

窒素 施用量이 호프(*Humulus lupulus* L.)의 收量 및 品質에 미치는 影響

李龍煥* · 趙丙玉** · 許範亮** · 胡教純***

Effect of Nitrogen Application on the Yield and Quality of Hop (*Humulus lupulus* L.)

Yong-Hwan Lee*, Byong-Ok Cho**, Beom-Lyang Huh** and Que-Soon Ho***

SUMMARY

A field experiment was conducted to find out the effect level of nitrogen fertilization on the yield and quality of hop (Hallertau variety) emphasis given to α -acid content. Nitrogen was applied by the rates of 0, 12, 18, 24, 30 and 36kg per 10a. Results were summarized as follows.

1. Stages of cone-hair developing and coneripening were delayed with increment of nitrogen applied. Number of nodes and length of vine increased with nitrogen applid by up to 24kg N/10a.

2. Yield was the highest in the 24kg N/10a plot and cone weight had high significant correlations with yield without regard to the years of growth. No.of flower per side branch and weight of 100 cones had a significant correlation with yield in the four-year old and five-year old Hop plants.

3. Nutrient content in Hop plants was in the order of CaO, total nitrogen, K₂O, MgO and P₂O₅.

Content of total nitrogen, CaO and MgO was high in leaves while that of P₂O₅ and K₂O was high in cone.

Nitrogen, phosphorus and magnesium increased with increment of nitrogen fertilized while potassium and calcium decreased.

4. As for the distribution of nutrients in cone developing stage SiO₂ content was higher in lower part than in the upper part while P₂O₅ contetn was higher in upper part than in lower part of the plant. And content of nitrogen and potassium was higher in middle height than in upper and lower part.

5. The optimum levels of nitrogen application were 19.3kg for 2 years, 24.3kg for 3-year, 27.9kg for 4 years and 31.8kg/10a for 5-year old Hop, respectively.

6. Nitrogen uptake in cone showed a positive correlation with the content of α -acid and β -acid in cone.

緒 言

호프(*Humulus lupulus* L.)는 뽕나무과에 屬하는 雌雄異株의 宿根 多年生植物이며, 原產地는 地中海沿岸이라고 한다. 雌雄는 經濟的 價値는 없으나 育種材料

에 利用되고^{2, 5, 6)} 雌雄은 強壯劑, 健胃劑, 利尿劑等の 藥用으로 쓰이나, 주로 麥酒 製造의 原料로 利用된다^{3, 17, 18, 25)}. 우리나라 호프 栽培는 1907年 水原의 權業 模範場 (現 作物試驗場)에서 律草로서, 1908년에는 蛇麻草로서 始作된것이 嚆矢이며¹⁰⁾, 1937년에 朝鮮麥

* 農業技術研究所(Agricultural Sciences Institute, Suwon, Korea)

** 江原道農村振興院(Kangweon Provincial RDA, Chuncheon, Korea)

*** 尚志大學校農科大學(Coll. of Agriculture, Sangji University, Wonju, Korea)

酒會社가 咸鏡南道 甲山과 惠山鎮等지에서 처음으로 契約栽培 하였으며, 1956年 全北 長水郡, 1957年 全南 長城郡, 1958年 江原道 平昌郡에서 試驗栽培가 始作되었으며, 1970年代부터 國內 麥酒會社들이 江原道 平昌郡, 橫城郡, 洪川郡, 華川郡地域을 中心으로 安定된 栽培를 하게 되었다.^{13,14)} 그후 每年 栽培面積의 增加趨勢를 보여 1990年 現在 江原道 一圓에서 259ha의 面積에 栽培되어 主産地를 이루고 있으며, 栽培의 人 側面에서는 많은 研究가 報告되었고^{20,21,22,23,24)} 그後 호프가 한 作物로 定着하게 된것으로 보여진다.

Keller와 Magee^{8,9)}는 窒素만을 施用한 施肥區나 窒素, 磷酸, 加里를 配合한 試用區에서 모두 비슷한 收量 增大를 보였다고 하면서, 收量에 影響을 미치는 施肥要因으로서 窒素의 效果를 강조 하였고, Brooks와 Keller¹⁾는 窒素 施用時期를 달리하여 施用함으로써 호프 收量에 미치는 窒素의 效果를 報告한 바 있다. Zattler와 Maier²⁶⁾는 窒素, 磷酸, 加里를 1,000株당 各各 50, 50, 60kg로 配合施用한 施用區에서 收量이 가장 높고, 시들음病의 罹病率도 낮았다고 하였으며, Lesik와 Shabranski¹²⁾는 施用窒素의 形態에 따라 毬花 收量과 品質에 影響이 있다고 報告하였고, Lyashenko¹³⁾는 total resin과 α -acid 含量은 正의 相關이 있다고 하였다.

한편 施肥量의 標準이 年生別로 確立되지않아 一律의인 施肥를 하고 있는 實情이다^{14,15)}. 이러한 實情을 勘案하여 호프의 適正施肥量을 究明하고 나아가 品質向上을 圖謀하고 段收提高를 위한 지름길이라 생각하여 施肥改善의 研究開發이 要求되고 있다. 따라서 外國과 栽培環境이 다른 우리나라에서 窒素施用에 따른 生育 樣相과 收量및 品質에 미치는 影響을 檢討하여 호프 窒素 施用量에 대한 基礎資料를 얻고자 수행한 것이다.

材料 및 方法

本 試驗은 江原道 橫城郡 橫城邑 곡고리에 位置하고 있는 斗山農産株式會社 橫城事業所 直營圃場에서 實施하였으며, 土壤條件은 排水良好한 砂壤土인 中東統으로서 試驗前土壤의 化學的 性質은 表 1과 같다.

供試品種은 Halletau 5年生을 使用하였으며, 栽植距離는 3.6×1.5m로 (185주/10a)에 주당 6본씩을 栽

培하였고, 試驗區配置는 亂塊法 3反復으로 하였다. 施肥處理및 施肥方法은 表2와 같이 하였으며 磷酸加里 32~37kg/10a로 하여 肥種은 尿素, 熔過磷, 鹽化加里를 使用하였으며, 施肥方法은 窒素와 加里는 基肥, 1次, 2次, 3次追肥의 方法으로 比率는 45-15-20-20%, 磷酸은 基肥, 1次, 2次追肥의 方法으로 比率는 65-20-15%로 施用하였다.

主要調査項目은 反復別로 平均値가 되는 3주를 選定하여 株當莖長, 마디수, 毬花數, 毬花重, 測枝數, 蔓重, 毬花 100毬花重 등을 調査하였으며, 收穫은 8月 13日에 하여 毬花는 45℃로 乾燥하여 15時間¹⁵⁾ 乾燥하였다. 植物體試料는 毬花形成期, 毬花成熟期, 收穫期에 採取하여 主莖과 잎은 80℃로 乾燥하여 40 mesh체를 通過시킨다음 農村振興廳農業技術研究所 土壤化學分析法¹⁹⁾에 準하여 分析하였다.

호프 毬花의 有效成分 分析에 있어서 α -acid, β -acid分析은 斗山農産株式會社 호프事業所 研究室에서 하였으며, 分析方法은 호프 乾花試料를 커팅밀에 粉碎한 다음 天稱으로 粉碎된 試料 15g을 300ml삼각 flask 담고 톨루엔 100ml를 넣고 진탕기에 30분간 攪拌한후 1時間정도 정지시킨다음 Spectromic 21 UVD형 Spectrophotometer로 파장 355, 325, 275nm 등에서 測定分析하였다.

Table 1. Chemical properties of the soil used

Soil Series	pH (1:5)	OM (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exch.cations(me/100g)			C.E.C (me/100g)
				K	Ca	Mg	
Jungdong	6.6	1.4	361	0.91	1.9	0.9	6.81

Table 2. The amount of N, P₂O₅ and K₂O fertilizers applied

Kind of fertilizer	Amount of fertilizer (kg/10a)	Basal (%)	Top dressing (%)		
			first	second	third
N	0, 12, 18, 24, 30, 36.	45	15	20	20
P ₂ O ₅	32	65	20	15	-
K ₂ O	37	45	15	20	20

結果 및 考察

1. 窒素施用이 生育 및 收量에 미치는 影響

窒素施用量에 따른 生育形質은 表3 에서와 같이 窒素施用量에 따라 出芽期에서는 變動이 없었으나, 開花期에서는 毛花期, 毬花成熟期, 毬花形成期 모두가 窒素施用量이 많을수록 다소 遲延되는 樣相을 보였으며, 마디수와 蔓長은 窒素 24kg/10a 水準까지는 窒素施肥量 增加에 따라 다소 길어지고 그 이상의 水準에서는 오히려 減少하는 傾向이었으나 큰 差는 없었다.

그림1에서 보는 바와 같이 蔓重은 窒素 24kg/10a 水準까지는 窒素水準이 높을수록 무거웠으나 그 이상의 水準에서는 다소 가벼워 졌다. 이것은 側枝數가 많아 植物體의 重量인 蔓重을 무겁게 하였을 뿐만 아니라 毬花數를 많이 가지게 하는 要因이 되었다고 생각된다. 側枝당 毬花數를 보면 窒素水準에 따라 窒素24kg/10a 水準까지는 增加 하였으나 30, 36kg/10a 施用區에서는 減少 하였다.(그림 2)

100毬花重은 一般的으로 單位 株當 個體數가 많으면 一定量의 重量은 가벼워지는 것이 보통인데 本試驗에서의 100毬花重은 表 4에서 보는 바와 같이 窒素施用 24kg/10a까지는 무거워지는 傾向을 보였다.

이것은 表 7에서 보는 바와 같이 莖葉보다 毬花에 많이 吸收된 加里成分이 水分蒸發을 抑制한 結果로 100 毬花重이 무거워진다고 생각되며, 田口亮平⁴⁾ 趙伯顯^등⁷⁾도 加里 成分이 水分蒸發을 抑制한다고 報告한바 있다.

이상의 結果로 볼때 蔓長, 蔓重, 側枝당 毬花數,

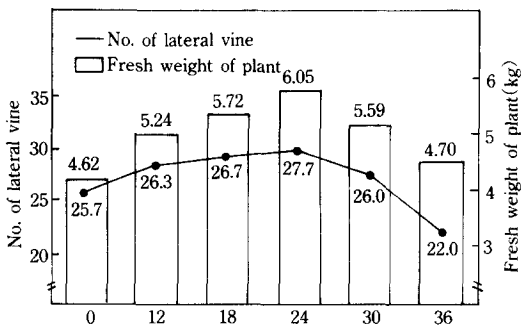


Fig. 1. Variation of the No. of lateral vine and top fresh weight per plant with different levels of N applied.

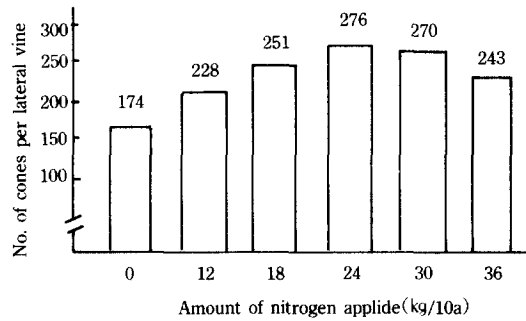


Fig. 2. Variation of number of cones per lateral vine in different N level.

Table 3. The growth characters of hop with the different N application levels

N Level (kg/10a)	budding stage (date)	Flowering stage(date)			No. of node	Length of vine (cm)
		cone hair	cone developing	cone ripening		
0	5.3	6.23	7.9	8.10	22.0	710
12	5.3	6.23	7.10	8.10	23.0	723
18	5.3	6.24	7.10	8.11	23.7	730
24	5.3	6.24	7.11	8.12	24.7	737
30	5.3	6.25	7.11	8.13	22.7	703
36	5.3	6.25	7.11	8.13	20.7	687

Table 4. Weight of 100 cones with different N levels

N Level (kg/10a)	0	12	18	24	30	36
Weight of 100 cones	67.2	68.9	75.4	78.3	77.8	77.4

100毬花重 등 收量構成要素들이 窒素 24kg/10a 水準에서 增加하여 收量에 關係하였으며, 그림3 에서 보는 바와 같이 窒素24kg/10a 水準이 窒素30kg/10a 水準보다 약 3.4% 增收되었고 나머지 處理區에서는 減收되었다.

收量構成要素와 年生別 相關關係를 檢定한 結果는 表 5와 같으며, 株當毬花重은 年生에 關係없이 收量과 有意性이 있었으며, 着花側枝當 毬花數 및 100毬花重은 4年生과 5年生에서, 收量과 有意性을 보였고 2

年生 및 3年生에서는 收量과 有意性이 없었다.

2. 年生別 窒素의 適定施肥量 推定

窒素의 適定 施肥量 찾기 위하여 年生別로 回歸曲線式에 의한 최고 收量을 보이는 窒素施肥量은 그림 4와같이 2年生 19.3, 3年生 24.3, 4年生 27.9, 5年生 31.8kg/10a 이었다.

金等¹¹⁾에 의하면 窒素施肥量은 20kg/10a로 가장 收量이 많았다고 하였는데 이것은 2年生에 적용한 結果였으며, 本 試驗에서도 같은 傾向을 보였다. 호프는 永年生 이므로 施肥量의 決定에 많은 問題點이 있겠지만 호프栽培地域의 土壤特性, 栽植 호프의 年齡 및 施肥水準이 毬花의 化學成分에 미치는 影響을 고려하여 長期間에 걸친 試驗結果로서 施肥量을 決定하는 것이 바람직 하다고 생각된다.

3. 植物體 無機成分의 變化

植物體 및 毬花의 無機成分 含量變化를 보면 表 6, 7과 같다. 毬花形成期 部位別 植物體 養分含量을 보

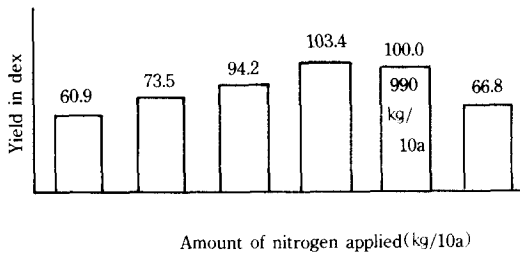


Fig. 3. Yield of hop flower with different N level.

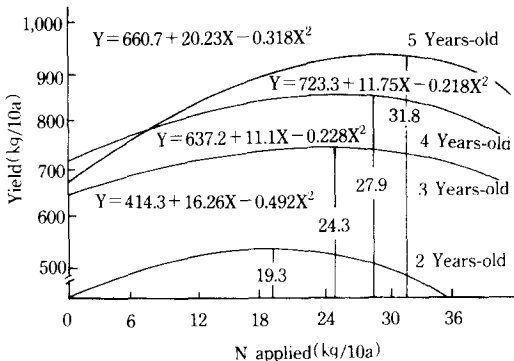


Fig. 4. Relationship between nitrogen applied and fresh cone yield in different hop plant ages.

Table 5. Correlation between fresh cone yield components and different age of hop Plant

Item	2 Years-old	3 Years-old	4 Years-old	5 Years-old
No.of Cone	0.962**	0.957**	0.926**	0.906**
Cone Weight	0.999**	0.999**	0.978**	0.984**
No.of Flower per Side Branch	0.261	0.459	0.719*	0.831**
Weight of 100 Cones	0.217	0.112	0.367	0.478*

*, ** : Significant at 5% and 1%, respectively.

Table 6. Nutrients content in parts of hop plant with different level of N applied (Unit : %)

Nutrients	Parts*	0	12	18	24	30	36
T-N	Upper	1.90	3.06	1.68	2.38	1.86	1.96
	Middle	3.94	3.98	3.66	3.46	3.54	3.78
	Lower	3.22	3.52	2.22	2.50	2.10	3.64
P ₂ O ₅	Upper	0.66	0.36	0.48	0.82	0.39	0.62
	Middle	0.52	0.51	0.42	0.60	0.60	0.64
	Lower	0.53	0.55	0.48	0.55	0.30	0.59
K ₂ O	Upper	1.66	2.89	1.37	1.18	1.18	0.80
	Middle	2.41	4.81	2.26	1.37	2.33	2.75
	Lower	2.41	2.89	2.00	1.20	1.40	2.61
SiO ₂	Upper	2.60	2.41	1.22	3.80	3.20	1.10
	Middle	3.21	2.82	6.20	7.80	6.41	3.22
	Lower	2.81	6.80	8.60	8.41	7.72	4.02

* Upper parts of hop plant 3.2-4.9m
Middle parts of hop plant 1.5-3.2m
Lower parts of hop plant 0-1.5m

면 (表6), 上位部 보다는 下位部쪽에 SiO₂ 含量이 많았고, P₂O₅는 下位部 보다는 上位部, T-N, K₂O는 上, 下位部 보다는 中位부에, 無機成分含量이 많이 分布하는 傾向을 보였고, 收穫期 部位別 無機成分含量을 보면 (表 7), P₂O₅, K₂O는 莖葉보다는 毬花에 많이 吸收되었고, T-N, CaO, MgO은 毬花보다 莖葉에 많은 量이 있었고, 成分別로는 CaO, T-N, K₂O, MgO, P₂O₅順으로 吸收되었으며, 窒素施肥量 增加에 따라 T-N, P₂O₅, MgO은 增加하는 傾向을 나타냈으며, CaO와 K₂O 減少하는 傾向을 보였다.

Table 7. Changes in Inorganic Nutrients uptaks of hop plant at Harvesting Stage. (Unit : %)

Nutrients	Patts	0	12	18	24	30	36
T-N	Stem&leaves	2.12	2.27	2.31	2.48	2.45	2.80
	Cone flower	2.04	2.15	2.29	2.36	2.09	2.19
P ₂ O ₅	Stem&leaves	0.41	0.44	0.52	0.58	0.52	0.65
	Cone flower	0.93	0.94	0.92	0.90	0.80	1.00
K ₂ O	Stem&leaves	2.16	2.10	1.87	1.74	1.61	1.99
	Cone flower	3.01	2.77	2.75	2.72	2.66	2.83
CaO	Stem&leaves	4.18	3.31	3.03	2.66	2.64	2.63
	Cone flower	1.07	1.07	1.01	1.32	1.09	1.12
MgO	Stem&leaves	1.34	1.42	1.74	2.07	1.32	1.52
	Cone flower	0.53	0.61	0.61	0.71	0.61	0.65

Table 8. The effects of N applied α-acid content in different age hop plant

Item	Hop age (year)	N level (kg/10a)					
		0	12	18	24	30	36
α-acid content (%)	1	4.9	5.2	5.1	5.6	5.3	5.0
	2	6.9	7.7	7.8	7.9	6.7	7.2
	3	6.9	7.3	8.4	7.1	7.4	6.7
	4	6.9	6.4	6.7	7.2	6.8	6.6
	5	7.8	8.1	8.4	7.5	7.9	8.2

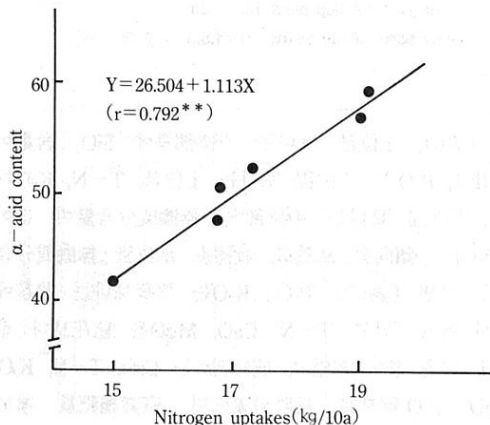


Fig. 5. Correlation between nitrogen uptakes and α-acid content in cone flower.

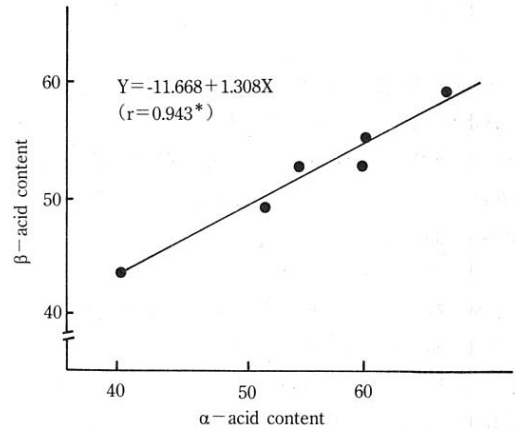


Fig. 6. Correlations between the content of α-acid and β-acid in cone flower.

4. 窒素施用이 호프의 品質에 미치는 影響

麥酒製造時 가장 重要한 成分인 α-acid을 分析한 結果는 表 8과 같았다.

α-acid는 麥酒의 쓴맛을 내게하고 防腐作用을 하는 등 麥酒製造에 없어서는 안될 가장 重要한 成分으로 土壤 및 栽培環境, 施肥量에 따라 다르지만¹⁶⁾ 대개 毬花 乾物重의 약 7%를 含有하는데, 本 試驗에서는 窒素施肥量 增加에 따라 다소 增加하는 傾向을 보였으며, 3年生과 5年生에서 窒素 18kg/10a 水準에서 8.4%로 最高值를 보였다.

毬花重 窒素吸收量 및 α-acid 含有量과 β-acid 含有量과의 關係를 보면 그림 5,6에서 보는 바와 같이 고도의 正相關을 나타냈다. Brooks¹⁾는 α-acid 含有量과 β-acid 含有量간에는 正의 相關을 보인다고 報告하였으며, 반면에 Lyashenko¹³⁾는 total resin과 α-acid 含有量은 正의 相關이 있다고 하였는데, 本 試驗에서도 α-acid 含有量과 β-acid 含有量과의 關係는 正의 相關關係를 보이므로서, Brooks¹⁾ 報告와 一致하는 傾向이다.

摘 要

호프에 대한 栽培年數別 窒素施用량을 밝히고 品質을 究明하고자, Hallertau 品種을 供試하여 窒素를 成分量으로 各各 0, 12, 18, 24, 30, 36kg/10a을 處理하여 栽培한바, 그結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 호프의 毛花期, 毬花形成期, 毬花成熟期는 窒素 施用量이 많을수록 다소 遲延되는 樣相을 보였고, 마디수와 蔓長은 窒素 24kg/10a 까지는 길어지고 그 以上の 水準에서는 減少하는 傾向이었다.

2. 收量은 窒素 24kg/10a에서 가장 增收 (1,023kg/10a)되었으며, 株當毬花數 및 毬花重은 年生에 관계 없이 收量과 有意性을 보였고, 着花側枝當 毬花數 및 100毬花重은 4年生과 5年生에서 收量과 유의한 正의 相關을 보였다.

3. 植物體의 養分含有率은 CaO, T-N, K₂O, MgO, P₂O₅ 順으로 많이 吸收되었고, T-N, CaO, MgO는 莖葉에, P₂O₅, K₂O는 毬花에 많이 含有되었고, 窒素 施肥量이 增加함에 따라 T-N, P₂O₅, MgO는 增加하나 K₂O, CaO는 減少하는 傾向이었다.

4. 毬花形成期에 部位別 養分含量을 보면, SiO₂는 上位部보다는 下位부에, P₂O₅는 下位部보다는 上位부에, T-N과 K₂O는 上, 下位部보다는 中位부에 無期成分 含量이 많이 分布하는 傾向이었다.

5. 回歸曲線式에 의한 窒素 適正施肥量은 2年生 19.3, 3年生 24.3, 4年生 27.9, 5年生 31.8kg/10a이었다.

6. 毬花重 窒素吸收量과 α -acid 및 β -acid 含量과는 正의 相關關係를 보였다.

引用文獻

1. Brooks, S.N. and K.R. Keller. 1960. Effect of time applying nitrogen fertilization on yield of hops. *Agron. J.* 52 : 516~518
2. Brooks, S.N. and S.T. Likens. 1962. Variability of morphological and chemical quality characters in flowers of male hops. *Crop Sci.* 2 : 189~192.
3. Burgess, A.H. 1964. Hop, botany, Cultivation and utilization. World Crop Books. Leonard Hill. London. 300pp.
4. 田口亮平. 1977. 作物生理學. 富民文化社.
5. 咸鏡北道種苗場. 1917-1925. 種苗事業報告. 호쯔.

6. Haundold. A. 1971. Cytology, sex expression and growth of a tetraploid x diploid cross in hop. *Crop Sci.* 11 : 868~871.
7. 趙伯顯, 趙成鎮, 李東碩, 陸昌洙. 1975. 肥料學. 鄉文社. 41~43.
8. Keller, K.R. 1954. Relative value of repeated annual fertilizer application on a perennial crop, *Humulus lupulus* L. *Agron. J.* 46 : 535~537.
9. Keller, K.R. and R.A. Magee. 1954. The effect of application rates of nitrogen, phosphorus and potash on some chemical constituents in two varieties of hops. *ibid.* 46 : 388~399.
10. 權業模範場. 1907~1908. 權業模範場報告. 第2號 117. 第3號 126~127.
11. 金熙泰, 朴贊浩, 孫世鎬. 1978. 工藝作物學. 鄉文社. 233~241.
12. Lesik, B.V. and A.S. Shabranskii. 1979. Effect of forms of nitrogen fertilizers on some physiological-biological processes, Yield and quality of hops. *Horticultural Abs.* 49(1) : 58.
13. Lyashenko, N. I. 1980. Biochemical changes in hop cones during formation and ripening. *Hort. Abs.* 50(5) : 308.
14. 林雄圭. 1975. 韓國에서의 호프(*Humulus lupulus* L.) 栽培 및 普及을 위한 基礎的인 研究. 韓國植物學會誌. Vol.18.No.2. 59~83.
15. 林雄圭. 1976. 호프.(植物栽培와 利用). 日新社. 135~138.
16. 林雄圭. 1974. 韓國에서 HOP에 關한 研究(HOP의 生理學的인 研究를 中心으로) 國際技術協力. Vol.10.No.8. 6~13.
17. 室架利正. 1954. 호쯔의 開化習性과 栽培法. 日作紀. 22.(3~4) : 19~21.
18. 室架利正. 1963. 作物大系. 第9編. 藥用作物. 養賢堂. 東京.
19. 農村振興廳農業技術研究所. 1988. 土壤化學分析法.
20. 朴景烈, 崔銀玉. 1984. 호프선아時期方法試驗. 江原道農事試驗研究報告書. 292~302.
21. 朴景烈, 崔銀玉. 1985. 호프 그루整理 時期試驗. 江原道 農事試驗研究報告書. 292~293.
22. 朴景烈, 李東右. 1982. HOP의 摘心에 關한 研究. 第1報. 摘心方法 및 主莖摘心時期가 Hop의 生育 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌. 27(2) : 141~146.
23. 朴景烈, 李東右, 閔仁基. 1987. 호프의 栽培環境과 開花後日數에 따른 α -acid 含量變化. 韓作誌. 32(1) : 97~102.
24. 朴景烈, 李東右, 朴昌圭, 韓大成. 1982. Heptachlor 土壤殘留가 호프의 生育에 미치는 影響. 第1報. Heptachlor에 依한 호프 被害 樣相. 韓國環境學會誌. 1(2) : 99~104.
25. 佐夕木喬. 1953. 綜合作物學工藝作物編. 地球出版株式會社. 東京. 258~291.
26. Zattler. F. and J.Maier. 1970. HOP fertilization. *Hopfen-Rundschau.* 21 : 153~154.