草草誌 : 6(2) : 97~102, 1986

施肥 및 放牧에 依한 *Carex ferruginea* 群落의 變化에 關한 硏究

朴根濟 · G. Spatz*

畜産試驗場

A Study on the Change of *Carex ferruginea* Community by Fertilization and Grazing

G. J. Park and G. Spatz*

Livestock Experiment Station, RDA

Summary

This investigation was carried out to find out the succession of *Carex ferruginea* community by PK-fertilization and sheep grazing. The area covered with Caricetum ferrugineae and located at the Bavarian Alps in the southern part of Germany.

1. By the experimental conditions was changed the plant community of Caricetum ferrugineae, however, the influence of PK-fertilization was much more effective than that of sheep grazing.
2. As the species of *Carex ferruginea, Melica nutans, Brachypodium sylvaticum, Calamagrostis varia* were weak the absorptive ability of nutritive substance, they almost disappeared due to PK-fertilization. On the other hand, grasses and legumes (*Festuca rubra, Agrostis tenuis, Poa trivialis, Trifolium repens*) increased by PK-fertilization distinctly.
3. The life forms of plant community at the experimental area covered with Hemicryptophytes of 55% and Geophytes of 40%. But by the PK-fertilization with sheep grazing increased their life forms Hemicryptophytes by 19% and Geophytes decreased by 31%, but in case the sheep grazing without fertilization increased Geophytes by 11% and Hemicryptophytes decreased by 12%.
4. The plant community of Caricetum ferrugineae before the experiment was successived into Festuco-Cynosuretum by PK-fertilization with sheep grazing.

Ⅰ. 緖 論

植物群落은 生育 條件의 變化에 따라 變化하게 되는데 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 경우 良質牧草들은 漸次 消滅되어진다(Knapp, 1949). 한편 Wilmanns(1978)는 植生의 變化는 水分이나 土壤條件보다는 植物에 必要한 養分供給이 더 큰 影響을 미치므로 半乾燥地의 草地에 規則的인 施肥를 하므로 良質의 草地로 轉換시킬 수 있다고 하였다. 다시 말해서 野草地의 構成草種들은 施肥나 그外의 管理에 依해 利用價値가 높은 牧草로 바뀌어 진다고 하겠다(Voisin, 1961; Klapp, 1965, 1971). 물론 이것은 植物群落의 構成草種이나 環境條件에 따라 그 變化 過程이나 速度에는 差異가 있는데 이러한 變化의 差異는 各 構成草種들의 養分吸收力, 競爭力, 環境適應力 等 生態的 特性에 따른 複合的인 諸 要因의 相互作用에 依한 것이다(Koblet 등, 1953; Boeker, 1955; Bürkle, 1980; Weis, 1980).

植物의 生態的 特性 中에서 施肥에 關해서는 많은 學者들이 硏究한 바 있는데 이 結果에 依하면 低質 放牧地에 PK-施肥를 하므로 莖科牧草가, NPK-施肥에 依해서는 特히 禾本科牧草가 增加된다고 하였다(Kirchner, 1957; Koblet, 1965; Klapp, 1971; Spa-

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

tz, 1975, 1977; Bürkle, 1980; Weis, 1980). 또 Köck(1973)은 PK나 NPK-施肥에 依해 廣葉草 및 莎草의 比率이 줄어 들었다고 하였으며, Weis(1980)와 Springer(1982) 역시 山地草地에 PK나 NPK를 施用하므로 莎草科의 草種들이 顯著히 減少 되었다고 報告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는 施肥와 利用方法에 依해서 收量이나 品質을 增進시킬 수 있다고 하였다. Weis(1980)나 Bürkle(1980) 역시 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 위의 研究結果들을 通하여 施肥와 放牧에 依한 *Carex ferruginea* 群落의 變化를 究明코자 遂行되었다.

Ⅱ. 材料 및 方法

1. 試驗期間 및 調査地

本 試驗은 2次遷移 植生의 *Carex ferruginea* 群落인 獨逸의 南部 Bavarian Alps 地域에서 施肥 및 放牧에 依한 植生의 變化를 調査코자 1980年부터 1983年까지 遂行되었다.

試驗地의 土壤은 dolomite[$CaMg(CO_3)_2$]에서 形成된 褐色土로서 土深은 45cm 內外이며(Springer, (1982) 土壤水分은 良好한 편이고 酸度는 7.1-7.3이었다(Table 1). 土壤中 加里含量은 山地草地로서 겨우 基準値에 達하는 量(Kinzel, 1982)이며, Mg는 充分하였고(Fleischel, 1973) 燐酸含量은 不充分한 것으로 나타났다(Springer, 1982). 또한 試驗圃場은 海拔 約 900m에 位置하고 있으며 北向으로 65% 內外의 傾斜를 이루고 있다.

試驗場所의 植生은 獨逸가문비나무(*Picea abies*)가 優占된 地域에서 이 나무들이 伐採된 후 自生된 野草地로서 *Carex ferruginea*가 主種을 이루는 莎草類 群落地(Caricetum ferrugineae)로서 그外 主要草種들은 *Calamagrostis varia, Sesleria varia, Brachypodium sylvaticum, Melica nutans, Mercurialis perennis* 等이 生育하고 있는 2次遷移 植生이다.

2. 試驗方法

試驗地의 年間 施肥量은 Table 2와 같이 燐酸과 加里만 施用하였으며 窒素는 山地草地의 웃자람을 防止하고 클로버의 定着을 促進하기 爲하여 施肥하지 않았다(Springer, 1982).

施肥時期는 生育開始後 年間 1回 施用하였고 1983年의 施肥量은 土壤分析 結果에 따라 燐酸만 60kg/ha을 施肥하였다.

放牧畜은 Alps地方에 適應이 強한 綿羊으로서 年間 30頭를 約 5ha의 面積에 6月부터 9月까지 3個月間 固定放牧으로 實施하였으며 그中에서 1000m²만 試驗圃場으로 利用하였다.

3. 調査方法

植生分類는 Klapp(1930) 方法에 依해 遂行되었으며 本 方法에 따라 生存하고 있는 草種들을 먼저 記錄한 後 優占度別로 被度 및 生産量을 Percent로 調査하였다(Wacker, 1943). 植生調査 面積은 25m²

Table 1. Soil analysis data before and after the experiment

Depth (cm)	pH		K_2O mg/100g soil		P_2O_5 mg/100g soil		MgO mg/100g soil	
	1980	1983	1980	1983	1980	1983	1980	1983
0- 7	7.1	6.8	10	20	1	7	68	—
7-15	7.3	7.2	6	11	1	3	67	—

Table 2. Amounts of applied fertilizer during four years

Fertilizer	1980	1981	1982	1983
P_2O_5, kg/ha	120	200	200	200
K_2O, kg/ha	200	200	200	—

로 하였으며 植生의 遷移速度를 究明하기 爲하여 同一한 場所에서 年間 2回(6月과 9月) 實施하였다. 또 草種分類가 어려운 것은 Danesch(1981), Hegi (1965), Rothmaler(1976) 等의 植物圖鑑 및 解說集을 利用하였고 植物群落은 Oberdorfer(1977, 1978, 1983)의 南部獨逸의 植物群落 解說集을 利用하였다.

草地에 自生하고 있는 草種들의 生活型은 Raunkiaer(1934) 方法 및 本 方法을 보다 더 發展시킨 Ellenberg 및 Mueller-Dombois(1967) 方法에 依해 分類되었다. 植物의 生活型에는 여러가지가 있으나 그중 山地草地에서 가장 많이 나타나는 5個의 生活型 즉 地上植物(Phanerophyte:P), 地表植物(Chamaephyte:C), 半地中植物(Hemicryptophyte:H), 地中植物(Geophyte:G), 및 1年生植物(Therophyte:T)等을 區分하여 調査하였다.

또한 現地에서 調査된 data는 Spatz等(1979) 이 開發한 Computer Programme "OEKSYN"에 依하여 整理되었는데 이 方法은 먼저 各各의 植生調査資料를 草種群(禾本科, 莎草科 및 廣葉草)으로 分類하고 個個의 植物名을 Computer에 入力시켜 必要한 資料를 分析하였다.

Ⅲ. 試驗結果 및 考察

1. 生活型의 變化

山地 傾斜草地에 施肥와 緬羊을 放牧하므로 利用이 集約化되었는데 이것은 利用價値가 높은 草種으로 變化되었기 때문이다. 이러한 結果는 많은 學者들이 報告하였는데, 이들에 依하면 施肥에 따른 養分吸收力이 強한 草種은 活發히 生育하고, 過度한 營養을 좋아하지 않은 草種들은 갑작스런 環境의 變化로 서서히 消滅된다고 하였다(Schneider 및 Rosenhahn, 1954;Klapp, 1965, 1971;Habovstiak, 1978; Schoch, 1982). 따라서 植生이 變化되면 草種 特有의 生活型도 變化되어 자연히 그 地域의 主를 이루고 있던 植物群落의 生活型도 바뀌게 된다(Braun-Blanquet, 1932). 植物의 生活型은 Raunkiaer(1934)에 依해 越冬休眠芽의 位置에 따라 크게 6가지로 分類되는데 本 試驗場所에는 水生植物이 存在하지 않으므로 5가지로 分類하여 調査하였다. 普通 植物의 生活型은 固有의 形態를 가지고 있으나, 어떤 植物은 生活型이 固定된 것이 아니라 때때로 生活環境條件에 따라 바뀌어졌다(Raunkiaer, 1934). 즉

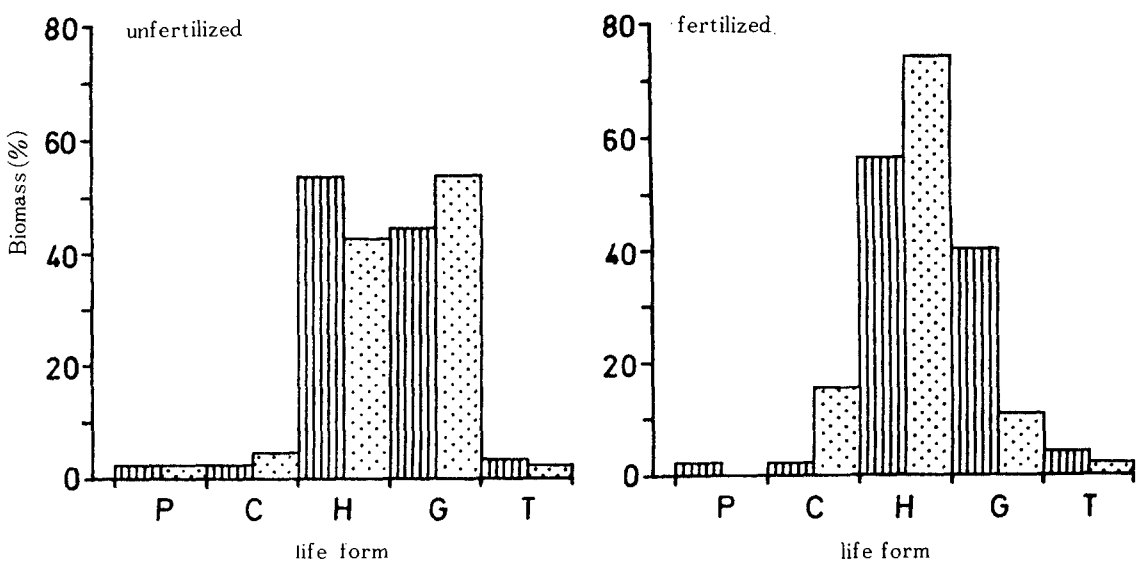

Fig. 1. Changes of biomass with regard to life forms on a autochthonous secondary vegatation in relation to fertilization and sheep grazing

: 1980 : 1983

P : Phanerophyte C : Chamaephyte H : Hemicryptophyte G : Geophyte T : Therophyte

*Melica nutans*는 地中植物(Geophyte)이면서 生育環境에 따라서 半地中植物(Hemicryptophyte)로 바뀌어지며, 또 *Poa trivialis*는 半地中植物이면서 地域的인 特性에 따라서는 往往 地表植物(Chamaephyte)로 生活型이 變化되었다(Ellenberg, 1979). 따라서 이러한 種類의 草種들이 많은 植物群落에 施肥나 放牧을 하므로 生育環境이 바뀌게 되어 이들은 본래의 生態的 特性이 環境條件에 適合한 生活型으로 變化되므로 植生群落의 生活型도 變遷되는 것으로 思料된다(Braun-Blanquet, 1932).

Fig. 1은 本 試驗 着手當時와 試驗 終了時의 植物群落의 生活型을 5가지로 分類하여 그 變化를 表示하였는데 地上植物(Phanerophyte)의 變化는 無施肥에서는 거의 찾아볼 수 없으나 施肥를 하므로 완전히 줄어 들었다.

반면 地表植物(Chamaephyte)은 施肥 및 緬羊放牧에 依해 約 15% 늘어났으나 無施肥와 緬羊을 放牧한 곳에서는 겨우 3% 밖에 增加되지 않았다. 그리고 半地中植物(Hemicryptophyte)은 施肥를 하지 않고 放牧만 하므로 12% 줄어 들었으나 施肥 및 放牧에 依해서는 오히려 19%나 增加되었으며, 또 地中植物(Geophyte)은 無施肥 및 放牧의 影響으로 11% 增加되었으나 PK-施肥와 緬羊放牧을 實施한 4年째는 約 31%나 減少되었다. 그外 1年生植物(Therophyte)은 施肥 및 無施肥區 모두 減少되었으나 施肥에 依한 減少幅은 더 크게 나타났다.

따라서 本 試驗 着手當時의 *Carex ferruginea* 群落의 生活型은 半地中植物이 主가 되고 地中植物을 同伴한 草地形態를 이루고 있었으나 PK-施肥를 하지 않고 緬羊放牧만 實施한 結果 地中植物이 다소 優占되고 半地中植物을 同伴한 植物의 生活型으로 되었다. 그러나 PK-施肥와 緬羊放牧을 한곳은 半地中植物이 優占된 植物의 生活型으로 變化되었다. 이러한 結果는 草地의 植生變化에 있어서 放牧보다는 施肥가 더 큰 影響을 미친다고 한 Wilmanns(1978), Weis(1980), Köck(1973)等 諸 學者들의 報告와 類似하였으며 또한 植物의 生育環境條件의 變化에 따라 이곳에 살고 있는 植物群落의 生活型도 轉換된다고 한 Braun-Blanquet(1932), Raunkiaer(1934), Ellenberg(1979)等과 一致되었다.

2. 施肥에 依한 植生의 變化

草地의 植生變化는 草種의 生態的 特性에 따라 差異가 있는데 特히 이 地域에 自生하고 있는 *Melica nutans, Brachypodium sylvaticum, Calamagrostis varia, Sesleria varia, Carex ferruginea*等은 試驗 着手當時의 植生比率은 높았으나, PK-施肥 및 緬羊放牧에 依해 試驗 2次年에는 約 5% 미만으로 줄었으며 山地草地에서 牧草로서 利用價値가 높은 *Festuca rubra, Poa trivialis, Agrostis tenuis, Trifolium repens, Trifolium pratense*等은 크게 增加되었다.

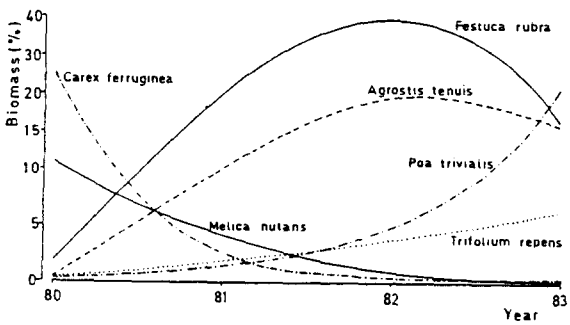

Fig. 2. Changes in biomass of different plant species as a result of fertilization and sheep grazing

Fig. 2에서 보는 바와 같이 PK-施肥와 緬羊放牧에 依한 몇가지 草種들의 年次別 增減은 顯著하였는데 이 結果는 飼料價値가 높은 草種은 緬羊에 依해 자주 뜯기는 반면에 再生에 必要한 養分을 糞尿와 肥料에 依해 供給받을 수 있어 그 比率이 增加되고 있으나 野草는 放牧後 再生이 잘 되지 않거나 늦어지고 또 이 草種들은 營養吸收力이 弱한 것이 生態的 特性인데, 施肥에 依한 過度한 養分供給으로 말미암아 生育環境이 變化되어 차츰 消滅되는 것으로 思料된다(Köck, 1973; Weis, 1980). 그러나 施肥를 하지 않고 緬羊放牧만 한곳은 草種의 變化가 별로 없었는데(Wilmanns, 1978; Weis, 1980; Köck, 1973) 이것은 嗜好度가 높은 草種들은 緬羊에 依해 자주 뜯기는데 再生時 養分供給이 거의 없어 이들 草種들의 植生比率이 增加되지 않고 草種에 따라서는 오히려 減少되는 傾向이었다. 그러나 嗜好度가 낮은 野草들은 試驗 當時의 植生比率을 그대로 維持하거나 약간 增加하였는데 이것은 放牧畜의 忌避에 依해 자주 뜯기지 않아 植生比率의 變化幅이 작은 것으로 여겨진다.

따라서 本 試驗 着手當時는 *Carex ferruginea* 가

優占種인 莎草型草地였으나 PK-施肥 및 緬羊放牧에 依해 이 草地는 山地草地로서 利用價値가 높은 왕김의 털(*Festuca rubra*)이 優占種인 왕김의 털 草地로 遷移되었으며 施肥를 하지 않고 放牧만 實施한 곳은 植生變化는 약간 있었으나 植物群落은 變化되지 않았다.

Ⅳ. 摘 要

本 試驗은 2次遷移 植生의 *Carex ferruginea* 群落인 獨逸의 南部地方에 位置한 Bavarian Alps 地域에서 PK-施肥 및 緬羊 放牧에 依한 植物群落의 遷移를 調査코자 遂行되었다.

1. *Carex ferruginea* 群落은 處理(環境) 條件에 依해 變化되었는데 緬羊放牧보다는 PK-施肥 및 放牧이 더 效果的이었다.

2. *Carex ferruginea, Melica nutans, Brachypodium sylvaticum, Calamagrostis varia* 等의 野草는 養分吸收力이 比較的 弱하므로 PK-施肥에 依해 漸次 消滅되었고, 養分吸收力이 強한 *Festuca rubra, Agrostis tenuis, Poa trivialis, Trifolium repens* 等의 草種은 增加되었다.

3. 試驗地의 植物群落의 生活型은 半地中植物(Hemicryptophyte)이 55%, 地中植物(Geophyte)이 40%였으나, PK-施肥 및 緬羊放牧에 依해 半地中植物은 19% 增加되었고, 地中植物은 31%나 減少되었다. 그러나 施肥를 하지 않고 緬羊放牧만 한 곳은 地中植物은 11% 增加되었으며, 半地中植物은 試驗 前보다 12% 減少되었다.

4. 試驗 着手當時의 *Carex ferruginea* 群落은 PK-施肥 및 緬羊放牧에 依해 왕김의 털(*Festuca rubra*) 群落으로 遷移되었다.

Ⅴ. 引用文獻

1. Boeker, P., 1955. Narbenverbesserung durch intensive Weidenutzung. Das Grünland 4, 58-61.
2. Braun-Blanquet, J., 1932. Plant Sociology. Koeltz Scientific Books, Reprint 1983, 287-302.
3. Bürkle, A., 1980. Vegetationskundliche, weidewirtschaftliche und strukturelle Untersuchungen zur Koppelschafhaltung im Allgäu. Bayer. Landwirtsch. Jahrbuch *57*, 259-364.
4. Danesch, E. und O. Danesch, 1981. Faszinierende Welt der Alpenblumen. Ringer Co AG, Zürich/München.
5. Ellenberg, H., 1979. Zeigerwerte der Gefβpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica IX. 2. Verbes. u. erw. Aufl. Verlag Erich Goltze KG, Göttingen, 10-28, 39-106.
6. Ellenberg, H. and D. Mueller-Dombois, 1967. A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. ber. geobot. Inst. ETH Stiftg. Rübel *37*, 56-73.
7. Fleischel, H., 1973. Düngung und Tiergesundheit. 3. Aufl. Verlag Gerhard Rautenberg, Leer, 18-19.
8. Habovstiak, J., 1978. Vplyv dlhodobeho hnojenia NPK na produkciu travnych porastov. Agrochemia (CS) *18*, 172-175.
9. Hegi, G., 1965. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Bd. I-VII 2. Aufl. Carl hanser Verlag München.
10. Kinzel, H., 1982. Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. Eugen Ulmer, Stuttgart, 247-264.
11. Kirchner, G., 1957. Die Almwirtschaft. in: Lehrbuch der Landwirtschaft (von SCHNEIDER, A., E. BAIER und L. HULA), Teil II: Acker-, Grünland- und Almwirtschaft. Verlag Georg Fromme & Co., Wien, München.
12. Klapp, E., 1930. Zum Ausbau der Grasland-bestandesaufnahme zu landwirtschaftswissenschaftlichen Zwecken. Pflanzenbau *6*, 197-210.
13. Klapp, E., 1965. Grünlandvegetation und Standort. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 58-71.
14. Klapp, E., 1971. Wiesen und Weiden. 4. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 240-258.
15. Knapp, R., 1949. Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie und Eigenschaften der Pflanzengesellschaften. in: Einführung in die Pflanzensoziologie, Heft I. Eugen Ulmer, Stuttgart, 69-77.
16. Koblet, R., 1965. Der Landwirtschaftliche Pflanzenbau. Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart.
17. Koblet, R., E. Frei und F. Marschall, 1953. Untersuchungen über die Wirkung der Düngung auf Boden und Pflanzenbestand von Alpweiden. Landw. Jahrbuch der Schweiz *67*, 597-658.
18. Köck, L., 1973. Leistung der Alpweiden in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung.

Der Alm-und Bergbauer *23*, 125-132.

19. Oberdorfer, E., 1977. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I, 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 17-22.
20. Oberdorfer, E., 1978. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II, 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 183-191, 197-200.
21. Oberdorfer, E., 1983. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III, 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 430-434.
22. Raunkiaer, C., 1934. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. At the Clarendon Press, Oxford, 2-104.
23. Rothmaler, W., 1976. Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD-Kritischer Band. Band 4, 4. Aufl. Volk und Wissen Volkseigner Verlag, Berlin.
24. Schneider, F. und W. Rosenhahan, 1954. Beitrag zur Düngung des Dauergrünlandes. Das Grünland *3*, 91-94.
25. Schoch, R., 1982. Düngung der Naturwiesen. Alpwirtschaftliche Monatsblätter *116*, 169-171.
26. Spatz, G., 1975. Das Forschungsprojekt "Sandbichler-Alm". Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Wien, 65-68.
27. Spatz, G., 1977. Möglichkeiten der Bestandesverbesserung durch Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Dauergrünland in Berggebieten. Bayer. Landwirtsch. Jahrbuch 54, 340-347.
28. Spatz, G., W. Kühbauch and G.B. Weis, 1979. Ertrags- und Qualitätssteigerung auf Almweiden. Kali-Briefe *14*, 529-536.
29. Springer, S., 1982. Schatweide und Skipiste-Auswirkungen und Folgen einer doppelten Nutzung auf Pflanzenbestand und Boden aus landwirtschafter und ökologischer Sicht. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Grünlandlehre der TU München-Weihenstephan, 7-14.
30. Voisin, A., 1961. Lebendige Grasnarbe. BLV Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Wien.
31. Wacker, F. W., 1943. Vergleichende Prüfung von landwirtschaftlich brauchbaren Verfahren der Grünlandbestandsuntersuchung. Pflanzenbau *19*, 328-348.
32. Weis, G. B., 1980. Vegetationsdynamik, Ertragsleistung und Futterqualität unterschidlich bewirtschafteter Almweiden. Diss. am Lehrstuhl für Grünlandlehre der TU München, 177-188.
33. Wilmanns, O., 1978. Ökologische Pflanzensoziologie. 2. Auflage, Quelle & Meyer, Heidelberg, 182-187.