

山地草地에서 3要素 施肥水準 및 草地利用方法이 乾物 및 養分生産性에 미치는 影響

朴根濟 · 崔基準 · 李弼相*

Effect of NPK-Application and Utilization on the Productivity of Dry Matter and Nutrient of Forages in Hilly Pasture

Geun Je Park, Gi Jun Choi and Pil Sang Lee*

Summary

To find out the effect of NPK-fertilization level and utilization method of pasture plants on the productivity of dry matter and nutrient of forages in hilly pasture, this experiment was arranged as a split block design with six treatments of 2 mainplots(N-P₂O₅-K₂O=210-150-180(control), 280-200-240Kg/ha) and 3 subplots (cutting, grazing, cutting+grazing alternative), and conducted at hilly land in Yeosu, Kyonggi Province from February, 1992 to October, 1993.

In the treatment of grazing, the early growth and cover degree of pasture plants wintered were more favorable.

With increased NPK-application for two years, the average dry matter(DM) yield of 9,862kg/ha was increased by 18% than that of the control, and the average DM yield of the cutting treatment of 10,434kg/ha was higher than that of others. In all treatments for two years, the average DM yield was composed of 94.0~95.1% grasses, 1.8~2.0% legumes and 2.8~4.2% weeds.

The crude protein and energy productivity of forages in the treatment with increased NPK-fertilizer application increased by 20~23% than those of control, and those of cutting treatment were greatly increased than those of the grazing treatment.

The average mineral content of forages in all treatments tended to be similar, Ca and Mg content and Ca/P ratio were slightly lower, and K content and K/(Ca+Mg) equivalent ratio of forages tended to be higher than the most desirable value of forages.

I. 緒 言

肥料은 草地土壤의 종류에 따라 다양하게 施用하여야 한다. 일반적으로 壤土보다는 砂壤土에서는 다소 적은 양의 비료를, 粘質土에서는 좀더 많은 양의

비료를 施用하는데 砂壤土에서는 비료의 固定量이 적어 植物이 쉽게 이용하기도 하지만 경우에 따라서는 지하로 쉽게 溶脫되기도 한다(Scheffer와 Schachtschabel, 1992). 山地草地에서 加里와 磷酸質 肥料의 施用은 芻科牧草의 生育에 현저한 영향을 미

畜産技術研究所(National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

* 農業科學技術院(National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea)

친다고 많은 학자들이 보고한 바 있으나(Park, 1985; Voigtlander와 Jacob, 1987; Glatzle, 1990; Gradl과 Neuner, 1993), Park(1985)은 콩과는 물론禾本科牧草의 植生變化에도 크게 기여한다고 하였다. 그러나 磷酸과 加里가 적정수준보다 많으면 牧草收量에 부정적인 영향을 미치며 높은 함량의 加里比率는 牧草의 養分均衡에도 나쁜 영향을 미치게 되므로 均衡施肥가 바람직하다(Vasiliauskienė와 Kadziulis, 1992). 따라서 草地의 利用年限이 점차 경과하여 土壤肥沃도가 바람직한 水準에 달하면 磷酸과 加里質肥料의 施用은 연중 이용되는 牧草에 의해 奪取되는 量만 施用하는 것이 좋을 것으로 사료된다(Ernst, 1990; Nitsche와 Nitsche, 1994).

따라서 본 시험은 肥沃도가 낮은 山地 新開墾地에 造成된 草地에 대한 3要素의 施用水準을 구명하고 草地의 利用方法이 牧草收量에 미치는 영향을 알아 보고자 1992년 2월부터 1993년 10월까지 경기도 여주읍 상거리 野山地에서 遂行되었다.

II. 材料 및 方法

1. 供試草地 및 試驗圃場 概況

本 試驗은 경기도 여주읍 상거리 야산지에 새로

造成된 林間草地에서 수행되었으며, 試驗遂行 當時 草地의 平均 牧草率은 92.3%로서 植生은 양호하였다.

試驗圃의 土壤特性은 黃褐色의 砂壤土로서 土深이 깊으며 地下水位가 낮아 排水는 양호하였다. 地形은 東南向으로 10~12%의 緩傾斜를 이루고 있으며 土壤의 pH는 5.26으로 酸性土로서 有機物 含量과 有效磷酸 含量 및 置換性 양이온 含量은 낮았다. 石灰要求量은 2,590kg/ha이며, 土壤條件은 牧草栽培地로서는 불량하였으며 土壤의 化學的成分은 表 1에서 보는 바와 같다.

2. 試驗設計

處理內容은 表 2와 같이 主區는 施肥水準 細區는 草地利用方法을 두어 分割區法으로 圃場配置 하였으며 區當 面積은 50m²(5×10m)로 하였다.

施肥水準은 普肥區와 이보다 약 33%를 增量한 增肥區를 두었으며 細區는 刈取區, 放牧區 및 刈取+放牧을 交互로 이용하는 處理를 두었다.

草地造成은 1990년 8월 27일 竣事됨으로 하였으며 植生을 고려하여 1991년 가을 부분적으로 보파를 실시하였다. 混播組合은 오차드그라스(Potomac: 16), 톨 페스큐(Fawn: 9), 페레니알 라이그라스

Table 1. The chemical properties of soil before experiment

Depth (cm)	pH (1:5H ₂ O)	OM (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cations(cmol ⁺ /kg)			Lime requirement (kg/ha)
				Ca	Mg	K	
0-10	5.26	9.2	25.9	1.09	0.38	0.15	2,590

Table 2. Experimental design

Main plot (Fertilization)*	Subplot (Utilization of forages)
1. Control (conventional fertilization)	1. Cutting
2. Increased fertilization	2. Grazing
	3. Cutting + Grazing

* 1. N-P₂O₅-K₂O = 210-150-180 kg/ha, 2. N-P₂O₅-K₂O = 280-200-240 kg/ha.

(Reveille: 5), 켄터키 블루그라스(Kenblue: 3) 및 화이트 클로버(Ladino Regal 2kg/ha)로 하였다.

石灰는 播種前에 要求量의 절반을 施用하였으며 나머지는 이듬해 가을에 施用하였고, 硼素는 Bor로 30kg/ha를 草地 造成時에 全量 施用하였다. 草地 造成肥料는 窒素 80, 磷酸 200 및 加里 70kg/ha를, 管理肥料는 處理內容에 따라 尿素, 熔過磷 및 鹽化加里로 각각 施用하였다. 施肥方法은 牧草의 季節生産性을 고려하여 窒素와 加里는 이른 봄에 40%, 1차에 4차에 30%, 2차에 15%, 3차에 5% 및 4차에 10%씩 차등 분시하였으며, 磷酸은 봄과 가을에 均등 분시하였다.

3. 營養成分 分析

分析用 試料는 70℃의 dry oven에서 약 48시간 말린 후 粉碎하여 일정 기간이 경과한 다음 분석하였다. 一般成分 分析은 農振廳 관행방법에 따라 遂行되었으며, 正味에너지(net energy lactation: NEL)는 Van Es(1978), 可消化養分 總量(total digestible

nutrients: TDN)은 Menke와 Huss(1980)의 방법을 이용하여 계산하였고, 에너지 계산을 위한 牧草의 消化率은 DLG(1991)의 飼料成分表를 利用하였다.

III. 結果 및 考察

1. 牧草의 初期生育

各 處理別 이른 봄철 牧草의 初期生育은 표 3에서 보는 바와 같이 施肥水準間에서는 차이가 없었으나 草地利用方法間에서는 放牧利用區가 다소 양호한 경향을 보였으며 다음은 刈取+放牧交互이용구였으나 큰 차이는 없었다. 耐冬性은 2.0~2.5로서 處理間에 별로 차이를 보이지 않았으며, 耐冬性과 관련이 있는 牧草의 凍死率은 3.9~5.0%로서 비교적 낮았다. 또한 牧草의 生長勢는 2.0~2.5로서 全處理 모두 우수하였고 牧草의 被覆率은 79.2~80.0%로서 山地草地로서는 좋은 결과를 보였으나 처리간에는 차이가 나타나지 않았다.

Table 3. Visual observation data of the treatments

Treatment No.	Winter hardiness (1-9)*	Growth vigour (1-9)*	Cold damage (%)	Coverage (%)
11	2.5	2.5	4.3	79.7
12	2.0	2.2	3.9	80.0
13	2.0	2.0	4.7	79.2
Average	2.2	2.2	4.3	79.6
21	2.5	2.5	5.0	79.7
22	2.0	2.0	4.0	79.3
23	2.2	2.4	5.0	79.2
Average	2.2	2.3	4.7	79.4

* 1 : best, 5 : moderate, 9 : worst.

2. 乾物收量

牧草의 乾物收量은 표 4에서 보는 바와 같다. 먼

저 施肥水準別 乾物收量을 보면 試驗年次의 進行에 의한 乾物收量은 큰 차이를 보이지 않았다. 普肥區의 처리別 2년평균 乾物收量은 9,200kg/ha로서 山地

Table 4. Dry matter yield as affected by the different treatments

Treatment No.	DM yield in kg/ha		
	1992	1993	Average
11	9,208	9,680	9,444
12	8,288	9,396	8,842
13	9,126	9,503	9,315
Average	8,874	9,526	9,200
21	12,025	10,821	11,423
22	10,850	9,535	10,193
23	10,828	11,094	10,961
Average	11,234	10,483	10,859

LSD 0.05			
A ₁ -A ₂	248	964	1,521
B ₁ -B ₂	61	713	462
B ₁ A ₁ -B ₂ A ₁	86	1,008	654
B ₁ A ₁ -B ₁ A ₂	252	1,210	1,565

* A₁-A₂ : Main plot treatments, B₁-B₂ : Subplot treatments.
 B₁A₁-B₂A₁ : Subplot treatments for the same main plot treatment.
 B₁A₁-B₁A₂ : Subplot treatments for different main plot treatments.

草地에서 均衡施肥는 造成初期에도 많은 수량을 올릴 수 있음을 알 수 있었다. 이에 窒素, 磷酸 및 加里肥料를 증량한 처리구는 10,859kg/ha로서 현저히 증수되었다(P<0.05). 한편 草地의 이용방법간에서는 刈取利用區의 평균 乾物收量 10,434kg/ha에 비하여 放牧利用區는 9,518kg/ha, 刈取+放牧을 交互로 이용한 처리구는 10,138kg/ha를 생산하여 방목이용구와 타 처리간에는 有意성이 인정되었으나(P<0.05), 예취이용구와 예취+방목을 交互로 이용한 처리간에는 有意성이 없었다.

같은 시비수준내에서 普肥施用區의 乾物生産量은 刈取利用區>刈取+放牧交互利用區>放牧利用區 順으로 有意성은 없었으나 增肥施用區에서는 방목이

용구와 예취이용구나 刈取+放牧交互利用區間에는 有意성이 인정되었다. 또 다른 施肥水準間에서의 수량을 비교하여 보면 普肥의 경우 刈取利用이 가장 좋았으며 다음은 刈取+放牧을 交互로 이용하는 편이 유리하였고, 增肥할 때에도 刈取利用이나 刈取+放牧을 交互로 이용하는 편이 좋은 것으로 나타났다.

이와같이 山地草地에서 施肥水準이 증가할수록 乾物收量이 증가한 것은 산지초지 조성시 토양중에 부족한 窒素는 물론 加里 및 磷酸을 施用하므로 施肥均衡이 맞아 牧草의 生育이 현저히 좋아진 것에 기인된 것으로 사료된다(Park, 1985; Spatz와 Park, 1985; Beer 등, 1990).

3. 乾物收量 構成要素

牧草의 乾物收量을 禾本科, 荳科 및 雜草(野草)로 分類한 처리별 乾物構成比率은 표 5와 같이 普肥區의 평균 乾物收量은 9,200kg/ha로서 이중 禾本科牧草 94.4%, 荳科牧草 2.0% 및 雜草 3.6%로서 대부분이 禾本科牧草였으며 荳科牧草는 林間草地로서 生育이 현저히 부진하였으며 雜草乾物重量도 많지 않았다. 한편 增肥區에서도 禾本科牧草 94.8%, 荳科牧草 1.9% 및 雜草 3.3%로서 普肥區와 같은 경향을 보였으며, 禾本科牧草 收量은 시비수준간에 有意성이 있었으나(P<0.05), 그의 荳科와 雜草는 유의성이 없었다. 또한 초지이용방법간에서 禾本科牧草의 構成比率은 94.0~95.8%로서 차이를 보이지 않았으나 刈取利用區가 가장 낮고 예취+방목 交互이용구가 가장 높았다. 荳科牧草의 비율도 이와 같은 경향을 보였으나 雜草(野草)構成比率은 이와 달리 刈取利用區가 가장 높고 다음은 放牧利用區이며 예취+방목 交互이용구는 가장 낮았다. 그러나 처리간에 생산량을 서로 비교하여 보면 化분과목초는 방목이용구가 가장 적어 예취이용구나 예취+방목 交互이용구와 有意성이 있었으나 그의 處理間에는 有意성이 없었으며, 荳科牧草나 雜草의 乾物重은 이용방법간에 서로

Table 5. Average DM yield component of forages under the different treatments

Treatment No.	DM yield component in kg/ha		
	Grasses	Legumes	Herbs
11	8,830	180	434
12	8,391	150	301
13	8,830	205	280
Average	8,685	184	331
21	10,783	206	434
22	9,663	194	336
23	10,457	208	296
Average	10,295	206	358

LSD 0.05			
A ₁ -A ₂	1,439	30	52
B ₁ -B ₂	437	9	16
B ₁ A ₁ -B ₂ A ₁	619	13	22
B ₁ A ₁ -B ₁ A ₂	1,481	31	54

유의성이 있었다(P<0.05).

따라서 窒素, 加里 및 磷酸質肥料를 많이 施用하여도 土壤에 따라 보유 함량이 다르므로 土壤分析에 의한 施肥處方에 따라 시비하지 않으면 시비균형이 맞지않아 草地 植生比率이 달라져 草地가 부실화되는 원인이 된다(Nösberger와 Opitz, 1986). 또 荳科牧草의 수량이 현저히 적은 것은 토양중 有效磷酸 含量的 부족에도 그 원인이 있으나(Beer 등, 1990; Huche 등, 1990) 山地林間草地에서 햇빛이 부족하여 화이트 클로버의 生育이 불량하였던 것으로 생각된다(Gradl과 Neuner, 1993). 雜草의 乾物重은 施肥水準間에는 큰 차이를 보이지 않았으나 草地의 利用方法間에서는 예취>방목>예취+방목순으로 적어 졌는데 이것은 雜草(野草)가 대부분 집약적으로 이용하는데 약하여 점차 消滅되는 것으로 사료된다(Park,

1985).

4. 粗蛋白質 및 에너지 生産量

各 處理別 粗蛋白質 및 에너지 生産量은 표 6과 같다. 먼저 粗蛋白質 生産량은 施肥水準間에 有意성이 있었으며, 利用方法間에서는 유의성이 없었다. 이와 같이 시비수준이 증가함에 따라 粗蛋白質 生産량이 증가한 것은 瘠薄한 산지에 造成된 草地에서 施肥에 의해 牧草의 生育이 전반적으로 양호하여졌기 때문인 것으로 사료된다(Beer 등, 1990). 그러나 이용방법간에서는 刈取+放牧交互利用>刈取利用>放牧利用順으로 生産되었으나 有意성은 없었다.

한편 젖소의 우유 生産을 위한 正味에너지(NEL)의 평균 生産량을 施肥水準間에 比較하여 보면 普肥

Table 6. Crude protein(CP) and energy(NEL and TDN) yields as affected by the different treatments

Treatment No.	CP	NEL	TDN
	(kg/ha)	(MJ/ha)	(kg/ha)
11	1,441	52,457	6,023
12	1,487	51,013	5,800
13	1,622	53,876	6,121
Average	1,517	52,449	5,981
21	1,943	66,635	7,578
22	1,846	59,912	6,800
23	1,818	63,654	7,207
Average	1,869	63,400	7,195

LSD 0.05			
A ₁ -A ₂	257	8,784	998
B ₁ -B ₂	78	2,668	304
B ₁ A ₁ -B ₂ A ₁	110	3,776	430
B ₁ A ₁ -B ₁ A ₂	264	9,039	1,028

* TDN 1kg = 4,395.8 kcal DE, 1 MJ = 238.9 kcal.

區는 52,449MJ/ha이며, 增肥區는 63,440MJ/ha로서 有意性이 있었다($P < 0.05$). 이용방법간에서는 刈取利用區의 정미에너지 생산량은 59,546MJ/ha, 放牧利用區는 55,463MJ/ha 및 刈取와 放牧을 交互로 이용한 區는 58,765MJ/ha로서 방목이용구와 다른 2처리와는 有意性이 있었으나 예취이용구와 예취+방목을 교호로 이용한 처리간에는 有意性이 인정되지 않았다. 可消化養分總量(TDN)도 正味에너지 생산량과 같은 경향을 보였다(Zürn, 1968; Finck, 1989).

5. 牧草의 無機物含量

各 處理別 牧草의 無機物 含量은 表 7에서 보는 바와 같이 施肥水準間에 큰 차이를 보이지 않았으나 施肥量이 많은 處가 有意하게 높은 경향을 보였다. 磷, 칼슘, Ca/P는 刈取利用 < 放牧利用 < 예취 + 放牧 交互利用順으로 높아졌으며, 마그네슘은 이와 상반되는 결과를 보였다. 또 칼슘 함량은 방목이용 < 예취 + 방목교호이용 < 예취이용 순이었으며, K/Ca+Mg 당량비는 이와 반대로 예취이용 < 예취 + 방목교호이용 < 방목이용순으로 많아지는 경향을 보였다.

먼저 各 處理別 磷(P) 含量은 0.36~0.41%로서

Paynter와 Dampney(1991)가 보고한 식물체의 磷 含量 0.28~0.31% 범위보다 다소 높은 경향을 보였으나 Finck(1989)가 보고한 高能力 乾草 粗飼料의 磷 含量 0.43%보다는 낮은 경향을 보였다.

牧草의 適正 칼륨(K) 含量은 2.0~2.5%라고 Mott 등(1984)이 보고하였는데 本 試驗에서 各 處理別 칼륨 含量은 2.75~3.09%로서 이보다 현저히 높은 水準을 보였다.

Finck(1989)는 家畜에 適한 牧草의 칼슘 含量의 最低치는 0.54%이며, 高능력 乾草 粗飼料의 칼슘 含量은 0.7% 함유되어야 한다고 하였다. 그러나 本 試驗에서 牧草의 칼슘 含量은 0.21~0.27%로서 이보다 현저히 낮아 山地草地에서 石灰의 施用이 週期的으로 이루어져야 할 것으로 推定된다.

또 Mott 등(1984)은 牧草의 適正 마그네슘 含量은 0.20~0.25%라고 하였으며 Finck (1989)는 高能力 乾草의 粗飼料 中 마그네슘 含量은 0.18%라고 하였는데 本 試驗의 處理別 마그네슘 含量은 0.19~0.23%로서 대부분 이 範圍에 속하는 경향을 보였다.

그러나 牧草의 Ca:P의 含量比는 0.52~0.69:1로서 대부분의 處理가 適正 범위인 1.8~2.0:1보다 현저히 낮아(Menke와 Huss, 1980) 牧草의 無機物 含量에 均

Table 7. Mineral content in percentage, Ca/P ratio, and K/(Ca + Mg) equivalent ratio of forages

Treatment No.	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/Ca+Mg
11	0.36	2.75	0.22	0.23	0.61	2.41
12	0.38	2.78	0.23	0.22	0.59	2.69
13	0.41	2.78	0.23	0.22	0.55	2.52
Average	0.38	2.77	0.23	0.22	0.58	2.54
21	0.41	3.09	0.21	0.25	0.52	2.58
22	0.38	2.78	0.23	0.20	0.60	2.67
23	0.39	2.87	0.27	0.19	0.69	2.76
Average	0.39	2.91	0.24	0.21	0.60	2.66

衡이 이루지지 않은 것으로 사료되며, 牧草의 K/Ca +Mg 當量比는 2.2보다 적어야 하는데(Finck, 1989) 本 試驗에서는 2.41~2.76으로 牧草의 無機物 含量에 均衡이 맞지 않은 것으로 사료되어 山地에서 新規草地 造成 및 管理時 土壤 分析에 의한 적절한 施肥處方이 요망된다.

IV. 摘 要

새로 造成된 山地 混播草地에서 3要素 施肥水準과 草地의 利用方法이 牧草의 乾物 및 養分生産性에 미치는 影響을 구명하고자 1992년 2월부터 1993년 10월까지 경기도 여주읍 상거리 野山地에서 本 試驗을 遂行하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 牧草의 봄철 初期生育중 耐冬性, 初期生長勢 및 牧草被覆率은 放牧區에서 다소 양호한 경향을 보였다.

2. 2년 평균 牧草의 乾物收量은 施肥水準間에서는 增肥區가 10,859kg/ha로서 普肥區보다 18% 증가되었으며, 利用方法間에서는 刈取區가 10,434kg/ha 로서 가장 많았다. 牧草의 乾物收量 構成比率은 禾本科 94.0~95.1%, 荳科 1.8~2.0% 및 雜草 2.8~4.2% 였다.

3. 單位面積當 粗蛋白質 및 에너지 生産量은 施肥水準間에서는 增肥區가 普肥區보다 20~23% 많았으며, 利用方法間에서는 刈取利用區가 放牧利用區보다 현저히 增收되었다.

4. 牧草의 無機物 含量은 全處理間에 서로 비슷한 경향을 보였으며, 牧草의 Ca, Mg 함량 및 Ca/P 비율은 適正值보다 다소 낮았고, K 함량과 K/Ca+Mg 當量比는 適正值보다 높았다.

V. 引用文獻

1. Beer, K., H. Koriath und W. Podlesak. 1990. Organische und mineralische Düngung Deutscher Landwirtschaftsverlag, 338-347.
2. DLG. 1991. DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer. DLG-verlag, Frankfurt am Main.
3. Ernst, P. 1990. Grünland richtig nutzen. AID-Heft, Nr. 1088.
4. Finck, A. 1989. Dünger und Düngung. VCH Verlagsgesellschaft, 390-391.
5. Glatzle, A. 1990. Weidewirtschaft in den Tropen und Subtropen. Eugen Ulmer, 114-119.
6. Gradl, G. und K.H. Neuner. 1993. Dreischnittwiesen vorsichtig mit Stickstoff düngen. BLW 183 (23):23-25.
7. Hucho, L., R. Bonischot and J. Salette. 1990. The Phosphorus nutrition status of a permanent pasture: effect of P fertilization. Proc. 13th Gen. Meet. EFG, Vol. 1:233-237.
8. Menke, K.H. und W. Huss. 1980. Tierernährung und Futtermittelkunde. UTB Ulmer, 38-41.
9. Mott, N., J.B. Rieder, V. Buhlmann, P. Ernst und F. Roebers. 1984. Wirtschaftliche Grünlandpraxis. Landwirtschaftliche Schriftreihe, Heft 21:27-40.
10. Nitsche, S. und L. Nitsche, 1994. Extensive Grünlandnutzung, Neumann Verlag GmbH, 76-104.
11. Nösberger, J. und W. Opitz von Boberfeld. 1986. Grundfutterproduktion. Paul Parey, 93-97.
12. Park, G.J. 1985. Ökologische und pflanzensoziologische Untersuchungen von Almweiden der bayerischen Alpen unter besonderer Berücksichtigung der Möglichkeiten ihrer Verbesserung. Diss. TU München-Weihenstephan: 144-158.
13. Paynter, R.M. and P.M.R. Dampney. 1991. The effect of rate and timing of phosphate offtake of grass grown for silage at moderate to high levels of soil phosphorus. Grass and Forage Sci. 46(2): 131-137.
14. Scheffer, F. und P. Schachtschabel. 1992. Lehrbuch der Bodenkunde. 13. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 234-273.

15. Spatz, G. and G.J. Park. 1985. Investigation on the ecology and the forage value of a sheep grazed skiing slope. Proc. of the XV IGC, 1201-1202.
16. Van Es, A.J.H. 1978. Livestock Production Science. 5:334.
17. Vasiliauskiene, V. and L. Kadziulis. 1992. Optimizing nutrient input for long-term sward persistence and soil nutrient status on sown pasture. Proc. 14th Gen. Meet. EFG: 191-194.
18. Voigtländer, G. und H. Jacob. 1987. Grünlandwirtschaft und Futterbau. Eugen Ulmer, Stuttgart, 125-145.
19. Zürn, W. 1968. Neuzeitliche Düngung des Grünlandes. DLG-Verlag-GmbH, Frankfurt, 43-44, 126-127.