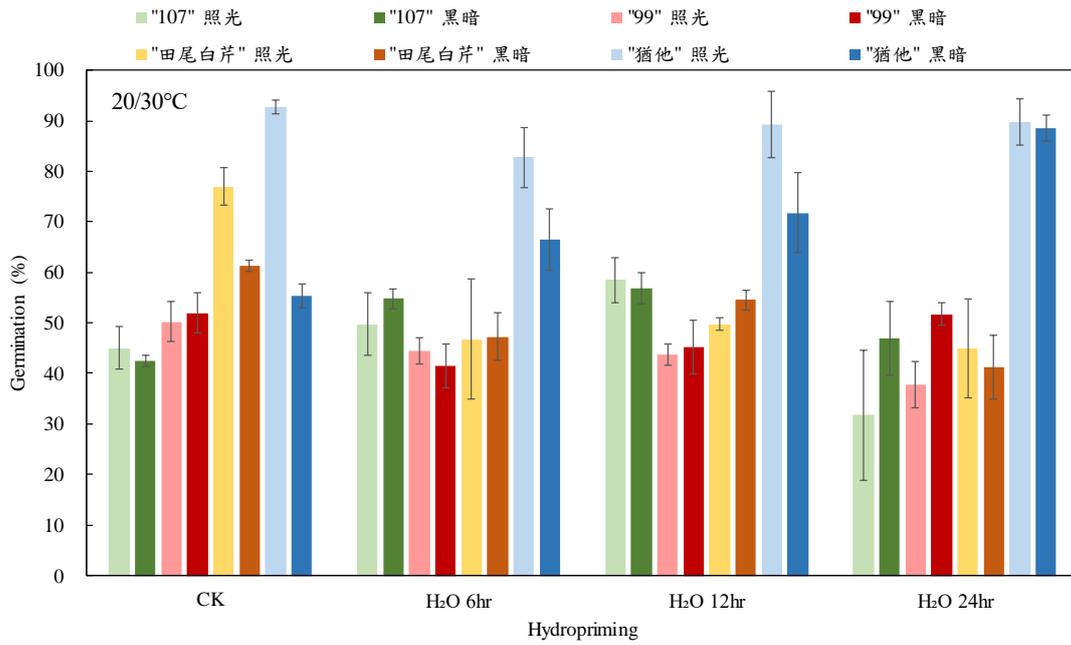


圖 23. 利用逆滲透水滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽之影響

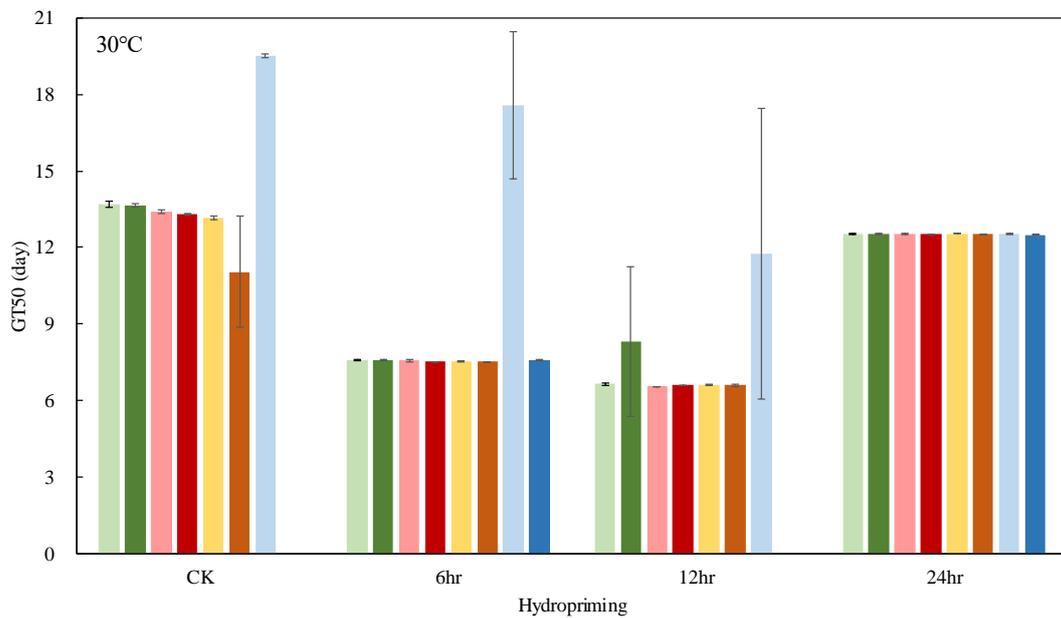
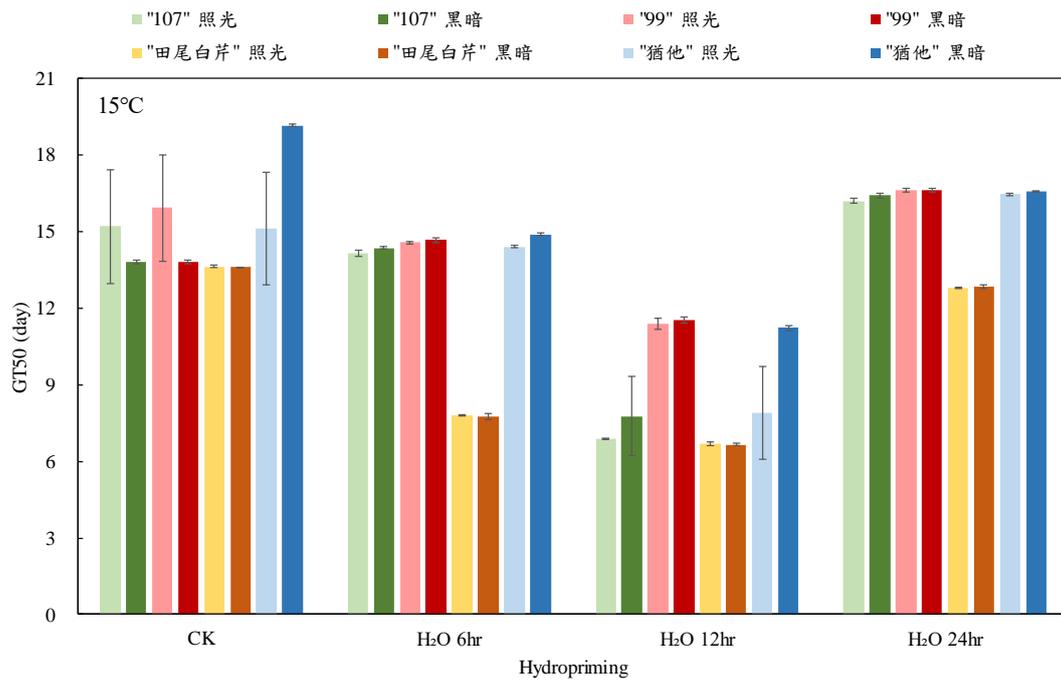


圖 24. 利用逆滲透水滲調處理對芹菜種子在恆溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

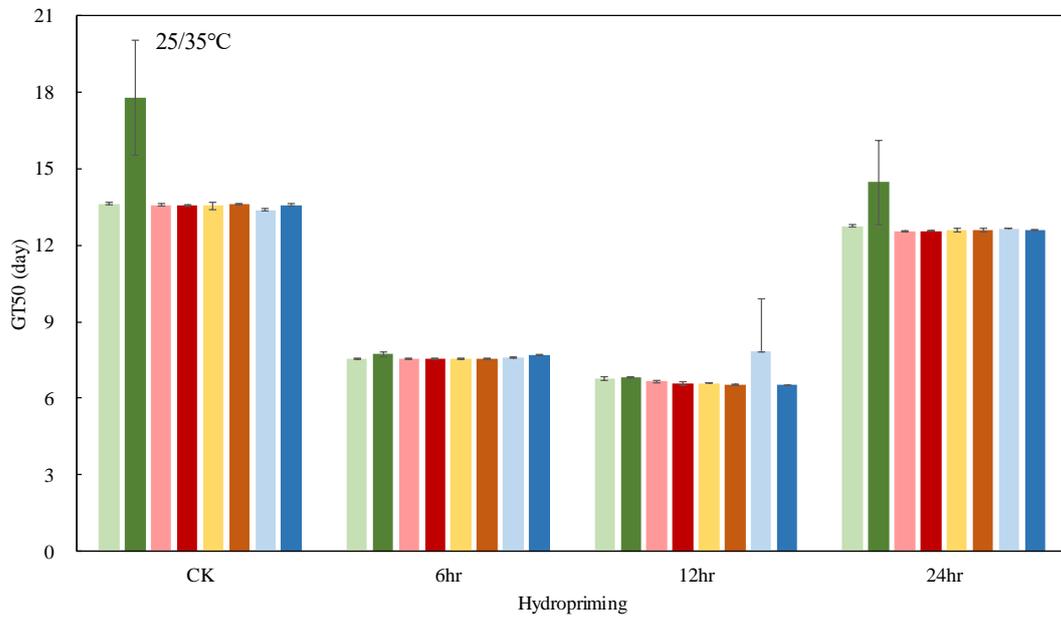
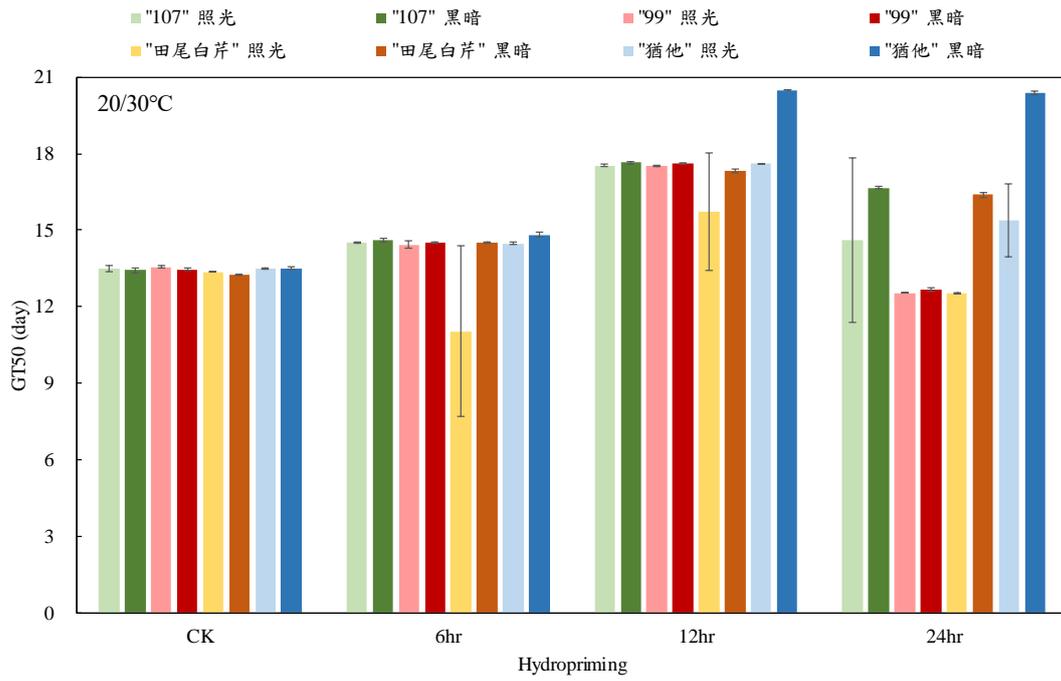


圖 25. 利用逆滲透水滲調處理對芹菜種子在變溫及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

表 1. 利用 GA₃ 滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽之影響

品種：青筒“107”										品種：青筒“99”									
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		
GA ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗		GA ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	52 ^a	58 ^a	45 ^{bc}	43 ^c	47 ^{ab}	11 ^{cd}	62 ^a	57 ^a		CK	43 ^c	47 ^{ab}	50 ^{ab}	52 ^{ab}	36 ^{ab}	29 ^b	49 ^a	41 ^{ab}	
50ppm 6hr	61 ^a	59 ^a	55 ^a	48 ^{bc}	48 ^a	17 ^b	55 ^{ab}	54 ^{ab}		50ppm 6hr	40 ^c	46 ^{ab}	49 ^{bc}	43 ^{bc}	46 ^a	39 ^a	41 ^{ab}	42 ^{ab}	
100ppm 6hr	54 ^a	56 ^a	57 ^a	54 ^{ab}	41 ^{abc}	32 ^a	55 ^{ab}	43 ^{bc}		100ppm 6hr	53 ^b	37 ^b	45 ^{bcd}	50 ^{ab}	46 ^a	40 ^a	47 ^a	42 ^{ab}	
50ppm 12hr	52 ^a	52 ^a	44 ^c	50 ^{bc}	36 ^{bc}	11 ^{bcd}	52 ^b	47 ^{abc}		50ppm 12hr	37 ^c	43 ^{ab}	37 ^d	41 ^c	35 ^b	26 ^b	44 ^a	38 ^b	
100ppm 12hr	55 ^a	52 ^a	60 ^a	60 ^a	35 ^c	11 ^{bcd}	46 ^b	43 ^{bc}		100ppm 12hr	56 ^b	53 ^a	58 ^a	54 ^a	39 ^{ab}	29 ^b	43 ^{ab}	47 ^a	
50ppm 24hr	55 ^a	55 ^a	53 ^{ab}	55 ^{ab}	43 ^{abc}	6 ^d	49 ^b	51 ^{abc}		50ppm 24hr	41 ^c	45 ^{ab}	41 ^{cd}	46 ^{abc}	43 ^{ab}	12 ^d	40 ^{ab}	41 ^{ab}	
100ppm 24hr	34 ^b	55 ^a	57 ^a	52 ^{ab}	48 ^a	13 ^{bc}	46 ^b	38 ^c		100ppm 24hr	69 ^a	44 ^{ab}	41 ^{cd}	51 ^{ab}	46 ^a	19 ^c	35 ^b	35 ^b	
品種：青葉白骨“田尾白芹”										品種：西洋芹“猶他”									
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		
GA ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗		GA ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	48 ^b	49 ^{ab}	77 ^a	61 ^a	47 ^{ab}	32 ^{ab}	64 ^a	48 ^b		CK	92 ^{ab}	85 ^{bc}	93 ^{ab}	55 ^b	23 ^a	0 ^b	86 ^a	25 ^{bc}	
50ppm 6hr	51 ^{ab}	44 ^b	54 ^{bc}	46 ^c	47 ^{abc}	39 ^a	43 ^{bc}	57 ^a		50ppm 6hr	93 ^a	91 ^{ab}	90 ^{abc}	90 ^a	14 ^b	0 ^b	80 ^a	18 ^c	
100ppm 6hr	50 ^{ab}	43 ^b	52 ^{bc}	45 ^c	41 ^c	37 ^{ab}	48 ^b	49 ^b		100ppm 6hr	87 ^{bc}	92 ^a	95 ^a	90 ^a	6 ^{bc}	1 ^b	81 ^a	44 ^a	
50ppm 12hr	53 ^{ab}	52 ^{ab}	50 ^c	52 ^{abc}	44 ^{abc}	28 ^b	37 ^{bc}	47 ^b		50ppm 12hr	88 ^{abc}	74 ^d	86 ^{bc}	87 ^a	1 ^c	0 ^b	84 ^a	42 ^a	
100ppm 12hr	56 ^a	55 ^a	50 ^c	58 ^{ab}	41 ^{bc}	31 ^{ab}	48 ^b	47 ^b		100ppm 12hr	88 ^{abc}	74 ^d	93 ^{ab}	92 ^a	1 ^c	2 ^a	85 ^a	22 ^c	
50ppm 24hr	50 ^{ab}	49 ^{ab}	48 ^c	50 ^{bc}	49 ^a	29 ^b	42 ^{bc}	39 ^c		50ppm 24hr	90 ^{abc}	83 ^c	85 ^a	59 ^b	4 ^c	0 ^b	78 ^a	32 ^b	
100ppm 24hr	49 ^{ab}	56 ^a	60 ^b	53 ^{ab}	29 ^d	30 ^b	30 ^c	34 ^c		100ppm 24hr	85 ^c	91 ^{ab}	90 ^{abc}	86 ^a	26 ^a	2 ^a	78 ^a	17 ^c	

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

表 2. 利用 GA₃ 滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

品種：青筒“107”										品種：青筒“99”									
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		
GA ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗		GA ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	15.2 ^a	13.8 ^a	13.5 ^a	13.4 ^a	13.7 ^a	13.6 ^a	13.6 ^a	17.8 ^a		CK	15.9 ^a	13.8 ^c	13.6 ^a	13.5 ^a	13.4 ^a	13.3 ^a	13.6 ^a	13.6 ^a	
50ppm 6hr	12.7 ^b	12.7 ^b	9.5 ^b	9.4 ^b	9.7 ^c	9.5 ^{bc}	10.6 ^c	9.6 ^{de}		50ppm 6hr	13.9 ^a	13.0 ^d	9.4 ^b	9.3 ^{bc}	8.0 ^{bc}	8.6 ^c	8.8 ^{de}	8.6 ^e	
100ppm 6hr	12.7 ^b	12.7 ^b	9.5 ^b	9.7 ^{ab}	9.6 ^c	9.8 ^{bc}	10.7 ^c	10.6 ^{cd}		100ppm 6hr	14.2 ^a	13.2 ^d	9.3 ^b	9.6 ^b	8.0 ^{bc}	9.4 ^c	9.4 ^d	8.8 ^d	
50ppm 12hr	8.6 ^c	8.7 ^e	8.5 ^c	8.5 ^{de}	8.7 ^d	8.6 ^c	8.6 ^d	8.6 ^e		50ppm 12hr	13.6 ^a	18.2 ^a	8.5 ^c	8.5 ^{cd}	8.5 ^b	8.5 ^c	8.6 ^e	8.5 ^e	
100ppm 12hr	8.6 ^c	8.7 ^e	8.6 ^c	8.7 ^{cde}	8.6 ^d	8.5 ^c	8.6 ^d	8.6 ^e		100ppm 12hr	8.7 ^b	8.7 ^e	8.6 ^c	8.7 ^{cd}	8.5 ^{bc}	8.5 ^c	8.6 ^e	8.5 ^e	
50ppm 24hr	11.5 ^b	11.7 ^d	7.7 ^d	9.2 ^{bcd}	8.1 ^d	9.8 ^{bc}	11.5 ^c	11.5 ^{bc}		50ppm 24hr	15.4 ^a	15.5 ^b	7.5 ^d	7.8 ^d	7.4 ^c	9.8 ^c	11.5 ^c	11.5 ^c	
100ppm 24hr	12.7 ^b	12.3 ^c	7.9 ^d	8.2 ^e	10.7 ^b	10.2 ^b	12.5 ^b	12.6 ^b		100ppm 24hr	12.7 ^a	15.4 ^b	7.6 ^d	9.9 ^b	8.4 ^{bc}	11.5 ^b	12.5 ^b	12.6 ^b	
品種：青葉白骨“田尾白芹”										品種：西洋芹“猶他”									
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		
GA ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗		GA ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	13.6 ^a	13.6 ^a	13.4 ^a	13.3 ^a	13.2 ^a	11.0 ^a	13.6 ^a	13.6 ^a		CK	15.1 ^a	19.2 ^a	13.5 ^a	13.5 ^a	19.5 ^a	-	13.4 ^a	13.6 ^b	
50ppm 6hr	12.6 ^b	12.6 ^b	6.9 ^c	7.0 ^c	6.5 ^c	6.6 ^c	8.7 ^b	10.0 ^b		50ppm 6hr	12.6 ^b	12.9 ^b	7.8 ^{bc}	8.5 ^d	11.3 ^b	-	10.1 ^d	16.4 ^a	
100ppm 6hr	12.6 ^b	12.6 ^b	6.8 ^c	7.2 ^c	6.5 ^c	7.1 ^{bc}	8.6 ^b	8.7 ^b		100ppm 6hr	12.6 ^b	12.7 ^b	7.9 ^{bc}	9.3 ^c	-	-	8.7 ^e	8.6 ^e	
50ppm 12hr	8.6 ^d	8.6 ^e	8.5 ^b	8.5 ^b	8.5 ^b	8.5 ^{bc}	8.6 ^b	8.5 ^b		50ppm 12hr	8.7 ^c	14.8 ^{bc}	8.5 ^b	8.6 ^d	-	-	8.6 ^e	8.5 ^e	
100ppm 12hr	8.6 ^d	8.6 ^e	8.6 ^b	8.6 ^b	8.5 ^b	8.5 ^{bc}	8.5 ^b	8.5 ^b		100ppm 12hr	8.7 ^c	15.8 ^{abc}	8.6 ^b	8.9 ^{cd}	13.5 ^b	-	8.6 ^e	8.6 ^e	
50ppm 24hr	10.7 ^c	11.3 ^d	6.8 ^c	6.9 ^c	6.7 ^c	7.2 ^{bc}	9.8 ^b	8.5 ^b		50ppm 24hr	11.9 ^b	17.5 ^{ab}	6.8 ^d	11.4 ^b	-	-	11.5 ^c	11.5 ^d	
100ppm 24hr	11.3 ^c	11.5 ^c	6.9 ^c	7.1 ^c	9.1 ^b	9.0 ^b	12.3 ^a	10.8 ^b		100ppm 24hr	11.9 ^b	15.6 ^{abc}	7.1 ^{cd}	8.7 ^{cd}	13.4 ^b	11.5	12.5 ^b	12.4 ^c	

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

表 3. 利用 KNO₃ 滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽之影響

品種：青筍“107”									品種：青筍“99”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
KNO ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	KNO ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	52 ^{abc}	58ab	45c	43c	47bc	11d	62a	57b	CK	43ab	47ab	50ab	52ab	36c	29c	49ab	41
0.2%6hr	57ab	58ab	58b	53bc	43bc	19bc	55ab	52b	0.2%6hr	47ab	51a	45ab	49b	36c	28c	47ab	37
0.5%6hr	61a	63a	73a	73a	49b	24b	52b	71a	0.5%6hr	48a	37c	53a	49b	42c	43b	50ab	52
0.2%12hr	47bc	50bc	30d	32d	38cd	18bc	65a	73a	0.2%12hr	46ab	43bc	29c	37c	57b	52b	54a	58
0.5%12hr	48bc	44c	48bc	53bc	31d	17c	17d	52b	0.5%12hr	37b	42bc	40bc	47b	35c	32c	39bc	32
0.2%24hr	56ab	51bc	50bc	59b	42bc	13cd	30c	27c	0.2%24hr	48a	46ab	53a	51ab	38c	29c	35c	30
0.5%24hr	42c	39c	55bc	56b	68a	49a	61ab	55b	0.5%24hr	38ab	38c	56a	59a	72a	80a	44abc	55

品種：青葉白骨“田尾白芹”									品種：西洋芹“猶他”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
KNO ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	KNO ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	48ab	49a	77a	61a	47c	32c	64a	48bc	CK	92ab	85bc	93a	55c	23c	0c	86b	25c
0.2%6hr	48ab	46ab	50bc	46c	47c	34c	40b	42c	0.2%6hr	92ab	92a	91a	89ab	4d	0c	87b	43b
0.5%6hr	49ab	53a	39d	58ab	61ab	42bc	46b	50b	0.5%6hr	98a	93a	93a	95a	2d	0c	93ab	44b
0.2%12hr	52a	48a	22e	35d	72a	45b	64a	58a	0.2%12hr	90b	93a	91ab	95a	44b	4b	97a	93a
0.5%12hr	47ab	39b	51bc	53abc	49c	34c	66a	59a	0.5%12hr	85bc	85bc	85bc	72c	3d	0c	85b	89a
0.2%24hr	51ab	51a	56b	57ab	51bc	35bc	42b	40c	0.2%24hr	89b	89ab	83c	84b	2d	2b	57c	39b
0.5%24hr	43b	53a	43cd	50bc	69a	56a	57a	48bc	0.5%24hr	80c	82c	94a	82b	79a	85a	88b	86a

²Mean(n=4) ³MeanswithinthesamelettersinacolumnarenotsignificantlydifferentbyDuncan'stestat5%.

表 4. 利用 KNO₃ 滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

品種：青筍“107”									品種：青筍“99”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
KNO ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	KNO ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	15.2 ^a	13.8a	13.5a	13.4a	13.7a	13.6b	13.6a	17.8a	CK	15.9a	13.8b	13.6a	13.5b	13.4a	13.3a	13.6a	13.6a
0.2%6hr	9.4b	9.3d	8.7cd	10.5b	11.2b	8.4c	10.2ab	11.2c	0.2%6hr	12.4bc	10.4c	9.9b	8.8d	10.0b	9.7b	10.8b	10.9ab
0.5%6hr	8.5b	11.4c	7.1d	7.2c	7.4d	8.3c	7.6b	10.5cd	0.5%6hr	11.2cd	14.6ab	6.9d	7.4e	7.2d	8.5bc	7.6c	7.6c
0.2%12hr	8.7b	9.3d	13.5a	13.6a	9.4c	7.3de	7.4b	8.8de	0.2%12hr	9.7d	10.8c	13.3a	12.4c	9.3bc	9.2bc	6.8d	9.3bc
0.5%12hr	13.7a	13.6b	11.6ab	13.2a	13.2a	6.6e	10.0ab	14.4b	0.5%12hr	13.5b	13.5b	6.7d	6.7e	6.8d	7.5c	6.9d	8.6bc
0.2%24hr	8.8b	8.8e	7.6d	7.3c	9.4c	7.9cd	7.2b	7.9e	0.2%24hr	15.5a	15.4a	8.4c	8.5d	7.9cd	7.7c	7.9c	7.6c
0.5%24hr	8.5b	8.6f	9.7bc	10.4b	14.1a	20.2a	12.0a	11.4c	0.5%24hr	15.4a	15.4a	12.4a	15.4a	14.3a	14.3a	10.7b	13.1a

品種：青葉白骨“田尾白芹”									品種：西洋芹“猶他”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
KNO ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	KNO ₃	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	13.6a	13.6a	13.4a	13.3a	13.2a	11.0a	13.6a	13.6a	CK	15.1a	19.2a	13.5a	13.5a	19.5a	-	13.4a	13.6b
0.2%6hr	9.1c	8.7c	8.3c	8.2d	7.9c	7.2b	8.8bc	9.5c	0.2%6hr	9.6c	9.6e	8.6c	8.8bc	9.9bcd	-	9.8c	10.3d
0.5%6hr	8.2e	10.8b	5.7e	5.8f	6.4d	6.4b	6.7cd	9.1c	0.5%6hr	8.6c	14.5c	7.5d	7.5cd	7.6cd	-	7.6d	10.7c
0.2%12hr	6.7f	6.7d	13.3a	9.7b	9.2b	7.4b	6.8cd	8.0d	0.2%12hr	9.3c	9.6e	6.6f	6.7d	6.5d	10.1b	6.7f	6.6f
0.5%12hr	13.4b	13.4a	6.6d	6.7e	6.7d	6.6b	8.6bcd	6.8e	0.5%12hr	13.5b	13.5d	6.6f	10.0b	13.5b	-	6.9ef	14.6a
0.2%24hr	8.5d	8.4c	6.6d	6.6e	6.4d	6.1b	6.5d	6.5e	0.2%24hr	8.9c	15.2b	6.9e	15.2a	11.2bc	17.5a	7.1e	8.5e
0.5%24hr	8.4de	8.2c	8.6b	8.8c	9.7b	11.8a	10.6b	10.8b	0.5%24hr	8.8c	15.2b	8.9b	15.2a	20.5a	20.5a	10.6b	10.6cd

²Mean(n=4) ³MeanswithinthesamelettersinacolumnarenotsignificantlydifferentbyDuncan'stestat5%.

表 5. 利用 NaCl 滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽之影響

品種：青苜“107”										品種：青苜“99”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
NaCl	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	NaCl	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	52 ^{bc}	58b	45b	43c	47a	11c	62ab	57b	CK	43a	47b	50a	52a	36b	29c	49bc	41b	
200mM 6hr	62b	61a	57a	52ab	37ab	6de	57bc	35c	200mM 6hr	54a	47b	44a	51a	40b	19de	40d	39b	
300mM 6hr	62a	82a	59a	46bc	43ab	23b	65a	74a	300mM 6hr	46a	61a	43a	47a	58a	43c	54ab	58a	
200mM 12hr	49d	47c	31c	34d	40ab	38a	56bc	59b	200mM 12hr	51a	50b	25b	35b	52a	52a	50bc	45b	
300mM 12hr	56bcd	52ab	50ab	53ab	37ab	10cd	50c	36c	300mM 12hr	42a	46b	51a	44b	41b	27cd	44cd	45b	
200mM 24hr	55bc	58ab	51ab	55a	34b	2e	55bc	38c	200mM 24hr	53a	49b	48a	47a	40b	18e	51bc	44b	
300mM 24hr	47cd	50c	30c	32d	38ab	18b	56bc	53b	300mM 24hr	46a	43b	29b	37b	57a	52a	58a	59a	

品種：青葉白骨"田尾白芹"										品種：西洋芹"猶他"								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
NaCl	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	NaCl	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	48a	49b	77a	61a	47c	32cd	64a	48bc	CK	92a	85bc	93a	55d	23b	0	86ab	25d	
200mM 6hr	54a	59ab	46c	54ab	51bc	26de	48b	44c	200mM 6hr	91a	91ab	90a	82c	5c	0	88ab	2d	
300mM 6hr	57a	65a	52bc	52ab	44c	49a	64a	58a	300mM 6hr	93a	90ab	83b	80c	7c	2a	94a	93a	
200mM 12hr	54a	56ab	16e	48b	59b	46ab	57ab	53ab	200mM 12hr	87a	90ab	90a	91ab	2c	1a	86ab	84a	
300mM 12hr	50a	48b	49c	47b	41c	38c	48b	48bc	300mM 12hr	89a	79c	88ab	93a	2c	0	74c	5d	
200mM 24hr	48a	48b	56b	55ab	43c	16e	51ab	46bc	200mM 24hr	91a	89ab	87ab	84bc	0	0	83abc	37c	
300mM 24hr	52a	48b	22d	35c	72a	45ab	54ab	53ab	300mM 24hr	90a	95a	91a	95a	44a	4a	81bc	61b	

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

表 6. 利用 NaCl 滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

品種：青苜“107”										品種：青苜“99”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
NaCl	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	NaCl	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	15.2a	13.8a	13.5b	13.4b	13.7a	13.6a	13.6a	17.8a	CK	15.9a	13.8ab	13.6a	13.5a	13.4a	13.3a	13.6a	13.6a	
200mM 6hr	11.0b	12.0a	9.7d	11.1cd	10.3c	9.7bc	10.5b	15.6a	200mM 6hr	11.4b	12.0bc	9.6b	9.6cd	9.6c	9.6c	9.7c	13.5a	
300mM 6hr	9.3bc	10.0b	11.4c	10.9cd	4.8e	7.4cd	7.4c	9.4c	300mM 6hr	11.9b	12.1bc	9.5b	8.1de	4.6e	4.8d	6.8e	9.3c	
200mM 12hr	8.8c	8.7b	16.2a	16.2a	9.4d	6.6d	13.7a	8.1c	200mM 12hr	11.4b	13.0bc	13.0a	9.5cd	9.2d	8.6c	6.8e	7.4d	
300mM 12hr	15.2a	12.1a	10.9c	11.9bc	10.8b	10.7b	14.7a	12.7b	300mM 12hr	15.6a	15.6a	10.7ab	10.7bc	10.6b	10.6b	10.6b	10.6b	
200mM 24hr	7.8c	9.3b	8.6e	9.3d	9.7d	8.0cd	9.6b	10.3b	200mM 24hr	11.6b	11.7bc	8.6b	7.4e	9.3d	8.8c	9.4d	9.3c	
300mM 24hr	8.7c	9.3b	13.5b	13.6b	9.4d	7.3cd	9.7b	12.2b	300mM 24hr	9.7b	10.8c	13.3a	12.4ab	9.3d	9.2c	9.6c	9.7c	

品種：青葉白骨"田尾白芹"										品種：西洋芹"猶他"								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
NaCl	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	NaCl	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	13.6a	13.6a	13.4a	13.3a	13.2a	11.0a	13.6a	13.6a	CK	15.1a	19.2a	13.5a	13.5c	19.5a	-	13.4a	13.6c	
200mM 6hr	9.8c	9.8c	9.6bc	9.6c	9.6bc	9.6a	9.7c	10.6b	200mM 6hr	10.5b	16.2b	9.6c	11.6e	13.8b	-	9.6c	17.5b	
300mM 6hr	6.9e	9.7c	6.4c	6.5e	4.7e	4.6c	6.8e	8.0cd	300mM 6hr	8.8bc	9.8d	7.6d	12.2d	13.0b	18.5a	6.7d	6.6e	
200mM 12hr	6.7f	7.4d	11.7ab	7.3d	9.3c	7.4b	6.9e	7.4d	200mM 12hr	10.3b	16.2b	6.7d	19.3a	14.5ab	6.5a	6.7d	6.6e	
300mM 12hr	10.8b	10.8b	10.4ab	10.5b	10.3b	9.6a	10.3b	10.5b	300mM 12hr	15.2a	15.3c	10.6b	18.4b	14.5ab	-	10.6b	18.5a	
200mM 24hr	7.6d	7.8d	6.5c	6.6e	8.1d	7.4b	9.1d	8.0cd	200mM 24hr	7.8c	8.5e	7.5d	9.2f	-	-	9.6c	9.4d	
300mM 24hr	6.7f	6.7e	13.3a	9.7c	9.2c	7.4b	9.2d	9.3bc	300mM 24hr	9.3bc	9.6d	6.6d	6.7g	6.5c	10.1a	9.6c	9.6d	

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

表 7. 利用水楊酸滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽之影響

品種：青苜“107”										品種：青苜“99”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
水楊酸	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	光	水楊酸	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	52 ^{abc} ^y	58a	45cd	43c	47a	11c	62a	57a		CK	43a	47ab	50a	52bc	36b	29cd	49b	41bc
0.6mM 6hr	59a	59a	52bc	59b	40a	6c	48b	53ab		0.6mM 6hr	47a	40b	38cd	41d	39b	13e	64a	59aa
0.8mM 6hr	60a	52a	53bc	53bc	44a	4a	53b	38c		0.8mM 6hr	46a	53a	52a	59b	55a	42a	41cd	42bc
0.6mM 12hr	43bc	49ab	56b	52bc	38a	19b	27c	40bc		0.6mM 12hr	43a	47ab	43abc	44cd	43b	22d	34d	42bc
0.8mM 12hr	57ab	58a	58b	53bc	43a	19b	55b	52ab		0.8mM 12hr	47a	51a	45ab	49bcd	36b	28cd	47bc	37c
0.6mM 24hr	41c	44b	39d	45c	45a	43a	50b	40bc		0.6mM 24hr	48a	50a	33cd	55b	56a	40ab	40cd	53a
0.8mM 24hr	60a	58a	78a	81a	29b	11c	60a	46abc		0.8mM 24hr	46a	51a	28d	79a	42b	33bc	52b	50ab

品種：青葉白骨“田尾白芹”										品種：西洋芹“猶他”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
水楊酸	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	光	水楊酸	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	48bc	49bc	77a	61ab	47b	32bc	64a	48b		CK	92a	85b	93a	55d	23a	0c	86ab	25c
0.6mM 6hr	49bc	49bc	51bc	56abc	49b	22c	67a	49b		0.6mM 6hr	92a	85b	86b	85ab	10b	44b	89a	83c
0.8mM 6hr	58a	60a	62b	49cd	60a	60a	46cd	65a		0.8mM 6hr	88a	89ab	91ab	90a	7bc	2c	80b	81c
0.6mM 12hr	56ab	42cd	49c	55bc	9c	8d	46cd	47b		0.6mM 12hr	90a	85b	87b	75c	1c	49a	43c	42b
0.8mM 12hr	48bc	46bc	50c	46d	47b	34b	40d	42c		0.8mM 12hr	92a	92a	91ab	89a	4c	0c	87a	43b
0.6mM 24hr	37d	35d	55bc	58ab	62a	58a	58ab	64a		0.6mM 24hr	91a	65c	94a	87a	3c	1c	88a	80a
0.8mM 24hr	44cd	52ab	52bc	63a	40b	35bc	51bc	51b		0.8mM 24hr	91a	86b	87b	80bc	2c	0c	92a	29c

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

表 8. 利用水楊酸滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

品種：青苜“107”										品種：青苜“99”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
水楊酸	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	光	水楊酸	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	15.2 ^{bc} ^y	13.8b	13.5a	13.4a	13.7a	13.6b	13.6a	17.8a		CK	15.9ab	13.8c	13.6a	13.5a	13.4a	13.3ab	13.6a	13.6a
0.6mM 6hr	11.6cd	11.6bc	8.5c	11.5a	10.5b	10.1c	9.5c	11.3b		0.6mM 6hr	12.4c	11.9d	7.3e	8.5b	6.9e	11.4bc	7.2c	8.5c
0.8mM 6hr	9.6d	18.1a	10.5bc	11.3a	9.4b	18.5a	11.2bc	10.8b		0.8mM 6hr	10.6c	10.8e	7.8de	8.5b	8.9cd	15.2a	7.6c	7.6c
0.6mM 12hr	17.5a	17.6a	11.7ab	11.7a	11.7ab	9.6c	10.5c	10.4b		0.6mM 12hr	17.7a	17.8a	9.6bc	9.7b	9.6bc	9.6c	6.6cd	5.5d
0.8mM 12hr	9.4d	9.3c	8.7bc	10.5a	11.2ab	8.4c	10.2c	11.2b		0.8mM 12hr	12.4b	10.4e	9.9bc	8.8b	10.0b	9.7c	10.8b	10.9b
0.6mM 24hr	13.7bc	10.5c	9.4bc	11.3a	9.4b	8.6c	10.5c	10.4b		0.6mM 24hr	14.6b	15.6b	8.7cd	10.5b	7.8de	10.5c	5.7d	7.5c
0.8mM 24hr	10.7d	10.7c	10.6bc	12.4a	10.4b	9.2c	12.5b	12.6b		0.8mM 24hr	10.9c	10.8e	10.6b	14.0a	10.3b	10.2c	12.5a	12.6a

品種：青葉白骨“田尾白芹”										品種：西洋芹“猶他”								
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
水楊酸	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	光	水楊酸	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	13.6ab	13.6a	13.4a	13.3a	13.2b	11.0ab	13.6a	13.6a		CK	15.1b	19.2a	13.5a	13.5c	19.5a	-	13.4a	13.6b
0.6mM 6hr	11.3bc	11.3b	6.4d	7.1cd	6.5c	8.5abc	12.8b	6.8e		0.6mM 6hr	11.6d	13.6c	7.2c	13.7b	10.2bc	8.1b	7.2e	12.1c
0.8mM 6hr	9.8c	10.1bc	6.6d	6.8d	7.9c	12.5a	7.3e	7.5d		0.8mM 6hr	9.7e	10.2e	7.4bc	11.8d	1-bc	18.2a	7.7d	20.3a
0.6mM 12hr	13.5ab	15.4a	9.6b	9.6b	17.6a	2.7d	10.4c	10.4b		0.6mM 12hr	17.5a	17.7b	9.6b	17.5a	4.8c	11.7b	10.3b	1-d
0.8mM 12hr	9.1c	8.7c	8.3c	8.2bcd	7.9c	7.2bc	8.8d	9.5c		0.8mM 12hr	9.6e	9.6f	8.6cb	8.8f	9.9bc	-	9.8c	10.3d
0.6mM 24hr	15.5a	15.6a	5.7d	8.3bc	6.3c	10.3ab	5.8f	5.8f		0.6mM 24hr	13.3c	8.8g	8.2cb	8.5g	14.3ab	-	5.6f	5.5e
0.8mM 24hr	10.5c	10.5bc	10.5b	9.3b	6.6c	5.7cd	12.3b	10.8b		0.8mM 24hr	10.7de	10.7d	13.8a	10.9e	4.6c	2.8c	12.5ab	12.4c

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

表 9. 利用幾丁聚醣滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽之影響

品種：青苧“107”										品種：青苧“99”									
處理/溫度		15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		處理/溫度		15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
幾丁聚醣	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	幾丁聚醣	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	52 ^z a ^y	58a	45a	43c	47a	11b	62a	57a	CK	43ab	47b	50a	52a	36a	29a	49a	41a		
0.5% 6hr	48a	44b	40a	51b	21c	6b	48b	42b	0.5% 6hr	37b	43b	42b	40b	40a	26a	43ab	42a		
0.5% 12hr	51a	39b	50a	60a	32b	28a	50b	40b	0.5% 12hr	51a	58a	49a	54a	39a	35a	40b	53a		
0.5% 24hr	38a	37b	40a	37c	23c	32a	27c	35b	0.5% 24hr	49a	41b	42b	54a	22b	27a	42b	49a		

品種：青葉白骨"田尾白芹"										品種：西洋芹"猶他"									
處理/溫度		15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		處理/溫度		15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
幾丁聚醣	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	幾丁聚醣	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	48b	49b	77a	61a	47c	32c	64a	48b	CK	92a	85a	93a	55c	23a	0c	86a	25c		
0.5% 6hr	48b	50b	46b	48b	43b	39b	46c	45b	0.5% 6hr	85b	88a	75b	70b	4b	0c	78b	21c		
0.5% 12hr	71a	66a	47b	60a	58a	49a	58ab	64a	0.5% 12hr	90a	87a	76b	81a	3b	1b	88a	80a		
0.5% 24hr	63a	54b	35c	47b	34c	29c	49bc	56ab	0.5% 24hr	95a	88a	78b	86a	3b	5a	79b	71b		

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

表 10. 利用幾丁聚醣滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

品種：青苧“107”										品種：青苧“99”									
處理/溫度		15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		處理/溫度		15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
幾丁聚醣	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	幾丁聚醣	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	15.2 ^z a ^y	13.8a	13.5a	13.4b	13.7b	13.6b	13.6a	17.8a	CK	15.9a	13.8a	13.6b	13.5b	13.4a	13.3a	13.6a	13.6a		
0.5% 6hr	7.7b	7.3b	6.6b	6.6c	6.5c	6.5c	10.0ab	8.7bc	0.5% 6hr	7.8b	7.4c	6.5c	6.5d	6.7b	6.5b	6.5b	6.6b		
0.5% 12hr	9.3b	5.9d	15.5a	20.4a	20.2a	17.9a	10.5ab	10.4b	0.5% 12hr	12.9a	10.8b	20.4a	20.4a	5.8d	8.2b	5.7c	7.5b		
0.5% 24hr	6.6b	6.7c	6.5b	6.7c	6.5c	6.6c	6.5b	6.6c	0.5% 24hr	6.7b	6.7d	6.5c	6.6c	6.5c	6.7b	6.5b	6.6b		

品種：青葉白骨"田尾白芹"										品種：西洋芹"猶他"									
處理/溫度		15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		處理/溫度		15°C		20/30°C		30°C		25/35°C	
幾丁聚醣	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	幾丁聚醣	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗
CK	13.6a	13.6a	13.4a	13.3b	13.2a	11.0a	13.6a	13.6a	CK	15.1a	19.2a	13.5b	13.5b	19.5a	-	13.4a	13.6a		
0.5% 6hr	5.6d	6.6b	6.4b	6.4c	6.5b	6.4b	6.5b	6.6b	0.5% 6hr	8.5b	6.6c	6.5c	6.6c	12.3b	-	6.6b	6.7b		
0.5% 12hr	5.9c	6.9b	13.0a	20.2a	5.8c	5.7b	5.8c	5.8d	0.5% 12hr	9.1b	10.5b	20.4a	20.5a	6.8c	8.0a	5.6d	5.5c		
0.5% 24hr	6.6b	6.6b	6.5b	6.3d	6.5b	6.6b	6.5b	6.5c	0.5% 24hr	6.6b	6.6c	6.5c	6.6c	6.5c	13.5a	6.5c	6.6b		

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

表 11. 利用逆滲透水滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽之影響

品種：青苧“107”										品種：青苧“99”									
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		
逆滲透水	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗		逆滲透水	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	52 ^{xy}	58a	45ab	43b	47a	11c	62a	57a		CK	43a	47a	50a	52a	36a	29b	49a	41b	
6hr	53ab	55ab	50a	55a	47a	43a	53a	40b		6hr	39a	43a	45a	42b	41a	41a	42b	48a	
12hr	55ab	46b	59a	57a	26b	10c	53a	36b		12hr	36a	39a	44ab	45ab	37a	23c	42b	39b	
24hr	65a	57a	32b	47b	48a	36b	52a	42b		24hr	43a	49a	38b	52a	44a	44a	52a	42ab	

品種：青葉白骨“田尾白芹”										品種：西洋芹“猶他”									
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		
逆滲透水	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗		逆滲透水	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	48b	49a	77a	61a	47b	32b	64a	48a		CK	92a	85a	93a	55c	23a	0c	86a	25d	
6hr	48b	53a	47b	47bc	48b	48a	55ab	50a		6hr	86b	84a	83b	67b	2c	12a	89a	51b	
12hr	56a	52a	50b	55ab	46b	25b	51b	45a		12hr	86b	50b	89ab	72b	1c	0c	68a	35c	
24hr	58a	58a	45b	41c	60a	46a	56ab	48a		24hr	93a	91a	90ab	89a	9b	7b	85a	87a	

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

表 12. 利用逆滲透水滲調處理對芹菜種子在不同溫度及光暗條件下發芽天數(GT50)之影響

品種：青苧“107”										品種：青苧“99”									
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		
逆滲透水	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗		逆滲透水	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	15.2 ^{xy}	13.8b	13.5b	13.4d	13.7a	13.6a	13.6a	17.8a		CK	15.9ab	13.8c	13.6c	13.5c	13.4a	13.3a	13.a	13.6a	
6hr	14.2a	14.4b	14.5ab	14.6c	7.6c	7.6b	7.5c	7.7c		6hr	14.6b	14.7b	14.4b	14.5b	7.6c	7.5c	7.5c	7.5c	
12hr	6.9b	7.8c	17.5a	17.6a	6.6d	8.3b	6.8d	6.8c		12hr	11.4c	11.5d	17.5a	17.6a	6.5d	6.6d	6.7d	6.6d	
24hr	16.2a	16.4a	14.6ab	16.7b	12.5b	12.5a	12.8b	14.5b		24hr	16.6a	16.6a	12.5d	12.7d	12.5b	12.5b	12.6b	12.6b	

品種：青葉白骨“田尾白芹”										品種：西洋芹“猶他”									
處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C			處理/溫度	15°C		20/30°C		30°C		25/35°C		
逆滲透水	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗		逆滲透水	光	暗	光	暗	光	暗	光	暗	
CK	13.6a	13.6a	13.4ab	13.3d	13.2a	11.0a	13.6a	13.6a		CK	15.1a	19.2a	13.5c	13.5c	19.5a	-	13.4a	13.6a	
6hr	7.8c	7.8c	11.0	14.5c	7.5c	7.5b	7.6c	7.5c		6hr	14.4a	14.9c	14.5bc	14.8b	17.6ab	7.6b	7.6b	7.7c	
12hr	6.7d	6.7d	15.7ab	17.3a	6.6d	6.6b	6.6d	6.6d		12hr	7.9b	11.2d	17.6a	20.5a	-	-	7.8b	6.5d	
24hr	12.8b	12.8b	12.5ab	16.4b	12.5b	12.5a	12.6b	12.6b		24hr	16.5a	16.6b	15.4b	20.4a	12.5b	12.5a	12.7a	12.6b	

^z Mean (n=4). ^y Means within the same letters in a column are not significantly different by Duncan's test at 5%.

參考文獻

1. Alvarado, A.D. and K.J. Bradford. 1988. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seeds. I. Effects of storage temperature on germination rate and viability. *Seed Sci. Technol.* 16:601-612.
2. Ashraf, M. and M.R. Foolad. 2005. Pre-sowing seed treatment A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Adv. Agron.* 88:223-271.
3. Bewley, J.D., K.J. Bradford, H.W. Hilhorst, and H. Nonogaki. 2013. Mobilization of stored reserves. p.183-246. In: J.D. Bewley and M. Black.(eds.). *Seeds*. Springer.
4. Brocklehurst, P.A. and J. Dearman. 1983. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination. *Ann. Appl. Biol.* 102:577-584.
5. Daszkowska-Golec, A., 2011. Arabidopsis seed germination under abiotic stress as a concert of action of phytohormones. *OMICS* 15, 763–774 <http://dx.doi.org/10.1089/omi.2011.0082>.
6. Dearman J., P.A. Brocklehurst, and R.L.K. Drew. 1987. Effects of osmotic priming and ageing on the germination and emergence of carrot and leek seed. *Ann. Appl. Biol.* 111:717-722.
7. Ibrahim, E.A. 2016. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *J. Plant Physiol.* 192:38 - 46.
8. Kester, S. T., R. L. Geneve, and R. L. Houtz. 1997. Priming and accelerated ageing affect L-isoaspartyl methyltransferase activity in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) seed. *J.Exp.Bot.* 48:943-949.
9. Khan, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. *Hortic. Rev.* 13:131-181.
10. Läuchli, A. and S.R. Grattan. 2007. Plant growth and development under salinity stress. p.1 - 32. In: Jenks, M.A., Hasegawa, P.M., Mohan, J.S.(eds.), *Advances in molecular breeding towards drought and salt tolerant crops*. Springer.
11. Paparella, S., S.S. Araújo, G. Rossi, M. Wijayasinghe, D. Carbonera, and A. Balestrazzi. 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Rep.* 34:1281-1293.
12. Parera, C.A. and D.J. Cantliffe. 2010. Presowing seed priming. *Hortic. Rev.* 16:109-141.
13. Philip H. Howard . 2009. Visualizing Consolidation in the Global Seed Industry: 1996–2008. *Sustainability* 1(4): 1266-1287.

14. Pressman, E., M. Negbi, M. Sachs, and J. V. Jacobsen. 1977. Varietal differences in light requirements for germination of celery (*Apium graveolens* L.) seeds and the effects of thermal and solute stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 4: 821~831.
15. Wojtyła, Ł., K. Lechowska, S. Kubala, and M. Garnczarska. 2016. Molecular processes induced in primed seeds—increasing the potential to stabilize crop yields under drought conditions. *J. Plant Physiol.* 203:116-126 .