慶北大農學誌(Agric. Res. Bull. Kyungpook Natl. Univ.) 8 (1990. 12) 1～8

GA와 BA 處理濃度가 옥수수(*Zea mays*)의 發芽와 胚乳의 養分消長에 미치는 影響

金鍾鎭 · 李英燦, 金靚妍*

慶北大學校 農科大學 農學科 · *敎育大學院

Effects of Gibbrellic Acid and Benzyl Adenine on Seed Germination and the Chemical Change of Maize(*Zea mays*) Endosperm

Kim, Jong Jin · Lee, Young Chan · Kim, Jeung Yeun*

Dept. of Crop Science, College of Agriculture, Kyungpook Natl. Univ.

*Graduate School of Education, Kyungpook Natl. Univ.

Summary

The experiment was conducted to study on the germination of seeds, and chemical change in the endorsperm and embryo of maize seeds treated with gibbrellic acid(GA) 25, G A 50, bengyl adenine(BA) 100 and B A 200 ppm.

Obtained results can be summerized as follows:

1. The germination rate in the initial stage of maize seed increased most with G A 25 ppm treated but decreased most with B A 200 ppm treatment amount other treated blocks. There is no significant difference between treatments in the middle and later stage of the seed germination.

2. The quantity of Q CO_2 was noticeably increased together in parallel with germination at each blocks, but such fact was found that the block of treatment has low Q CO_2 in comparison with control and in particular, has the tendency to take very low in B A 200 ppm.

3. The amount of reducing sugar and total sugars among embryo and endosperm are promptly increased at each blocks, but B A treatment shows low rate of increase in comparison with the non treatment and G A treatment.

4. The quantity of crude protein of seed during germination are increased at the part of embryo and decreased at the part of endosperm. Such degree is most prominent in the treatment with G A 25 ppm and changing degree of treatment with 200 ppm is lowest.

緖 論

植物生長調節物質이 種子의 發芽와 生育에 미치는 促進 및 抑制作用에 對해 많은 硏究가 遂行되어왔다. Gibberellin(GA)의 一般的 作用은 α-Amylase의 生成과 活性을 促進하고 RNA合成을 增加시켜 澱粉의 分解와 細胞의 伸張을 促進시켜 種子發芽를 促進하는 것으로 報告하였다.[5,6,9,10]

또한 옥수수 種子에서의 蛋白質合成은 Embryo에 保存된 mRNA에 依해 始作되는데 이때 GA_3는 이미 貯藏되어 蛋白質合成을 促進시키는 것으로 밝혀져 있다.[2] Benzyl Adenine(BA)은 Cytokinin의 一種으로써

Auxin과 같이 使用했을 때 담배의 髓組織(pith tissue)에 있어 細胞分裂을 일으키는 植物 Hormone으로 알려져 있다.[8] 또한 切斷한 콩잎을 물에 담구어 두면 RNA와 蛋白質의 消失로서 黃化하게 되는데 Kinetin을 處理함으로써 黃化가 遲延되어 오랫동안 푸른 狀態를 維持한다고 報告하였다.[12] 本 實驗에서는 GA와 BA의 濃度를 달리한 處理가 옥수수 種子 發芽時 呼吸量 및 水分含量의 變化와 糖含量 및 蛋白質含量등의 種子內 成分變化에 미치는 影響을 糾明하고자 本 實驗을 遂行하였다.

材料 및 方法

1. 材料

1) 供試品種: Dekalb옥수수(1988年産)

2) 處理한 生長調節物質 및 濃度

가) GA 25, 50 ppm(日本協和醱酵)

나) BA 100, 200 ppm(Sigma)

3) 供試材料: 30±1℃ Incubator에서 發芽시킨 種子

2. 方法

1) 發芽試驗

옥수수 種子를 5時間 各 處理液에 浸種後 100粒씩 Petri-dish에 播種하여 發芽數를 調査하였다.

2) 發芽種子의 吸水量

옥수수種子 10g를 各處理液에 浸種한 後 Petri-dish에 播種하여 30±1℃의 Incubator에서 24時間 單位로 1日부터 5日까지 生體重을 測定하고 96℃ Dry oven에서 6時間 乾燥한 後 乾物重을 測定하여 生體重에 對한 比率로 算出하였다.

3) 呼吸量 測定

Boysen-Jensen法으로 30±1℃의 Water bath에서 浸種時 20g되는 試料를 環flask에 넣어 排出되는 CO_2를 20分間 30ml 重土水에 吸收시켜 그 中 25ml를 取해서 Oxalic acid로 滴定하여 이 값을 Q CO_2로 算出하였다.

4) 糖量의 消長

播種後 24時間 單位로 1日부터 5日까지의 무게를 秤量하여 播種時 2g에 對한 값으로 換算한 試料를 取하여 胚部와 胚乳部로 나누어 Somogyi-Nelson法으로 測定하였다.

5) 蛋白質量의 消長

播種後 24時間 單位로 1日부터 5日까지 播種時의 1g試料를 供試하여 胚部(胚盤包含)와 胚乳部로 分離하여 Kjeldahl法에 依해 測定하였다. K_2SO_4와 $CuSO_4$를 9:1로 混合한 촉매 1g를 넣고 H_2SO_4 10ml를 넣어 灰化하였고 0.1N NaOH로 適正하여 질소의 量을 算定하고 蛋白質係數 6.25를 곱하여 粗蛋白質의 값으로 하였다.

實驗結果 및 考察

1. 發芽試驗結果

GA와 BA의 濃度를 달리하여 處理한 옥수수種子의 發芽率을 經時的으로 調査한 結果는 表1과 같다.

Table 1. Germination percentage in Zea *mays as* affected by GA and BA treatment

Treatment	Days after seeding				
(ppm)	1	2	3	4	5
Control	44%	96%	99%	99%	99%
GA 25	53	96	97	98	98
GA 50	48	95	97	98	98
BA 100	39	96	97	98	99
BA 200	23	94	96	98	98

置床 1日의 GA 25ppm, GA 50ppm 處理區는 53%, 48%로 Control 44%에 比해 各 各 9%와 4% 發芽가 促進되었으나, BA 100ppm, BA 200ppm 處理區는 39%, 23%로써 Control에 比해 5%와 21% 抑制를 보였다. 그러나 置床 2日부터는 各 處理區 共히 94% 以上의 높은 發芽率을 나타내었다.

發芽中인 穀類種子에 GA를 處理함으로써 α-Amylas와 Protease를 포함한 加水分解酵素의 合成과 分泌가 增加된다는 事實은 이미 많은 硏究報告를 통해 알려졌으며,[3,4] 本 實驗의 初期에는 GA 25ppm에서 가장 높은 發芽率을 나타내었다.

2. 發芽種子의 吸水量에 對한 變化

置床 1日부터 5日까지의 試料를 生體重과 乾物重을 測定한 後 含水率로 算出하여 얻은 값은 表2와 같다.

Table 2. Change of water content of *Zea mays* during germination

Treatment (ppm)	Days after seeding				
	1	2	3	4	5
Control	38.21%	41.39%	53.46%	62.04%	64.05%
GA 25	37.98	42.05	53.36	63.27	67.17
GA 50	37.31	42.80	52.10	62.31	64.92
BA 100	36.69	42.21	49.95	60.32	61.99
BA 200	27.63	41.54	45.85	53.91	58.87

置床 1日은 各 處理區間 含水率 36.69~38.21%로 큰 差異가 없었으며 日數가 經過할수록 增加幅이 커져 置床 5日에는 GA 25ppm 處理區가 67.17%로 가장 높았고, BA 200ppm 處理區가 58.87%로 가장 낮았다.

Bewley J. D와 M. Black의 大麥種子에서 浸種後 12時間이 經過하면 胚盤內의 Fat droplet가 澱粉으로 分解되고 24時間이 經過되면 胚乳의 分解가 始作된다는 報告[1]와 本 實驗結果는 같은 傾向을 보였고 또한 李와 金[7]은 BA處理가 상치種子의 發芽에 미치는 影響에서 50ppm濃度까지는 發芽率을 上昇시키고 100ppm에서는 發芽率이 減少되는 傾向을 보였다는 報告와 比較하였을 때 BA 100ppm과 200ppm 處理는 옥수수種子의 發芽에 있어서 適正濃度 以上의 高濃에서 나타나는 抑制作用인 것으로 思料된다.

3. 呼吸量 測定에 對한 結果

呼吸作用은 어떤 植物에 있어서나 共通的이며 精妙하게 組合된 긴 生化學反應系列에 依하여 이루어지는 過程이므로 呼吸은 모든 代謝作用의 重要한 指標가 된다. 試料의 單位時間當 呼吸에 依해 放出된 CO_2의 量(QCO_2)을 測定한 값은 表3과 같다.

Table 3. Quantity of QCO_2 in *Zea mays* as affected by GA and BA treatment

Treatment (ppm)	Days after seeding				
	1	2	3	4	5
Control	0.17	0.26	0.60	0.78	0.80
GA 25	0.17	0.29	0.58	0.77	0.79
GA 50	0.18	0.27	0.53	0.72	0.76
BA 100	0.18	0.20	0.47	0.66	0.70
BA 200	0.19	0.21	0.35	0.52	0.65

置床 1日은 各 處理區間 0.17~0.19로 큰 差異가 없었으나 2日은 GA 25ppm區와 GA 50ppm區는 0.29와 0.27로 Control 0.26에 比해 12%와 4%의 增加를 보였고 BA 100ppm區와 BA 200ppm區는 0.20과 0.21로 19%와 20%의 減少를 나타내었다. 置床 3日부터 5日까지 3日間의 Q CO_2의 增加値를 보면 Control 이 0.54로 가장 높았고 그 다음이 GA25, GA50, BA 100ppm區로서 各 各 0.50, 0.49, 0.50으로 비슷한 값을 보여주었고 BA 200ppm區는 0.44로 가장 낮은 것으로 나타났다. OPik[11]은 穀類種子의 發芽過程을 크게 三段階(Triphasic)로 나누고 初期에는 種子가 水分을 吸水하게 되면 呼吸率이 急速度로 增加하게 되고 그 다음 一定期間은 變化있는 水平(Plateau)을 維持하다가 幼根과 幼芽의 形成으로 因한 細胞分裂이 始作되면 다시 急速한 增加를 나타낸다고 하였는데 本 實驗의 結果도 이와 一致되는 傾向을 보여 주었다.(Fig. 1)

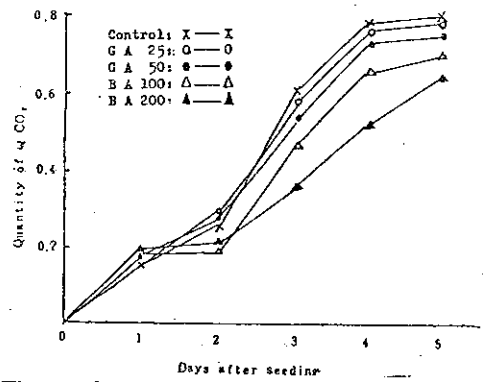

Fig. 1. Changes in quantity of Q CO_2 in *Zea mays*

4. 糖量 消長의 變化

發芽가 始作되면 貯藏澱粉이 Glucose나 Maltose와 같은 低分子糖으로 加水分解되며 만들어진 糖은 胚盤에 依해 吸收되어 胚로 移動되고 全體幼植物이 他家營養的인 生長을 할 수 있게 한다.[1] GA와 BA를 處理한 옥수수 種子를 胚와 胚乳部로 나누어 測定한 還元糖(Reducing sugar)과 全糖(Total sugar)量의 O. D値는 表4, 表5와 같다.

Table 4. Reducing sugar content in *Zea mays*(presented in O. D)

Treatment (ppm)		Days after seeding 1	2	3	4	5
Control	To*	0.015	0.048	0.305	0.394	0.596
	En**		0.036	0.103	0.167	0.231
	Em***		0.018	0.202	0.227	0.365
GA 25	To	0.022	0.052	0.283	0.352	0.582
	En		0.037	0.126	0.145	0.257
	Em		0.015	0.157	0.207	0.325
GA 25	To	0.026	0.068	0.290	0.357	0.542
	En		0.052	0.128	0.162	0.247
	Em		0.016	0.162	0.195	0.295
BA 100	To	0.013	0.026	0.153	0.246	0.249
	En		0.016	0.068	0.091	0.092
	Em		0.010	0.085	0.155	0.157
BA 200	To	0.014	0.028	0.049	0.167	0.178
	En		0.019	0.027	0.075	0.080
	Em		0.009	0.022	0.092	0.098

* To: total sugar **En: endospern ***Em: embryo

還元糖은 胚乳에서는 置床 2日까지는 微微한 增加를 보이다가 3日에는 急激한 增加를 보였으며 GA 50ppm 處理區가 0.128로 가장 높았고 BA 200ppm處理區가 0.027로

가장 낮았다. 5日에 가서는 GA 25ppm處理區가 0.257로 가장 높았고 BA 200ppm處理區가 0.080으로 가장 낮은 값을 나타냈다.

Table 5. Total sugar content in *Zea mays*(Presented in O. D)

Treatment (ppm)		Days after seeding 1	2	3	4	5
Control	To*	0.026	0.076	0.334	0.456	0.680
	En**		0.058	0.118	0.180	0.274
	Em***		0.018	0.216	0.276	0.406
CA 25	To	0.035	0.069	0.363	0.450	0.705
	En		0.051	0.147	0.190	0.265
	Em		0.018	0.216	0.260	0.440
GA 50	To	0.036	0.082	0.376	0.465	0.710
	En		0.065	0.138	0.185	0.260
	Em		0.017	0.238	0.280	0.450
BA 100	To	0.026	0.057	0.192	0.253	0.355
	En		0.042	0.075	0.105	0.115
	Em		0.015	0.117	0.148	0.240
BA 200	To	0.024	0.071	0.184	0.218	0.292
	En		0.059	0.064	0.088	0.096
	Em		0.012	0.120	0.130	0.196

* To: total sugar **En: endosperm ***Em: embryo

이는 GA에 依해 α-Amylase의 增加를 比較해 볼때 發芽 2日째는 別効果가 없었으나 3日 以後부터는 그 効果가 增加되어 發芽 5日째는 25% 以上의 增加率을 보였다는 報告[13]와 一致된 傾向을 보여주었다. 胚에 있어서도 置床 2日에는 脚 處理區間 0.009~0.012로 낮은값을 보이다가 日數가 經過할수록 急激한 增加를 보여 5日에는 Control이 0.365로 가장 높은 값을 나타내었고 BA 200ppm處理區는 0.098로 가장 낮은 값을 나타냈다. 이와 같은 結果는 全糖에 있어서도 큰 差異를 發見할 수 없었으며 發芽가 進行됨에 따라 高濃度下에서는 甚한 抑制効果가 나타났다.(Fig. 2)

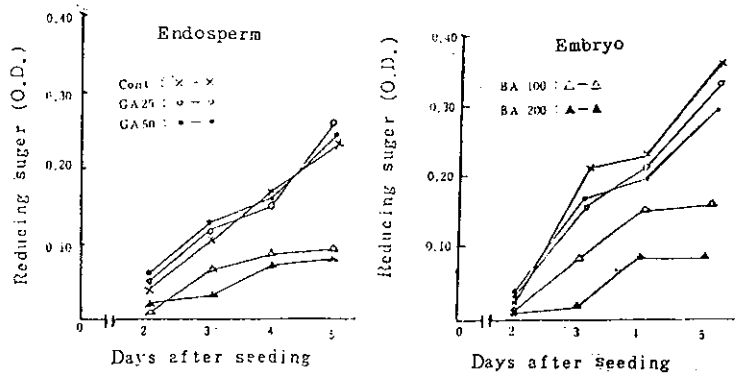

Fig. 2. Changes in content of reducing sugar in different parts of *Zea mays* during germination

5. 蛋白質量의 消長에 對한 結果

옥수수 種子에서의 蛋白質合成은 浸潤直後에 始作되지만 初期의 蛋白質合成은 Embryo에 保存된 mRNA에 依해 始作된다.[14] 發芽 1日부터 5日까지의 試料를 胚와 胚乳部로 나누어서 測定한 全窒素合量은 表6과 같다.

Table 6. Percentage of protein in *Zea mays* as affected by GA and BA treatment

Treatment (ppm)		Days after seeding 1	2	3	4	5
Control	To*	9.56%	10.82%	9.26%	10.67%	11.09%
	En**		7.80	6.14	4.95	4.26
	Em***		3.02	3.12	5.72	6.83
GA 25	To	9.56	9.26	9.71	11.54	11.89
	En		7.00	7.11	4.89	4.19
	Em		2.26	2.60	6.65	7.70
GA 50	To	9.90	9.92	9.78	10.09	11.08
	En		7.01	6.66	5.10	4.42
	Em		2.91	3.12	4.99	6.66
BA 100	To	9.15	10.26	9.46	10.09	10.19
	En		7.86	6.86	6.55	6.03
	Em		2.40	2.60	3.54	4.16
BA 200	To	9.88	10.53	10.01	9.51	9.47
	En		8.03	7.41	6.70	6.23
	Em		2.50	2.60	2.81	3.24

* To: total **En: endosporm ***Em: embryo

胚乳에서는 各 處理區 共히 2日과 3日은 큰 幅으로 減少하지 않았으나 4日에는 GA 25ppm處理區가 4.89%로 가장 크게 減少하였고 다음이 Control로 4.95%를 나타내었으며 다른 處理區는 減少가 아주 적었다. 胚에서의 增加는 2日과 3日은 各 處理區間이 2.40~3.12% 範圍로 徐徐히 增加하다가 4日은 GA 25ppm處理區가 6.65%로 가장 높았고 BA 200ppm處理區가 2.81%로 가장 낮았다.(Fig. 3)

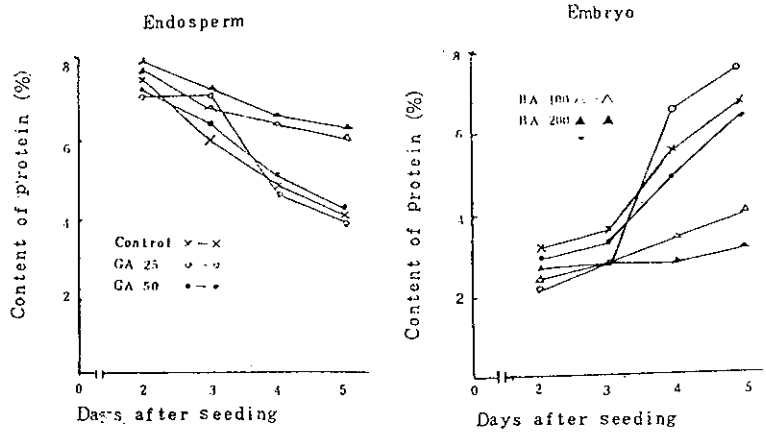

Fig. 3. Changes in content of protein in different parts of *Zea mays* during germination

以上의 實驗結果는 옥수수種子 內의 貯藏蛋白質의 分解와 胚에서는 새로운 組織의 形成이 發芽 3日까지는 徐徐히 이루어지다가 4日에 가서는 急激한 增加를 나타내며 各 處理區 間에는 GA 25ppm處理區가 가장 높은 增加를, BA 200ppm處理區가 가장 낮은 增加를 나타내었다.

摘 要

GA25, 50ppm과 BA100, 200ppm을 옥수수 種子에 處理하여 發芽率 및 呼吸量과 胚乳養分인 還元糖, 全糖, 粗蛋白質의 移動에 對하여 究明하고자 行한 實驗에서 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 初期의 發芽率은 GA 25ppm區가 가장 높았고 BA 200ppm區가 가장 낮았다. 中後期의 發芽率은 各 處理區間의 差가 크게 認定되지 않았다.

2. 呼吸量은 各區 共히 發芽와 並行하여 현저히 增加되었으나 處理區가 Control에 比해 Q CO_2가 낮고 특히 BA 200ppm區가 현저하게 낮은 傾向임을 알수 있었다.

3. 胚와 胚乳中의 還元糖과 全糖의 量은 各區 共히 經時的으로 현저히 增加되나 BA 處理區가 無處理區와 GA處理區에 比하여 增加率이 낮음을 認定할 수 있었다.

4. 發芽中 種子의 粗蛋白質量은 各區 共히 經時的으로 胚部에서는 增加되고 胚乳部에서는 減少되며 그 程度는 GA 25ppm 處理區가 가장 현저하고 BA 200ppm處理區의 消長이 가장 적었다.

引 用 文 獻

1. Bewley, J. D. and Black, M. 1978. Physiology and Biochemistry of Seeds I. pp. 245－263.d Springer-Verlag. New York.
2. Chen, D. and Osborne, D. J. 1970. Plant growth substances and seed germination. Nature 266:1157－1160.
3. Chrispeels, M. J. and Varner, J. E. 1967. Gibberellic Acid enhanced synthesis and release of α-amylase and ribonuclease by isolated barley aleurone layer. Plant Physiol. 42:398－406.
4. 金鍾震, 洪鎭昊. 1986.穗發芽된 벼種子의 發芽生育및 化學的 變化. 慶北大農科技研誌 4:1－12
5. 金鍾震, 郭增煥. 1988. GA와 B－9處理가 옥수수(Zea mays)發芽에 미치는 影響. 慶北農學誌6:1－6
6. 金鍾震, 李英煥, 1985. GA와 B－9이 大豆發芽時 呼吸作用 및 成分變化에 미치는 影響. 慶北大 敎育大學院 論文集 17: 195－204.
7. 李永馥, 金暎來. 1983. 光質 生長調節物質(GA, BA, ABA) 및 Sodium Hypochloride의 處理가 상치종자의 發芽에 미치는 影響, 忠南大學校 論文集10 (2):242－248.
8. Letham, D. S. 1967. Chemistry and Physiology of Kinetin like compounds. Annu. Rev. Plant Physiol. 18:349－364.
9. Macgreror, A. W. and Matsto. R. R. 1982. Starch degredation in endosperms of barley and wheat kernel during initial syages of germination. Cereal Chem. 59 (3):210－215.
10. Mayer, A. M. and PolJakoff-Mayber, A. 1982 The Germination of Seed. 3rd Ed. pp. 85－116 Pergamon Press. London.
11. OPik, H. 1980. The Respiration of Higher Plant. Edward Arnold. London.
12. Osborne. D. J. 1962. Effect of Kinetin on protein and nucleic acid metabolism in Xanthium leaves during senescence. Plant Physiol. 37:595－602
13. 沈雄燮, 鄭和志, 1983, 發芽中인 옥구수種子內에서 α-Amylase의 活性에 미치는 GA_3의 効果, 高麗大學校 論文集:234
14. Spiegel, S., Obendord, R. L. and Marcus, A. 1975. Transcription of ribosomal and messenger RNAs in early wheat embryo germination. Plant Physiol. 56－502－507.