

施肥 및 放牧에 의한 自然草地의 改良에 對한 生態學的 研究

朴根濟 · G. Spatz*

畜産試驗場

Ecological Studies on the Improvement of Natural Pasture by Fertilization and Grazing

G. J. Park and G. Spatz*

Livestock Experiment Station, RDA

Summary

This trial was carried out to find out the methods of improvement of natural pasture by PK-fertilization and sheep grazing. The experimental area covered with the community of *Carex ferruginea*-dominated and located at the Bavarian Alps in the southern part of Germany.

As measuring the changes of the vegetation, the Releve-method, the Point-Intercept-method and the Quadrat-Charting-method were applied. Changes in the ecological evidence of the vegetation were studied during the period from April 1980 to the end of growing season in 1983.

1. The fodder value at the oversown pasture was slightly increased by PK-fertilization with sheep grazing, but that gradually decreased by grazing without fertilization.
2. The pasture quality at the secondary vegetation was greatly improved as well as that of the oversown pasture in Autumn of the second experimental year by sheep grazing with PK-fertilization, but the fodder value was not like that by grazing without fertilization at the natural pasture.
3. The influence of phosphorus/potassium-fertilization was much more serious than that of sheep grazing. Sedges almost disappeared due to fertilization, on the other hand grasses and legumes increased distinctly. Sheep grazing without fertilization led to a gradual decrease of legumes. The enormous biomass difference in sedges between the June and October analyses was due to a lack of regenerative capacity.
4. The plant community of *Carex ferruginea*-dominated before the experiment was successived into *Alchemillo-Cynosuretum* by PK-fertilization with sheep grazing.

I. 緒 論

山地 草地를 改良하는 데는 여러가지 方法이 있으며 이미 改良된 草地라 하더라도 管理의 集約 程度에 따라 草地의 利用 年限이 달라지게 된다. 草地의 耐用 年限이 달라지는 原因은 草種의 變化에 있

는데 이 草種들은 環境의 變化에 따라 그 生育이 旺盛하거나 또는 漸次 消滅되어지기 때문이다. Knap(1949)은 集約的으로 利用된 草地植生에 施肥나 放牧 等 草地管理를 하지 않을 境遇 良質 牧草들은 漸次 消滅되어 진다고 하였으며 Voisin (1961)이나 Klapp(1965, 1971)은 野草地의 構成草種들도 施肥

* 西獨 München 大學校(München Technical University, West Germany)

나 그외의 管理에 依해 利用 價値가 높은 牧草로 바뀌어 진다고 하였다. 또 Wilmanns(1978)는 植生の 變化는 水分이나 土壤條件보다는 植物에 必要한 養分の 變化가 더 큰 影響을 미치므로 半乾草地의 草地에 規則的인 施肥를 하므로 良質의 草地로 轉換될 수 있다 하였다. 植物의 生態的 特性中 施肥에 關해서는 많은 學者들이 研究한바 있는데 이 結果에 依하면 低質 放牧地에 PK-施肥를 하면 荳科牧草가, NPK-施肥에 依해서는 特別 禾本科 牧草가 增加된다고 하였다(Koblet, 1965; Spatz, 1975; Bürkle, 1980; Weis, 1980). 또 Weis(1980)는 山地草地에 施肥를 하면 莎草科의 草種들이 顯著히 減少되었다고 報告하였으며 Köck(1973)은 PK나 NPK 施肥에 依해 廣葉草의 比率이 줄어들었다고 하였다.

한편 Weis(1980)의 報告에 依하면 草地의 植生 變化는 放牧보다는 施肥가 더 큰 影響을 미친다고 하였으며 Köck(1973)은 山地의 低位生産 草地의 施肥나 利用 方法에 依해서 收量이나 品質을 增進시킬 수 있다고 하였다. 또 Bürkle(1980)는 低質 野草地에 施肥를 하는 것은 草地를 改良하는데 큰 意味가 있다고 하였으며 Voisin(1961)은 規則的인 放牧을 通하여 野草地의 改良을 誘導할 수 있다고 하였다.

따라서 本 試驗은 以上の 報告를 基礎로 하여 山地 草地의 改良을 爲한 施肥 및 放牧의 效果를 究明하고자 獨逸의 南部 Bayern Alps 地域의 2차 遷移植生인 莎草科 優占草地에서 遂行되었다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗期間 및 場所

本 試驗은 獨逸의 南部 地方인 Bayern Alps 地域의 2차 遷移 植生인 *Carex ferruginea* 優占草地에서 1980年 4月부터 1983年 10月까지 遂行되었다.

試驗地는 dolomite[CaMg(CO₃)₂]에서 形成된 褐色 土로서 北向으로 約 65%의 傾斜를 이루고 있으며 海拔 約 800~900m 사이에 位置하고 있다. 試驗圃 上部의 自然草地는 土深이 45cm 内外이며 土壤水分은 良好하나 下部의 整地한 地域의 겉뿌림 한 곳은 土深이 10cm 程度로서 土壤水가 比較的 不足하였다. 土壤酸度는 Table 1에서 보는 바와 같이 表土가 pH 7.1~7.5이며 土壤中 加里 含量은 山地草地로서 겨우 達하는 量이며(Kinzel, 1982), Mg는 充分하였으나(Fleischel, 1973), 燐酸은 絶對 不足量으로 나타났다.

2. 試驗 設計

試驗圃場은 겉뿌림 草地와 2次 遷移 植生인 *Carex ferruginea* 優占 自然草地를 區分하였으며 全草地에 年間 14~35頭의 緬羊으로 6月부터 9月까지 約 3個月間 固定放牧으로 實施하였다. 圃場 下部의 겉뿌림 地域은 *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis*, *Trifolium repens* 外 8草種이 1974년에 播種된 곳이며, 上部의 自然草地 植生은 *Carex ferruginea* 外 *Calamagrostis varia*, *Sesleria varia*, *Brachypodium sylvaticum*, *Melica nutans*, *Mercurialis perennis* 등이 自生하는 野草地이다.

年間 施肥量은 Table 2와같이 燐酸과 加里만 施用하였으며 窒素는 山地草地의 옷자람을 防止하고 clover 等 荳科의 定着을 促進하기 爲하여 施用하지 않았다. 施肥는 生育 開始後 年間 1回 施用하였으며 1983年 施肥量은 土壤分析 結果에 따라 燐酸만 60kg/ha 施用하였다.

試驗圃 面積은 總 放牧面積 約 8 ha 中에서 3000 m²를 겉뿌림 草地 2000m², 自然草地 1000m²로 하였고 이것을 다시 반으로 나누어 施肥區와 無施肥 區로 區分하여 本 試驗을 遂行하였으며, 植生調査

Table 1. Soil analysis data before and after the experiment

Place	Depth (cm)	pH		K ₂ O mg/100g		P ₂ O ₅ mg/100g		MgO mg/100g	
		1980	1983	1980	1983	1980	1983	1980	1983
Natural grassland	0-7	7.1	6.8	10	20	1	7	68	-
	7-15	7.3	7.2	6	11	1	3	67	-
Oversown area	0-7	7.3	7.5	10	19	1	12	25	-

는 群落의 遷移를 알기 爲해서 一定한 場所에서 年間 2回 實施하였다.

3. 調査 方法

植生調査는 Klapp(1930) 方法에 依해 遂行되었으며 本 方法에 따라 各 草種을 먼저 記錄한 後 이 草種의 優占度, 被覆度 等を 考慮한 乾物量을 percent 比率로 調査하였다. 植生調査 面積은 9m²로 하였으며 (Knapp, 1949) 調査地의 近處에 나타난 새로운 草種에 對해서는 “+”(0.2%)로 表示하였고 植生 分類時 草種을 分類하기 어려운 것은 Hegi(1965), Rothmaler(1976) 등의 植物圖鑑 및 解說集을 利用하

였다. 또 植生變化에 對한 調査 方法으로는 Relevé-method, Point-Intercept-method 및 Quadrat-Charting-method 등이 利用되었다.

草地의 飼料價(草地價)는 Klapp et al.(1953)方法에 依해 먼저 各 草種의 飼料價(牧草價)를 該當 草種의 乾物重 比率에 곱하여 그 草地에 生育하고 있는 各 草種의 總 合으로 計算하였다.

現地에서 調査 分類된 data는 Spatz et al.(1979)이 開發한 “OEKSYN” computer programme을 利用하여 必要한 資料를 分析하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 草地의 飼料價(草地價)

草地의 飼料價는 여러가지의 草地評價 方法 中에서 쉽게 草地의 飼料價値를 알 수 있는 方法이다. 各 處理區의 草地價는 各 草種들의 飼料價(Klapp, 1965; Spatz et al. 1982)를 利用하여 이것을 草地의 各 草種 構成 乾物重 比率에 곱하여 0에서 8까지 9等級으로 區分 評價하였다.

Table 2. Amounts of applied fertilizer during 1980-1983

	1980	1981	1982	1983
P ₂ O ₅ , kg/ha	120	200	200	60
K ₂ O, kg/ha	200	200	200	-

Table 3. Fodder value of the main species at the experimental field

(K:Klapp, 1965; S:Spatz, Weis und Park, 1982)

Species	Fodder value	Remarks	Species	Fodder value	Remarks
<i>Agropyron repens</i>	6	K	<i>Carex flacca</i>	2	K
<i>Agrostis tenuis</i>	5	K	<i>Carex sylvatica</i>	3	S
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	2	S	<i>Lathyrus pratensis</i>	7	K
<i>Bromus inermis</i>	5	S	<i>Trifolium montanum</i>	6	S
<i>Calamagrostis varia</i>	1	S	<i>Trifolium pratense</i>	7	K
<i>Dactylis glomerata</i>	7	K	<i>Trifolium repens</i>	8	K
<i>Deschampsia cespitosa</i>	3	K	<i>Vicia sepium</i>	6	K
<i>Festuca arundinacea</i>	4	K	<i>Achillea millefolium</i>	5	K
<i>Festuca ovina</i>	3	K	<i>Aposeris foetida</i>	1	S
<i>Festuca pratensis</i>	8	K	<i>Hieracium sylvaticum</i>	1	S
<i>Festuca rubra</i>	5	K	<i>Plantago major</i>	3	S
<i>Melica nutans</i>	2	S	<i>Plantago media</i>	3	S
<i>Phleum pratense</i>	8	K	<i>Ranunculus nemorosus</i>	1	K
<i>Poa pratensis</i>	8	K	<i>Silene vulgaris</i>	3	K
<i>Poa trivialis</i>	6	S	<i>Solidago virgaurea</i>	3	S
<i>Sesleria varia</i>	2	K	<i>Taraxacum officinale</i>	5	K
<i>Carex ferruginea</i>	2	S	<i>Viola biflora</i>	1	S

草地價는 草地의 正確한 營養 含量을 알수는 없지만 草地의 植生構成을 보고 草地의 價値를 Klapp et al.(1953)의 等級 基準에 따라 判別할 수 있었다. 이 等級基準에 依하면 草地價가 8인 牧草地는 最上位級이며 0인 草地는 最下級地로서 飼料 價値가 없고 家畜에 對한 嗜好性이 아주 낮았다. 또 山地 草地의 最上等級地의 草地價는 4~5이며(Klapp et al.1953) 잘 造成된 集約草地는 普通 6.5~7.5 内外였다. 그러나 單播 採草地의 飼料價는 草種에 따라 7~8의 範圍에 속하였다.

한편 本 試驗地에 自生하는 主要 草種들의 牧草價는 Table 3과 같으며 試驗 着手 當時 筈뿌림 地域의 草地價는 5.03~5.08로서 山地草地로서 比較의 良好하였으며 2次 遷移 植生인 自然草地의 草地價는 2.54~2.78로서 下級 草地였다.

2. 草地의 飼料價(草地價) 變化

草地의 飼料價는 植生構成에 따라 結定되며 또 植生의 變化에 依해서 달라졌다.

試驗 着手當時의 筈뿌림 播種區의 草地價는 PK-施肥區에서 5.03, 無施肥區는 5.08이었으며 自然草地는 PK-施肥區에서 2.78, 無施肥 處理는 2.54 로서 各 處理別 草地價는 Table 4에서 보는 바와 같이 試驗이 進行됨에 따라 顯著하게 變化되었다.

筈뿌림 草地의 PK-施肥 및 緬羊放牧區는 햇수가 經過됨에 따라 草地價가 漸次 增加하는 傾向이었으나 施肥하지 않고 緬羊放牧만 實施한 處理는 草地의 飼料價가 차츰 減少하였는데 이것은 筈뿌림 草地라 하더라도 施肥하지 않고 放牧만 實施해서는 좋은 草地植生을 維持할 수 없는 것으로 思料된다(Klapp, 1965, 1971; Bürkle, 1980).

2次 遷移 植生인 *Carex ferruginea* 優占 群落地에 PK-施肥와 緬羊放牧을 實施한 結果 그 植生은 아주 빠른 速度로 變化하여(Weis, 1980) 試驗 着手當時의 草地價가 2.78이었는데 2年次 가을에는 筈뿌림 草地와 그의 같은 5.01의 草地價를 나타냈다.

그 後에는 季節에 따라 多少 增減의 起伏를 보였으나 거의 一定한 水準을 維持하였다. 이에 反하여 施肥를 하지 않고 放牧만 實施한 自然草地는 季節的인 植生變化에 따라 봄과 가을에 草地價의 起伏를 보였으나 全體的인 傾向은 큰 變化없이 처음과 같은 水準을 維持하여 緬羊의 固定放牧만으로는 自然草地改良을 크게 期待할 수 없을 것으로 여겨진다(Bürkle, 1980).

이러한 結果는 잘 造成된 筈뿌림 草地라 할지라도 施肥를 하여야 草地의 좋은 植生을 維持할 수 있다는 것을 알 수 있으며(Wilmanns, 1978), 施肥하지 않고 緬羊의 固定放牧만으로는 좋은 草地價를 期待할 수 없음은 勿論, 오히려 漸次 쇠퇴되어 지고 있음을 알 수 있다(Knapp, 1949). 또 自然草地라 하더라도 每年 規則的인 施肥와 放牧을 通하여 草地의 改良이 可能하지만 固定放牧만의 單純한 草地管理로 野草地를 改良한다는 것은 期待하기 어려운 것으로 思料되는데 이러한 結果는 Voisin(1961)이 規則的인 放牧을 通하여 野草地의 改良을 誘導할 수 있다고한 것과는 多少 距離가 있는 것으로 여겨진다.

3. 草地의 植生變化

草地植生의 草種構成은 그 地域의 生育環境 이나 管理方法에 따라 變化되며 또 飼料의 品質은 植生의 構成 草種에 따라 決定되었다.

Table 4. Changes in the fodder Value on the sown and on the natural vegetation in relation to sheep grazing and PK-fertilization

Treatment		1980		1981		1982		1983	
		July	Oct.	June	Oct.	June	Sep.	June	Sep.
Oversown pasture	fertilized	5.03	5.26	5.24	5.18	5.21	6.22	5.42	5.44
	unfertilized	5.08	4.93	4.97	5.13	4.55	4.84	4.52	4.51
Natural pasture	fertilized	2.78	3.90	3.96	5.01	4.28	4.83	4.37	4.80
	unfertilized	2.54	3.73	2.20	3.67	2.29	3.11	2.49	3.49

Table 5. Changes in biomass of species groups on the sown and on the natural vegetation in relation to sheep grazing and fertilization

Treatment	Species groups	1980		1981		1982		1983	
		July	Oct.	June	Oct.	June	Sep.	June	Sep.
Oversown pasture-fertilized	Grasses	79.5	68.8	70.3	81.4	76.7	84.4	83.5	76.7
	Sedges	0.1	0.3	0.7	0.2	0.3	-	0.3	-
	Legumes	8.3	13.5	13.4	8.1	6.5	7.9	6.1	8.6
	Herbs	12.1	18.3	15.6	10.4	16.5	7.7	10.1	14.7
Oversown pasture-unfertilized	Grasses	72.9	84.9	71.9	83.7	83.1	90.3	88.1	86.3
	Sedges	0.6	0.5	0.8	1.5	2.7	0.1	1.5	0.5
	Legumes	9.4	4.3	11.7	7.4	2.0	2.1	1.1	2.3
	Herbs	17.1	10.3	15.6	7.4	12.2	7.5	9.3	10.9
Natural pasture-fertilized	Grasses	35.7	67.0	67.9	81.4	65.7	82.6	77.2	81.1
	Sedges	29.1	4.1	7.5	1.3	5.2	0.3	6.5	0.6
	Legumes	6.4	4.8	6.5	7.2	5.8	5.8	3.8	5.8
	Herbs	28.8	24.1	18.1	10.1	23.3	11.3	12.5	12.5
Natural pasture-unfertilized	Grasses	45.8	76.1	33.7	77.7	32.7	84.7	41.3	81.6
	Sedges	25.1	0.8	51.8	10.7	49.8	3.6	48.2	4.7
	Legumes	1.4	0.8	1.4	2.9	0.5	1.0	0.3	1.4
	Herbs	27.7	22.3	13.1	8.7	17.0	10.7	10.2	12.3

年次的인 植生變化는 Table 5에 나타난 바와 같이 試驗 着手 當時의 芻草와 自然草地의 施肥區와 無施肥區의 植生은 比較的 同一한 草種比率로 構成되어 있었다. 그러나 이 草種들은 試驗 期間이 經過됨에 따라 그 比率이 顯著하게 달라졌는데 먼저 芻草 地域에서 PK-施肥 및 放牧을 實施한 곳은 禾本科의 總 比率에는 큰 變化가 없었으나 山地草地에서 營養價가 높고 家畜의 嗜好性이 大體的으로 높은 *Poa trivialis*, *Festuca rubra* 및 *Agrostis tenuis* 등이 크게 增加되었고, 營養價가 낮거나 嗜好性이 比較的 낮은 *Bromus inermis* 나 *Festuca arundinacea* 등은 減少되었다. 荳科의 比率은 大體的으로 均一한 水準을 維持하였으며 특히 6월 보다는 9월에 多少 그 比率이 높은 傾向이었으며 全體的인 構成比率은 約 8~13%로서 比較的 낮은 水準이었다(Zürn, 1957).

한편 廣葉草의 比率은 PK-施肥에 依해 큰 變化가 없었으나 生育期에 따라 若干의 起伏은 있지만 全體的인 傾向은 조금씩 減少하였다.

芻草 地域에 施肥를 하지 않고 放牧만 實施한

곳은 試驗 期間이 經過함에 따라 禾本科 草種의 總 比率은 生育期에 따라 12~15% 增加하였는데 이것은 瘠薄地에서 比較的 生育이 旺盛한 *Bromus inermis*, *Festuca arundinacea* 및 *Festuca ovina* 등이 늘어났기 때문이다. 荳科의 比率은 漸次 減少되어 갔는데 定着에 必要한 磷酸과 加里가 緬羊의 固定放牧만으로는 不充分한 것으로 思料된다. 또 廣葉草는 全般的으로 生育이 좋지 못하였으나 처음보다 多少 減少하였으며 莎草科의 比率은 增減없이 거의 같은 水準으로 維持되고 있었다.

牧草의 被覆率은 PK-施肥區는 85% 이상을 維持하였고 施肥를 하지 않은 곳은 約 30%로서 不良하였다.

2次 遷移 植生인 自然草地의 PK-施肥 및 緬羊 放牧區는 植生의 變化가 顯著하였는데 특히 營養價가 比較的 높은 *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Agrostis tenuis* 및 *Festuca rubra* 등의 禾本科가 增加되었으며 莎草科의 *Carex ferruginea*, *Carex flacca* 등은 5% 以內로 完全히 減少되었다. 荳科의 比率은 PK-施肥에 依해 試驗 全 期間 동안 5~7% 로

서 比較的 均一한 水準을 維持하였으나 廣葉草의 比率은 約 17% 減少한 傾向으로 Köck(1973)과 一致하였다.

그러나 野草地에 施肥를 하지 않고 緬羊 放牧만 實施한 處理區의 植生 變化는 크지 않았으나 季節的으로 顯著한 差異를 나타냈다. 特히 6월에는 莎草科 草種이 優占되어 禾本科 草種을 抑壓하였고 가을에는 莎草科 草種들이 줄어들면서 禾本科 草種들이 늘어나는 傾向이었다. 莎草科 草種들이 季節에 따라 植生 構成比率에 起伏이 甚한 것은 봄에 生育이 旺盛한 *Carex ferruginea*가 禾本科 山野草를 抑壓하였으며 그 後 放牧되는 緬羊에 依해 뜰기어 再生이 되지 않거나 늦어진 것으로 思料되며 이에 反해 再生力이 強化거나 家畜에 對한 嗜好性이 낮은 禾本科 草種中 特히 *Melica nutans*, *Brachypodium sylvaticum*, *Sesleria varia*, 등이 가을에 優占되었다. 荳科의 比率은 全 試驗 期間동안 크게 變化됨이 없이 一定한, 아주 낮은 比率을 維持하고 있었으며 廣葉草는 PK-施肥區와 마찬가지로 季節에 따라 10~17% 減少한 傾向이었다.

以上の 結果는 PK-施肥를 하므로 植被率이 높이고 또 clover의 定着이 좋아진다고 한 Spatz(1981)나 Weis(1980)의 報告와 一致되며 또 PK-施肥에 依해 荳科牧草가 多少 增加했다고 報告한 Koblet(1965)와도 비슷한 傾向이었으며, Spatz(1975)와 Weis(1980)의 施肥에 依해 莎草科가 減少되었다고 한 結果와도 一致되었다. 特히 山地草地에서 PK-施肥없이 荳科牧草의 定着을 期待하기 어렵다고 한 Voisin(1961), Köck(1973) 및 Zürn(1975)과도 같은 傾向이었다. 本 試驗에서 PK-施肥 및 緬羊 放牧에 依한 植生 比率은 禾本科가 76~81%, 荳科 6~9% 및 廣葉草는 13~15%로서 Klapp(1971)과 비슷한 結果였고 Zürn(1957)이 報告한 좋은 放牧地의 植生 比率中 禾本科 65~75%, 荳科 20~25% 및 廣葉草 5~10%와는 多少 距離가 있었다.

IV. 摘 要

本 試驗은 獨逸의 南部地方인 Bayern Alps 地域의 2次遷移 植生인 *Carex ferruginea* 優占 群落地에서 PK-施肥 및 緬羊 放牧에 依한 結縲草 草地의 植生維持 및 自然草地의 改良을 生態學的인 面에서 研究코자 1980년 4월부터 1983년 10월까지 遂行되

었으며 植生變化에 對한 調査 方法으로는 Relevé-method, Point-Intercept-method 및 Quadrat-Charting-method 등이 利用되었다.

1. PK-施肥 및 緬羊 放牧에 依해 結縲草 草地의 飼料價는 漸次 增加되었으며, 施肥를 하지 않고 放牧만 實施한 곳은 草地의 飼料價가 차츰 減少되었다.

2. 2次遷移 植生인 自然草地의 品質(草地價)은 施肥 및 放牧에 依해 試驗 2年次 가을에 結縲草 草地와 對等하게 크게 增進되었으며 施肥없이 放牧만 實施한 自然草地의 飼料價는 增加되지 않았다.

3. 自然草地에서 PK-施肥의 影響은 放牧 보다 優秀하였으며, 莎草類는 施肥에 依해 거의 消滅되었고, 禾本科 및 荳科는 크게 增加되었으며, 施肥를 하지 않고 緬羊 放牧만 實施한 區는 荳科牧草가 漸次 減少되었다. 特히 6월과 10월의 莎草의 收量 比率이 크게 差異가 있었는데 이것은 再生力 缺乏에 基因되었다.

4. PK-施肥 및 緬羊 放牧에 依해 試驗前의 *Carex ferruginea* 優占 草地 群落은 기름진 山地草地型인 *Alchemillo-Cynosuretum*으로 遷移되었다.

V. 引用 文 獻

1. Bürkle, A., 1980. Vegetationskundliche, weidewirtschaftliche und strukturelle Untersuchungen zur Koppelschafhaltung im Allgäu. Bayer. Landwirtschaftl. Jahrbuch 57, 259-364.
2. Fleischel, H., 1973. Düngung und Tiergesundheit. 3. Aufl. Verlag Gerhard Rau tenberg, Leer.
3. Hegi, G., 1956. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Bd. I-VII 2. Aufl. Carl Hanser Verlag, München.
4. Kinzel, H., 1982. Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. Eugen Ulmer, Stuttgart.
5. Klapp, E., 1930. Zum Ausbau der Graslandbestandesaufnahme zu landwirtschaftswissenschaftlichen Zwecken. Pflanzenbau 6, 197-210.
6. Klapp, E., 1965. Grünlandvegetation and Standort. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
7. Klapp, E., 1971. Wiesen und Weiden. 4. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
8. Klapp, E., P. Boeker, F. König und A. Stählin,

1953. Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Das Grünland 2, 38-40.
9. Knapp, R., 1949. Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie und Eigenschaften der Pflanzengesellschaften. in: Einführung in die Pflanzensoziologie, Heft I. Eugen Ulmer, Stuttgart.
 10. Koblet, R., 1965. Der Landwirtschaftliche Pflanzenbau. Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart.
 11. Köck, L., 1973. Leistung der Alpweiden in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung. Der Alm- und Bergbauer 23, 125-132.
 12. Rothmaler, W., 1976. Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD-Kritischer Band. band 4, 4. Aufl., Volk und Wissen Volkseigner Verlag, Berlin.
 13. Spatz, G., 1975. Das Forschungsprojekt "Sandbichler-Alm". Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Wien, 65-68.
 14. Spatz, G., 1981. Die Weidewirtschaft im Gebirge und ihre Auswirkung auf die Bodenerosion. Berichte über die Landwirtschaft 197, Sonderheft, 49-53.
 15. Spatz, G., L. Pletl and A. Mangstl, 1979. Programm OEKSYN zur ökologischen und synsystematischen Auswertung von Pflanzenbestandesaufnahmen. in: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas (von H. Ellenberg), Scripta Geobotanica IX, 29-38.
 16. Spatz, G., G.B. Weis und G.J. Park, 1982. Forschungsprogramm über Schaferzeugung im Mittelmeerraum unter Berücksichtigung der Wechselbeziehung zwischen Wald und Schafbeweidung. 2. Zwischenbericht. am Lehrstuhl für Grünlandlehre der TU München.
 17. Voisin, A., 1961. Lebendige Grasnarbe. BLV Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Wien.
 18. Weis, G.B., 1980. Vegetationsdynamik, Ertragsleistung and Futterqualität unterschiedlich bewirtschafteter Almweiden. Diss. am. Lehrstuhl für Grünlandlehre der TU München.
 19. Wilmanns, O., 1978. Ökologische Pflanzensoziologie. 2. erw. Auflage, Quelle & Meyer, heidelberg.
 20. Zürn, F., 1957. Der Graslandbau. in: Lehrbuch der Landwirtschaft (von Schneider, A., E. Baier und L. Hula), Teil II: Acker-, Grünland- und Almwirtschaft. Verlag Georg Fromme & Co., Wien, München.