

Research Article

예취 후 강우가 이탈리아 라이그라스의 사료가치에 미치는 영향

박형수 · 김지혜* · 최기춘 · 김현섭

국립축산과학원

Effect of Rainfall after Cutting on Feed Value of Italian ryegrass

Hyung Soo Park, Ji Hye Kim*, Ki Choon Choi and Hyeon Seop Kim

Grassland & Forages Division, National Institute of Animal Science, Cheonan 330-801, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of rainfall after cutting on nutritive value of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) hay. Fresh Italian ryegrass was treated with 3 days natural rainfall (56.5, 14.0 and 1.6 mm) after cutting without tedding. Rainfall effect on Italian ryegrass quality was evaluated based on Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), crude protein (CP), crude fat (CF), crude ash (CA) and non-fiber carbohydrate (NFC). The quality of Italian ryegrass was decreased with extending raining days. The content of neutral detergent fiber (NDF) was increased from 0.4 to 4.7% by 1 day advancement in raining. CF content was decreased from 8.1 to 32.8%. CP and CA contents did not change, but NFC content was decreased from 0.5 to 8.4%. The quality damage by the number of raining days after cutting Italian ryegrass was the lowest on the first day from exposure to rain.

(Key words : Rainfall damage, Hay, Quality, RFV)

I. 서 론

최근 국내산 주요 저장 조사료인 사일리지의 수분과다, 이물질 혼입 등 품질 불 균일로 인해 축산농가와 TMR 회사에서는 국내산 조사료를 기피하고 수입 건초를 선호하는 현상이 나타나고 있다. 국내산 조사료의 이용을 확대하고 유통을 활성화하기 위해 국내산 저장 조사료의 품목을 사일리지 위주 생산에서 건초나 헤일리지와 같은 저 수분 조사료생산으로 저장 조사료의 품목 다양화가 필요한 시점이다.

건초는 조사료의 저장형태 중 가장 경제적인 저장형태로 초식가축의 사양체계에서 매우 중요한 역할을 하고 있으며, 특히 가축의 성장효과와 어린 송아지의 반추위 용적을 크게 하여주고, 비타민 D 공급원으로서 매우 중요한 역할을 하고 있다. 하지만 국내에서 건초생산은 기후특성 상 수확철에 잦은 강우로 건초 생산이 어렵다는 부정적 인식이 많아 건초생산이 거의 이루어지지 않고 대부분 수입에 의존하고 있다.

우리나라에서 안정적인 건초생산을 위해서는 포장 조건에서 건초를 축진할 수 있는 기술 개발과 불안정한 기후환

경에서 건초생산 기회를 확대 할 수 있는 기술개발이 중요하다. 우리나라 5월의 기상환경은 비가 내리는 횟수와 강우량이 다른 달에 비하여 상대적으로 적어 건초생산에 매우 적합한 시기이다 (RDA, 2011). 과거 평년 기상자료에 의하면 동계사료작물의 수확철인 5월에 4일간 연속으로 비가 오지 않는 날이 평균 2회 이상으로 국내에서도 동계사료작물을 이용하여 건초생산이 충분히 가능하다고 보고하였다 (Kim, 2014).

또한 5월에 건초생산 기회를 확대하기 위해서는 강우영향을 최소화할 수 있는 건초생산 기간 중 강우에 의한 건초품질 변화 구명이 중요하다. 건초생산 기간 중 강우에 의한 양분과 건물손실에 미치는 요인은 첫째, 건초생산 기간 중 언제 비를 맞았는지, 둘째, 강우량이 얼마인지 셋째, 비가 그친 후 건조기간 동안 기상환경 조건이 어떠한지가 중요한 요인이라고 하였다 (Rankin and Undersander, 2000). Rotz et al. (1991)은 건조 중 강우에 의한 알팔파의 양분 감소는 식물체 세포의 호흡을 연장시킴으로서 양분 소모를 높이고, 또한 장시간의 강우에 의해 양분이 누출되는데 기인하는 것이라고 보고하였다. Collins (1982)는 알팔

* Corresponding author : Ji Hye, Kim National Institute of Animal Science RDA, Cheonan 330-801, Korea. Tel: +82-41-580-6771, Fax: +82-41-580-6757, E-mail: wisdomkim@korea.kr

파에서 건조 기간 중 비를 2일 동안 맞춘 것이 비를 맞추지 않은 것보다 조단백질은 20%, 비구조탄수화물은 11.4% 감소하고, 섬유소(NDF, ADF)는 10% 정도 증가함으로써 건조 기간 중 강우가 건조품질에 지대한 영향을 미친다고 보고하였다. 강우에 의한 건조의 품질변화 연구는 건조기간 중에 인공 강우를 이용하여 건조품질에 미치는 영향에 대한 연구가 주를 이루었다(Collins, 1983; Smith and Brown, 1994; Scarbrough et al., 2004). 하지만 예취 후 반전을 하지 않고 바로 비를 맞혔을 때 건조의 품질 변화에 대한 연구는 미진한 실정이다.

따라서 본 연구는 건조 수확철 강우영향을 최소화하고 국내에서 건조생산 기회를 확대하기 위하여 강우가 예상되는 전날 예취하여 반전하지 않은 상태에서 비를 맞추었을 때 건조의 사료가치 변화에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

이탈리안 라이그라스의 예취 후 강우가 건조의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해서 2013년 5월 27일부터 29일까지 충청남도 성환읍 소재 축산자원개발부 사료작물 시험포장에서 수행되었다. 이탈리안 라이그라스의 조생품종인 코윈어리를 공시하여 2012년 10월 초순에 각각 40 kg/ha의 파종량으로 조파하였으며, 시비량은 질소 140, 인산 150, 칼리 150 kg/ha를 사용하였으며 질소는 기비로 30%로 이른 봄철 추비로 70%를 분시 하였다. 예취 후 강우에 의한 건조의 사료가치의 변화를 조사하기 위하여 강우가 예상되는 전날 예취하고 반전은 하지 않은 상태로 비를 맞추

었다. 포장에서 3일간 비를 맞추면서 시료 채취지점을 선정하여 매일 09:00, 13:00, 17:00에 1일 3회 시료를 500g을 채취하여 사료가치 변화를 조사하였다.

강우조건에서 수집된 시료의 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 AOAC (1990)법에 의거하여 분석하였고 NDF 및 ADF 함량은 Goering and Van soest (1970)법에서 사용되어지는 시약을 이용하여 Ankom fiber analyzer (Ankom technology, 2005a; 2005b)로 분석하였다. RFV(relative feed value)의 산출은 ADF와 NDF가 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF와 NDF 분석치에 의한 계산식으로 산출하였다(Holland et al., 1990). 또한 비섬유성 탄수화물 (NFC) 함량은 100-(NDF+CP+조지방+조회분)의 계산식에 의하여 산출하였다(Hall, 2003).

통계분석은 SAS program (ver. 9.2, SAS Institute, Cary NC, USA)를 이용하였으며 분산분석을 실시하였으며, 처리평균간 비교는 최소 유의차 (LSD)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기상상황 및 수확 시 건물수량

시험기간 동안 충청남도 천안시 성환읍 지역의 기상상황은 Fig. 1에서 보는바와 같다. 시험기간 4일 동안 예취 당일 제외하고는 계속 비가 내리고 흐린 날씨 유지하였다. 일 평균기온은 예취 당일 23.4℃로 가장 높게 나타났으며 강우가 시작되면서 19.6~17.3℃로 낮아졌으며 상대습도도 비가 내린날에는 85.8~89.5%로 높게 나타났다. 강수량은 시험 첫째 날 56.5 mm, 둘째 날 14.0 mm, 셋째 날 1.6 mm

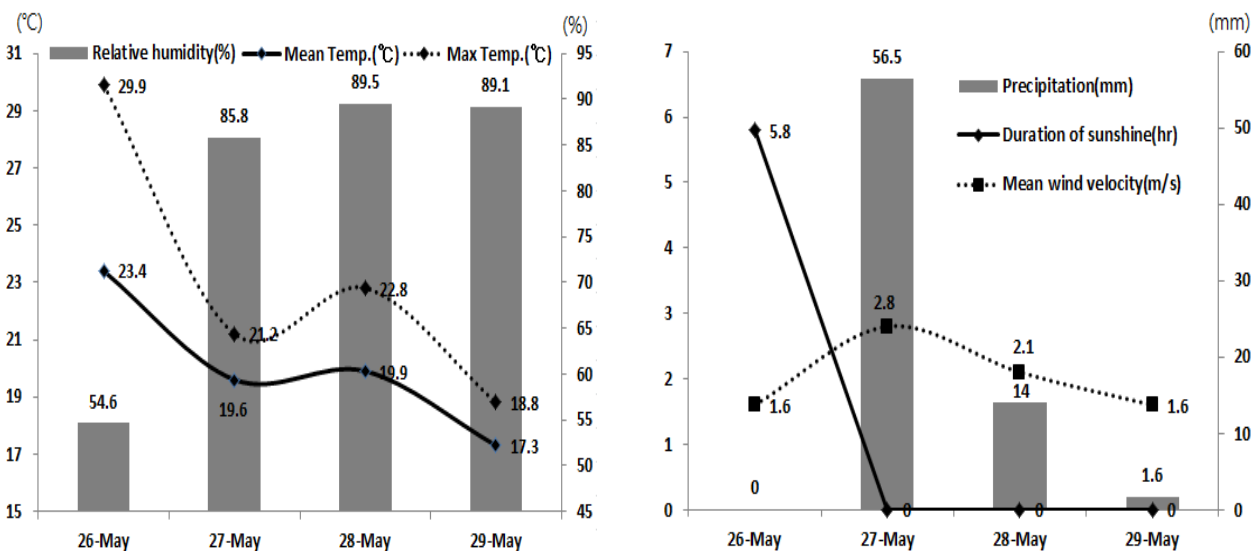


Fig. 1. Meteorological data during 4 days after cutting of Italian ryegrass.

Table 1. Plant height, dry matter (DM) percentage and DM yield of Italian ryegrass

Harvest date	Harvest stage	Plant height (cm)	Fresh yield (kg/ha)	DM (%)	DM yield (kg/ha)
26 May	Late-flowering	111.5	36,724	21.0	7,712

로 시험 첫째 날에 평년 월 강수량보다 많은 양의 비가 내렸으며 일조시간은 수확 당일인 5월 26일에 5.8시간을 제외하고는 강우기간 동안 거의 관측되지 않았다.

건초조제를 위한 이탈리아 라이그라스 수확은 2013년 5월 26일에 실시하였으며 생육특성과 건물수량은 Table 1에서 보는바와 같다. 이탈리아 라이그라스의 초장은 111.5cm이었으며 생육단계는 개화후기로 건물률이 21.0%로 비교적 높게 나타났다. 생초수량은 36,724 kg/ha, 건물수량은 7,712 kg/ha로 나타났다.

2. 예취 후 강우에 의한 품질 변화

개화후기의 이탈리아 라이그라스를 비가 예상되는 하루 전날 예취한 후 반전을 하지 않는 상태에서 3일 동안 비를 맞혔을 때 이탈리아 라이그라스 식물체의 사료가치 변화는 Table 2와 Fig. 2에서 보는 바와 같다.

조사료의 섬유소의 주요 구성물질인 ADF와 NDF 함량

은 강우일수가 늘어남에 따라 증가하는 것으로 나타났으며 강우 일내 시료채취 시점에 따른 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 예취 직후 바로 채취한 이탈리아 라이그라스의 ADF와 NDF 함량은 각각 37.11%와 60.64%로 강우 1일째에는 1.4%, 0.9% 증가하였으며, 강우 2일째에는 6.1%, 1.9% 증가하였으며, 강우 3일째에는 9.1%, 4.7%로 증가하였다.

Collins (1982)는 알팔파를 2일 동안 건조 후 1인치 (25.4 mm)의 비를 24시간 동안 인공강우 했을 때 비를 맞지 않은 건조에 비해 ADF와 NDF 함량이 각각 15%와 18% 증가한다고 보고하였다. 또한 Scarbrough et al. (2004)는 오차드그라스 건조 조제시 건조의 수분함량과 강우량의 차이에 따른 ADF와 NDF 함량의 변화를 조사한 결과 건조의 수분함량이 낮고 강우량이 많아질수록 섬유소함량이 증가하는 것으로 보고하였다.

조단백질 (CP) 함량은 강우일수가 증가함에 따라 소폭 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 하지만 건조 도중에 강우가 조단백질 함량을 오히려 증가

Table 2. Effect of rainfall event after cutting on chemical composition of Italian ryegrass hay

Rainfall event	Rainfall amount (mm)	Time	ADF	NDF	CP	CF	CA	NFC
			% of DM					
Control	0	17:00	37.11 ^d	60.64 ^{de}	8.87	1.98 ^a	6.33	22.18 ^{ab}
1st (27 May)	56.5	09:00	37.19 ^d	60.23 ^c	8.82	1.96 ^a	5.95	23.03 ^a
		13:00	37.87 ^d	61.87 ^{bcd}	8.77	1.71 ^{ab}	6.00	21.78 ^{abc}
		17:00	37.87 ^d	61.37 ^{cde}	8.83	1.78 ^a	5.97	22.04 ^{ab}
		Mean	37.64	61.16	8.81	1.82	5.97	22.28
2nd (28 May)	14.0	09:00	39.37 ^{bc}	63.29 ^{ab}	8.71	1.72 ^{ab}	6.60	19.67 ^{cd}
		13:00	39.26 ^c	62.89 ^{ab}	8.82	1.78 ^a	5.88	20.63 ^{bcd}
		17:00	39.54 ^{bc}	62.29 ^{bc}	8.75	1.50 ^{abc}	6.42	21.37 ^{abcd}
		Mean	39.39	62.82	8.76	1.67	6.30	20.58
3rd (29 May)	1.6	09:00	40.05 ^{abc}	62.77 ^{bc}	8.54	1.06 ^c	6.26	21.37 ^{abcd}
		13:00	40.46 ^{ab}	63.29 ^{ab}	8.40	1.67 ^{ab}	6.62	20.01 ^{bcd}
		17:00	40.92 ^a	64.45 ^a	8.29	1.27 ^{bc}	6.44	19.54 ^d
		Mean	40.48	63.50	8.41	1.33	6.44	20.31
LSD (0.05)			1.18	1.58	NS	0.49	NS	2.18

* ADF : Acid detergent fiber; NDF : Neutral detergent fiber; CP : Crude protein; CF : Crude fat, CA : Crude Ash; NFC : Non-fiber carbohydrate.

a, b, c, d, e : Within a row, means without a common superscript letter differ ($p < 0.05$).

시킨다는 연구결과가 보고되고 있으며, 이는 다른 영양성분에 비해 질소화합물이 강우로 인한 양분탈취에 덜 민감하다는 보고가 있다 (Collins, 1982).

예취 직후 바로 채취한 이탈리아 라이그라스의 조지방(CF) 함량은 1.98%로 강우 1일째 8.1% 감소하였으며, 강우 2일째 15.7% 감소, 강우 3일째에는 32.8%로 감소하여 다른 영양성분에 비하여 양분 손실이 가장 큰 것으로 나타났다. 강우에 의한 조회분(CA) 함량의 변화는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

조사료의 탄수화물 중 섬유질을 제외한 나머지 부분인 비섬유성탄수화물(NFC) 함량은 강우일수가 늘어남에 따라 감소하는 것으로 나타났는데, 강우 1일째는 약간 증가(0.5%)를 보이다 강우 2일째에 7.2% 감소하였으며 강우 3일째에 8.4% 감소하였다. Rotz et al. (1991)은 건조 중 강우에 의한 양분손실은 대부분 식물체 세포들이 호흡을 하면서 양분을 소모하고, 또한 장시간의 강우에 의해 양분이 누출되는데 기인하는 것이라고 보고하였다. 또한 강우에 의한 양분 누출량은 건조의 수분함량에 따라 영향을 가장 크게 받는다고 보고하였으며, 특히 건조의 수분함량이 낮을 때 강우에 의한 양분누출이 많아진다고 하였다 (Rucker and Knabe, 1980).

총 가소화 영양분(TDN) 함량과 상대사료가치(RFV)는 강우일수가 늘어날수록 감소하는 것으로 나타났으며 강우 1일째에는 감소폭이 작은 반면 강우 3일째에는 감소폭이 더욱 커지는 것으로 나타났다.

본 연구결과를 종합해보면 예취 후 반전을 하지 않고 바로 비를 맞추었을 때 강우일수가 늘어남에 따라 사료가치

감소는 뚜렷하게 나타났다. 하지만 강우 1일째 사료가치 감소폭은 건조 도중에 비를 맞는 것 보다 상대적으로 감소폭이 낮게 나타났다. 우리나라 5월 기상조건에서 연속적으로 비가오지 않다가 1일정도 비가오고 다음날부터 연속적으로 날씨가 좋을 경우 대부분 농가에서는 건조생산을 포기하는 경우가 많다. 본 연구결과를 현장에 활용하면 강우 1일째 양분손실의 폭이 그렇게 크지 않기 때문에 양분손실을 일정수준 감수하더라도 우리나라의 건조와 해일리지와 같은 저 수분 조사료 생산 확대에 도움이 될 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 건조 수확 철 강우 영향을 최소화하고 국내에서 건조생산 기회를 확대하기 위하여 강우가 예상되는 전날 예취하여 반전하지 않은 상태에서 비를 맞혔을 때 사료가치 변화에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다. 예취 후 강우에 의한 사료가치 변화를 조사하기 위하여 강우가 예상되는 전날 예취하고 반전은 하지 않은 상태로 포장에서 3일간 비를 맞추면서 매일 09:00, 13:00, 17:00에 1일 3회 시료를 500 g을 채취하여 사료가치 변화를 조사하였다. 조사료의 섬유소의 주요 구성물질인 ADF와 NDF 함량은 강우일수가 늘어남에 따라 증가하는 것으로 나타났으며 조단백질(CP) 함량은 강우일수가 증가함에 따라 소폭 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 조지방(CF) 함량은 강우 1일째 8.1%, 강우 2일째 15.7%, 강우 3일째에 32.8%로 감소하여 다른 영양성분에 비하여

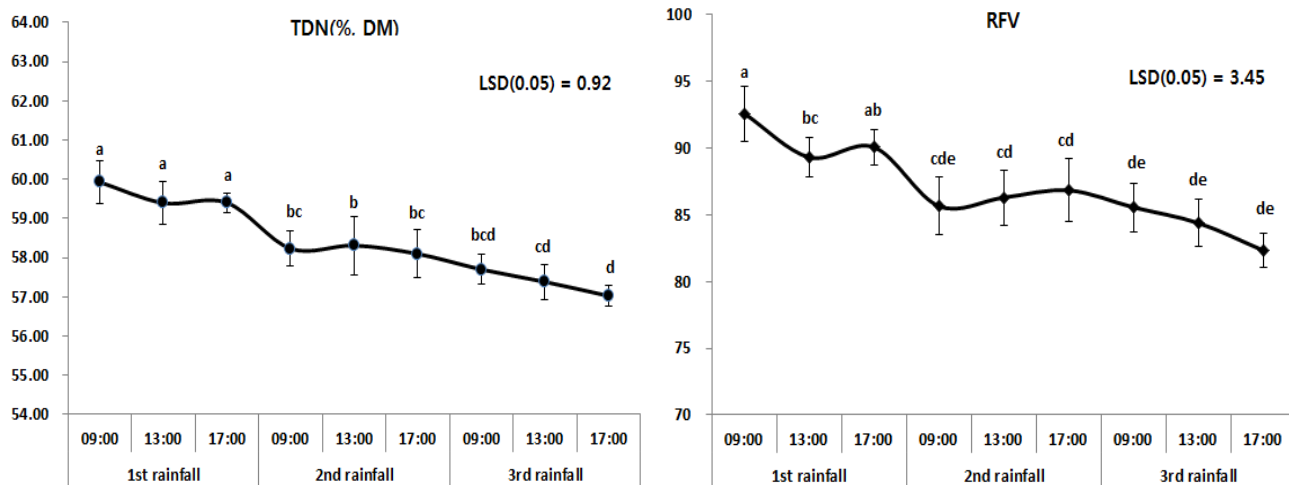


Fig. 2. Effect of rainfall event after cutting on total digestibility nutrient (TDN) and relative feed value (RFV) of Italian ryegrass hay.

양분 손실이 가장 큰 것으로 나타났다. 조사료의 탄수화물 중 섬유질을 제외한 나머지 부분인 비섬유성탄수화물(NFC) 함량은 강우일수가 늘어남에 따라 감소하는 것으로 나타났는데, 강우 1일째는 약간 증가(0.5%)를 보이다 강우 2일째에 7.2% 감소하였으며 강우 3일째에 8.4% 감소하였다. 총 가소화 영양분(TDN) 함량과 상대사료가치(RFV)는 강우일수가 늘어날수록 감소하는 것으로 나타났으며 강우 1일째에는 감소폭이 작은 반면 강우 3일째에는 감소폭이 더욱 커지는 것으로 나타났다. 예취 직후 강우일수에 의한 이탈리아 라이그라스의 사료가치는 전체적으로 감소하나 강우 1일째의 품질 감소폭이 작기 때문에 비가 하루나 이틀정도 예상되면 강우 전날 예취하여 비가 그친 후에 반전을 실시하면 건초생산 기간을 단축시킬 수 있을 것으로 사료된다.

V. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제명 : 저 수분 사일리지의 품질향상 기술개발, 과제번호 : PJ01091601)의 지원에 의해 연구되었다.

VI. REFERENCES

- ANKOM Technology. 2005a. Method for determining neutral detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY. http://www.ankom.com/09_procedures/procedures2.shtml. Accessed May 8, 2005.
- ANKOM Technology. 2005b. Method for determining acid detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY. http://www.ankom.com/09_procedures/procedures1.shtml. Accessed May 8, 2005.
- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Washington, DC.
- Collins, M. 1982. The influence of wetting on the composition of alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil hay. *Agronomy Journal*, 74:1041-1044.
- Collins, M. 1983. Wetting and maturity effects on the yield and quality of legume hay. *Agronomy Journal*, 75:523-527.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis. *Agric. Handb.* 379. US Department of Agriculture, Washington, DC.
- Hall, M.B. 2003. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. *Journal of animal science*, 81(12):3226-3232.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The Pioneer Forage Manual-A Nutritional Guide. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, Iowa, USA.
- Kim, J.G. 2014. Diversify of conserved forage use in the country. *Proceedings of 2014 Symposium and Congress of Korean Society of Grassland and Forage Science*. pp. 24.
- RDA, 2011. Forages. Rural Development Administration Press. Korea. pp. 215.
- Rankin, M. and Undersander, D. 2000. Rain damage to forage during hay and silage making. *Focus on Forage 2: No. 4*.
- Rotz, C.A., Davis, R.J. and Abrams, S.M. 1991. Influence of rain and crop characteristics on alfalfa damage. *trans. ASAE* 34: 1583-1591.
- Rucker, G. and Knabe, O. 1980. Non-mechanical field losses in wilting grasses as influenced by different factors. In XIII International Grassland Congress: Leipzig, German Democratic Republic, 18-27 May, 1977, editors of congress proceedings, E. Wojahn and H. Thons. Berlin, Akademie-Verlag, c1980.
- SAS. 2008. SAS/STAT Software for PC. Release 9.2, SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
- Scarborough, D.A., Coblenz, W.K., Humphry, J.B., Coffey, K.P., Sauer, T.J., Jennings, J.A., ... & Kellogg, D.W. (2004). Estimating losses of dry matter from simulated rainfall on bermudagrass and orchardgrass forages using cell wall components as markers. *Agronomy Journal*, 96(6):1680-1687.
- Smith, D.M. and Brown, D.M. 1994. Rainfall-induced leaching and leaf losses from drying alfalfa forage. *Agronomy Journal*, 86: 503-510.

(Received May 14, 2016 / Revised September 6, 2016 / Accepted September 6, 2016)