

**SỬ DỤNG HÀM HỒI QUY PHI TUYẾN TÍNH MÔ TẢ ĐỘNG THÁI THAY ĐỔI  
NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG THEO TUỔI TÁI SINH ĐỂ XÁC ĐỊNH THỜI GIAN  
THU CẮT THÍCH HỢP CHO GIỐNG CỎ MOMBASA  
(*Panicum maximum* cv. Mombasa) TẠI NGHĨA ĐÀN, NGHỆ AN**

*Hồ Thị Hòa<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Quang<sup>2</sup> và Nguyễn Xuân Trạch<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Công ty Cổ phần Thực phẩm Sữa TH; <sup>2</sup>Viện Chăn nuôi; <sup>3</sup>Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Tác giả liên hệ: Hồ Thị Hòa. Tel: 0978591407; Email: hothihoatyc@gmail.com

**TÓM TẮT**

Nghiên cứu được tiến hành nhằm xác định thời gian thu cắt thích hợp của cỏ Mombasa trong 3 mùa vụ khác nhau tại Nghĩa Đàn, Nghệ An. Số liệu thứ cấp được thu thập từ năm 2016 đến đầu năm 2021 về năng suất và hàm lượng dinh dưỡng của cỏ ở 12 độ tuổi tái sinh trong 3 mùa vụ (mưa, khô và nóng). Các hàm sinh trưởng gồm hàm Gompertz, Logistic và Johnson-Schumacher được sử dụng để mô tả động thái thay đổi năng suất chất khô theo tuổi tái sinh của cỏ, từ đó lựa chọn hàm phù hợp nhất căn cứ vào độ chính xác và độ tin cậy của các hàm tính được. Khoảng cách thu cắt tối ưu trong các mùa vụ khác nhau được xác định dựa theo kết quả phân tích phương sai và phân tích hồi quy về năng suất và chất lượng cỏ theo tuổi tái sinh. Kết quả cho thấy, hàm Logistic là phù hợp nhất để mô tả động thái tích lũy khối lượng VCK của cỏ theo tuổi tái sinh. Khoảng cách thu cắt cỏ Mombasa tối ưu trong các mùa Khô, Nóng và Mưa tương ứng là 45, 35 và 30 ngày.

**Từ khóa:** *Hàm hồi quy phi tuyến tính, cỏ Mombasa, thời gian thu cắt, năng suất, chất lượng.*

**ĐẶT VẤN ĐỀ**

Giống cỏ Mombasa (*Panicum maximum* cv. Mombasa) là một trong những nguồn thức ăn thô xanh chủ lực của bò sữa tại huyện Nghĩa Đàn, Nghệ An. Sau nhiều năm trồng và thu hoạch trên một diện tích rộng lớn đến gần 2000 hecta, có thể thấy đây là một giống cỏ có đặc tính sinh học phù hợp với đặc điểm khí hậu, đất đai tại đây cũng như phương pháp gieo trồng và thu hoạch bằng máy móc lớn. Tuy nhiên, cỏ ở các khoảng cách thu cắt khác nhau và các tháng trong năm có sự biến động lớn về năng suất và thành phần hóa học. Vậy vấn đề đặt ra là: Thời điểm thu cắt nào sẽ cho chất lượng cỏ tốt nhất và năng suất cỏ đáp ứng yêu cầu? Khoảng thu cắt tối ưu này thay đổi như thế nào giữa các mùa trong năm? Do vậy, nghiên cứu được tiến hành với mục tiêu xác định thời điểm thu cắt tối ưu đối với cỏ Mombasa cho các mùa trong năm để làm căn cứ cho việc lập kế hoạch thu cắt và bảo quản, chế biến hợp lý nhằm nâng cao chất lượng thức ăn và hiệu quả cho chăn nuôi bò sữa.

**VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**Vật liệu nghiên cứu**

Giống cỏ Mombasa (*Panicum maximum* cv. Mombasa) nhập khẩu hạt từ Nam Mỹ về gieo tại cánh đồng của công ty Cổ phần Thực phẩm Sữa TH (gọi tắt là TH), huyện Nghĩa Đàn, tỉnh Nghệ An.

**Thời gian và địa điểm nghiên cứu**

Nghiên cứu được tiến hành từ tháng 8 năm 2020 đến tháng 6 năm 2021 dựa trên số liệu thứ cấp thu thập được từ năm 2016 đến đầu năm 2021 và số liệu sơ cấp thu thập trong thời gian nghiên cứu tại Công ty TH, huyện Nghĩa Đàn, tỉnh Nghệ An.

**Nội dung nghiên cứu**

Đánh giá sự thay đổi năng suất của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh ở các mùa vụ khác nhau.

Đánh giá sự thay đổi về thành phần dinh dưỡng của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh ở các mùa vụ khác nhau.

Xác định khoảng cách thu cắt cỏ Mombasa tối ưu cho các mùa vụ khác nhau.

### **Phương pháp nghiên cứu**

#### *Đặc điểm đất trồng cỏ*

Đất trồng cỏ Mombasa của TH nằm trên diện tích đất bazan của Nghĩa Đàn. Đất có màu đỏ sẫm, độ tơi xốp cao, độ ẩm trung bình 39-40%. Đất chua ( $\text{pH-H}_2\text{O} = 5,53$ ), hàm lượng chất hữu cơ trong đất trung bình ( $\text{OM} = 3,14\%$ ), N tổng số cao (0,15%),  $\text{P}_2\text{O}_5$  dễ tiêu thấp (12,68 mg/100g đất),  $\text{K}_2\text{O}$  dễ tiêu thấp (10,17 mg/100g đất).

Phân bón cho đồng cỏ Mombasa, sau mỗi lứa cắt, cỏ được tưới phân hữu cơ lỏng hút từ trang trại bò với khối lượng 255 m<sup>3</sup>/ha, tương đương với khoảng 245 kg N, 95 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  và 188 kg  $\text{K}_2\text{O}$ . Đối với các vùng sau thu hoạch trong vòng 3 tuần có mưa, đất ẩm và mầm cỏ chưa cao quá 15-20 cm thì thay vì tưới phân lỏng, cỏ được bón phân hóa học với tỷ lệ 210 kg DAP 16:45:0; 455 kg Ure 46:0:0 và 280 kg KCl 0:0:60 trên mỗi héc ta.

#### *Đánh giá năng suất của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh*

Lựa chọn đánh giá các số liệu của cỏ tại các vùng có diện tích lớn với địa hình tương đồng nhau: 19/5, C6, Tây Hiếu 2, Tây Hiếu 3, 1/5 và Đông Hiếu. Các chỉ tiêu đánh giá trên các lứa cỏ thu cắt từ năm thứ 2.

Tuổi tái sinh (TTS) được xác định theo ngày, tính từ lần cắt trước đó. Đánh giá khoảng thu cắt từ 25 đến 80 ngày. TTS được quy về mốc chẵn 5 (25, 30... 80) theo giá trị gần nhất.

Mùa vụ thu cắt được phân chia dựa trên sự thay đổi về các yếu tố thời tiết, trong đó chủ yếu xét về nhiệt độ và lượng mưa phân bố trong các tháng trong năm: mùa mưa (từ tháng 7 đến tháng 10), mùa nóng (từ tháng 4 đến tháng 6) và mùa khô (từ tháng 11 đến tháng 3).

Các chỉ tiêu nghiên cứu gồm:

NSCK từng lứa cắt: Lấy NSCX nhân với hàm lượng VCK của các mẫu cỏ tương ứng thu thập trong quá trình thu hoạch.

Năng suất protein (NSCP) theo TTS và mùa vụ thu cắt: được tính theo *tấn/ha/lứa cắt* dựa vào NSCK và tỷ lệ protein của mẫu cỏ tương ứng phân tích được.

Năng suất chất xơ được tính theo *tấn NDF/ha/lứa cắt* dựa vào NSCK và tỷ lệ NDF của mẫu cỏ tương ứng phân tích được.

#### *Đánh giá sự thay đổi về chất lượng cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh*

Số liệu thứ cấp về thành phần hóa học của 260 mẫu cỏ Mombasa được thu thập từ kết quả phân tích tại phòng thí nghiệm Dairy One (Mỹ) và Phòng Phân tích thức ăn của TH, Nghĩa Đàn, Nghệ An từ tháng 6/2016 đến tháng 7/2020 theo các TTS từ 25 đến 80 ngày tuổi. Thu thập và phân tích thành phần hóa học 54 mẫu cỏ Mombasa được thu thập bổ sung từ tháng 08/2020 đến tháng 03/2021 trong khoảng TTS nghiên cứu.

Mẫu cỏ được lấy theo TCVN 4325:2007.. VCK (%) được xác định theo TCVN 4326:2001, CP (%VCK) được xác định theo TCVN 4328:2007. Các thành phần NDF ADF và ADL (%VCK) được xác định dựa trên phương pháp của Van Soest và cs. (1991) sử dụng ANKOM 220 Fibre Analyzer (ANKOM Technology Corporation, NY, USA) tại Phòng Phân tích Thức

ăn TH: NDF được xác định theo TCVN 9590:2013; ADF và ADL xác định theo TCVN 9589:2013.

#### *Xác định khoảng cách thu cắt cỏ Mombasa tối ưu*

Khoảng cách thu cắt tối ưu được xác định dựa theo kết quả phân tích phương sai và phân tích hồi quy về năng suất (NSCK) và chất lượng cỏ (CP, ADF) theo TTS trong các mùa vụ khác nhau.

#### **Xử lý số liệu**

Phân tích ANOVA theo mô hình 2 nhân tố (3 mùa vụ x 12 TTS) có tương tác được áp dụng để đánh giá ảnh hưởng của mùa vụ và TTS đến năng suất và chất lượng của cỏ.

So sánh cặp đôi các giá trị trung bình của các chỉ tiêu năng suất và thành phần dinh dưỡng của cỏ được thực hiện theo phép thử Tukey với  $P < 0,05$ .

Mô hình hóa động thái sinh trưởng của cỏ bằng các hàm hồi quy phi tuyến tính, gồm:

Hàm Gompertz:  $Y = m \cdot \exp[-a \cdot \exp(-b \cdot TTS)]$

Hàm Logistic:  $Y = m / [1 + a \cdot \exp(-b \cdot TTS)]$

Hàm Johnson-Schumacher:  $Y = m \cdot \exp(-a / (b + TTS))$

Trong đó:

Y: Năng suất chất khô (*kg/ha/lứa cắt*);

m: Năng suất chất khô tối đa dự đoán (*kg/ha/lứa cắt*);

a: Hằng số tích hợp liên quan đến khối lượng ở thời điểm bắt đầu (25 ngày tái sinh);

b: Hằng số liên quan đến tốc độ tăng trưởng;

EXP: Cơ số logarit tự nhiên ( $e = 2,71828$ );

TTS: Tuổi tái sinh của cỏ (Tính theo bậc 5 ngày, 25 ngày được đưa về mốc 0, 30 ngày mốc 1...);

Các tham số m, a, b được xác định bằng thủ tục hồi quy phi tuyến của Marquardt (1963). Các tham số tối ưu được ước lượng trên cơ sở cực tiểu hoá tổng bình phương các phần dư bằng phần mềm Statgraphics Centurion XV (2009).

Các tham số đánh giá độ tin cậy của phương trình (càng lớn càng tốt) gồm:

R<sup>2</sup> (R-Squared): Hệ số xác định;

Adj-R<sup>2</sup> (Adjusted R-Squared): Hệ số xác định hiệu chỉnh;

Các tham số đánh giá độ chính xác của phương trình (trị tuyệt đối càng nhỏ càng tốt) gồm:

ME (Mean Error): Sai số của giá trị trung bình;

MAE (Mean Absolute Error): Sai số tuyệt đối của giá trị trung bình;

Các tham số đánh giá khả năng dự đoán tiềm năng của mô hình (sai số giữa giá trị dự đoán và giá trị thực, trị tuyệt đối càng nhỏ càng tốt) gồm:

MPE (Mean Prediction Error): Sai số dự đoán;

MAPE (Mean Absolute Prediction Error): Sai số dự đoán tuyệt đối;

Hàm phù hợp nhất được lựa chọn căn cứ vào các tham số thống kê về độ chính xác và độ tin cậy cao nhất tính được.

Tuổi thu cắt tối ưu của cỏ ở các mùa vụ khác nhau được xác định dựa trên nguyên tắc:

- 1) NSCX đạt tối thiểu 9 tấn/ha/lúa cắt trở lên (tương đương ~ 2 tấn VCK/ha/lúa cắt) để đảm bảo hiệu suất làm việc của máy thu hoạch;
- 2) Tỷ lệ CP tối thiểu 12% VCK và càng cao càng tốt;
- 3) Tỷ lệ xơ ADF càng thấp càng tốt.

Dựa vào kết quả phân tích so sánh sau ANOVA để xác định mức sai khác có ý nghĩa giữa các TTS đối với chỉ tiêu NSCK, CP và ADF cho từng mùa thu cắt khác nhau. Ở các khoảng TTS thỏa mãn điều kiện (1), tức có NSCK từ 2 tấn/ha trở lên, xác định các khoảng TTS có tỷ lệ CP duy trì ở mức cao hơn (trên 12%VCK) và ADF thấp hơn.

### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### Thay đổi năng suất của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh ở các mùa vụ khác nhau

##### Năng suất chất khô

Kết quả xác định NSCK của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh ở 3 mùa vụ được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Năng suất chất khô của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh và mùa vụ thu cắt (tấn/ha/lúa)

| TTS<br>(ngày)     | Mùa Khô    |                                |               | Mùa Nóng  |                                |               | Mùa Mưa    |                                |               |
|-------------------|------------|--------------------------------|---------------|-----------|--------------------------------|---------------|------------|--------------------------------|---------------|
|                   | <i>n</i>   | <i>Mean ± SE</i>               | <i>CV (%)</i> | <i>n</i>  | <i>Mean ± SE</i>               | <i>CV (%)</i> | <i>n</i>   | <i>Mean ± SE</i>               | <i>CV (%)</i> |
| 25                | 5          | 1,34 ± 0,22                    | 37,21         | 4         | 1,56 ± 0,06                    | 8,00          | 5          | 1,82 ± 0,11                    | 13,04         |
| 30                | 5          | 1,65 ± 0,15                    | 19,91         | 9         | 1,90 ± 0,13                    | 20,41         | 10         | 2,11 ± 0,05                    | 7,19          |
| 35                | 5          | 1,80 ± 0,14                    | 17,25         | 9         | 2,36 ± 0,13                    | 16,45         | 12         | 2,46 ± 0,10                    | 13,46         |
| 40                | 7          | 1,98 ± 0,12                    | 15,91         | 10        | 2,41 ± 0,13                    | 17,08         | 26         | 2,91 ± 0,10                    | 18,24         |
| 45                | 6          | 2,20 ± 0,18                    | 19,53         | 13        | 2,62 ± 0,12                    | 16,83         | 18         | 3,91 ± 0,15                    | 16,41         |
| 50                | 11         | 2,52 ± 0,07                    | 9,77          | 7         | 3,21 ± 0,19                    | 15,63         | 7          | 4,92 ± 0,42                    | 22,49         |
| 55                | 13         | 2,82 ± 0,15                    | 19,61         | 7         | 3,65 ± 0,29                    | 21,32         | 10         | 5,55 ± 0,19                    | 16,70         |
| 60                | 8          | 3,24 ± 0,17                    | 15,06         | 6         | 4,39 ± 0,15                    | 8,57          | 13         | 6,03 ± 0,16                    | 9,35          |
| 65                | 11         | 3,95 ± 0,17                    | 14,27         | 6         | 4,82 ± 0,23                    | 11,63         | 11         | 6,31 ± 0,14                    | 6,81          |
| 70                | 11         | 4,09 ± 0,19                    | 15,69         | 3         | 5,18 ± 0,23                    | 7,75          | 7          | 6,84 ± 0,42                    | 15,80         |
| 75                | 10         | 4,58 ± 0,33                    | 22,66         | 3         | 5,25 ± 0,09                    | 3,07          | 7          | 7,12 ± 0,27                    | 9,86          |
| 80                | 9          | 4,67 ± 0,23                    | 14,88         | 3         | 5,39 ± 0,14                    | 4,47          | 7          | 7,36 ± 0,28                    | 9,75          |
| <b>Trung bình</b> | <b>101</b> | <b>2,90<sup>c</sup> ± 0,18</b> | <b>18,48</b>  | <b>80</b> | <b>3,56<sup>b</sup> ± 0,16</b> | <b>12,6</b>   | <b>133</b> | <b>4,75<sup>a</sup> ± 0,18</b> | <b>12,07</b>  |

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang chữ cái a,b,c khác nhau có sự sai khác có ý nghĩa ( $P < 0,05$ )

Năng suất chất khô của cỏ Mombasa có sự khác nhau rõ rệt giữa 3 mùa, trong đó, cỏ cắt trong mùa Khô cho năng suất thấp nhất (2,90 tấn/ha/lúa cắt), cao hơn trong mùa Nóng (3,56 tấn/ha/lúa cắt) và đạt cao nhất trong mùa Mưa (4,75 tấn/ha/lúa cắt). Vào mùa Mưa, ở TTS từ 60 ngày trở đi, mỗi lứa cắt cỏ Mombasa có thể cho từ 6,03 tấn chất khô/ha trở lên. Kết quả này phù hợp với mô tả năng suất cỏ Mombasa của Tôn Thất Sơn (2005) với 43 tấn chất khô/ha/năm với 9 lần cắt trong năm.

Tích lũy VCK ở cỏ Mombasa rất chậm ở các đợt thu cắt trong mùa Khô. Trong mùa Mưa, cỏ sinh trưởng và phát triển nhanh, NSCK tăng nhanh từ khoảng tuổi 30 ngày trở về sau và từ 60 ngày trở đi, tốc độ tích lũy chất khô bắt đầu giảm.

Trong các tháng mùa Nóng, cỏ sinh trưởng tốt hơn so với mùa Khô. Tuy nhiên, tới 45 ngày trở đi, NSCK mới bắt đầu tăng nhanh cho tới 70 ngày, sau đó tốc độ tăng bắt đầu chậm lại. Nếu toàn bộ quá trình tái sinh trưởng của cỏ đều nằm trong các tháng mùa Nóng, tốc độ sinh trưởng của cỏ sẽ bị ảnh hưởng lớn bởi nắng nóng và khô hạn, theo đó, tốc độ sinh trưởng bị chậm lại.

Theo kết quả nghiên cứu của Hare và cs. (2013) trên hai giống cỏ Mombasa và Tanzania ở Thái Lan, việc tăng khoảng thời gian cắt làm tăng đáng kể sản lượng thân và tổng sản lượng VCK và giảm đáng kể tỷ lệ lá trên cây. Cụ thể, năng suất chất khô tăng từ 9,012 tấn/ha/lúa cắt ở cỏ 30 ngày tuổi lên tới 11,090 tấn/ha/lúa cắt ở cỏ 90 ngày tái sinh.

### Năng suất protein thô

Kết quả tính toán NSCP của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh ở 3 mùa vụ được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Năng suất protein của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh và mùa vụ thu cắt (tấn/ha/lúa)

| TTS<br>(ngày)     | Mùa Khô    |                                |              | Mùa Nóng  |                                |              | Mùa Mưa    |                                |              |
|-------------------|------------|--------------------------------|--------------|-----------|--------------------------------|--------------|------------|--------------------------------|--------------|
|                   | <i>n</i>   | Mean ± SE                      | CV (%)       | <i>n</i>  | Mean ± SE                      | CV (%)       | <i>n</i>   | Mean ± SE                      | CV (%)       |
| 25                | 5          | 0,20 ± 0,03                    | 29,88        | 4         | 0,24 ± 0,01                    | 12,20        | 5          | 0,27 ± 0,02                    | 19,53        |
| 30                | 5          | 0,25 ± 0,02                    | 22,04        | 9         | 0,25 ± 0,02                    | 19,03        | 10         | 0,28 ± 0,01                    | 9,50         |
| 35                | 5          | 0,27 ± 0,02                    | 19,69        | 9         | 0,29 ± 0,02                    | 21,28        | 12         | 0,32 ± 0,01                    | 16,20        |
| 40                | 7          | 0,28 ± 0,01                    | 12,10        | 10        | 0,28 ± 0,02                    | 21,99        | 26         | 0,32 ± 0,01                    | 19,24        |
| 45                | 6          | 0,30 ± 0,02                    | 17,79        | 13        | 0,30 ± 0,01                    | 15,28        | 18         | 0,43 ± 0,02                    | 17,09        |
| 50                | 11         | 0,30 ± 0,01                    | 10,78        | 7         | 0,35 ± 0,02                    | 16,57        | 7          | 0,47 ± 0,02                    | 13,50        |
| 55                | 13         | 0,30 ± 0,02                    | 20,11        | 7         | 0,38 ± 0,03                    | 21,87        | 10         | 0,53 ± 0,03                    | 19,04        |
| 60                | 8          | 0,34 ± 0,02                    | 17,60        | 6         | 0,46 ± 0,02                    | 11,76        | 13         | 0,55 ± 0,02                    | 12,67        |
| 65                | 11         | 0,40 ± 0,02                    | 13,81        | 6         | 0,49 ± 0,02                    | 9,17         | 11         | 0,59 ± 0,02                    | 10,21        |
| 70                | 11         | 0,41 ± 0,01                    | 10,26        | 3         | 0,51 ± 0,02                    | 7,13         | 7          | 0,57 ± 0,04                    | 16,79        |
| 75                | 10         | 0,43 ± 0,02                    | 16,39        | 3         | 0,50 ± 0,03                    | 10,13        | 7          | 0,59 ± 0,03                    | 14,12        |
| 80                | 9          | 0,47 ± 0,03                    | 16,61        | 3         | 0,50 ± 0,02                    | 6,99         | 7          | 0,56 ± 0,03                    | 15,35        |
| <b>Trung bình</b> | <b>101</b> | <b>0,33<sup>b</sup> ± 0,02</b> | <b>17,26</b> | <b>80</b> | <b>0,38<sup>b</sup> ± 0,02</b> | <b>14,45</b> | <b>123</b> | <b>0,46<sup>a</sup> ± 0,02</b> | <b>15,27</b> |

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang chữ cái a,b,c khác nhau có sự sai khác có ý nghĩa ( $P < 0,05$ )

NSCP trung bình của cỏ Mombasa thu cắt trong 3 mùa khác nhau rõ rệt ( $P < 0,05$ ). Ngoài ra, chỉ tiêu này biến động nhẹ theo TTS ở các mùa thu cắt. Điều này thể hiện sự liên quan giữa NSCK và tỷ lệ CP của mẫu cỏ tương ứng. Tỷ lệ CP trong mẫu cỏ ít ngày tuổi có thể cao hơn nhưng NSCK lại thấp hơn, do đó có sự lên xuống khác nhau giữa các độ TTS.

Năng suất CP là yếu tố rất quan trọng để lựa chọn và sản xuất cây thức ăn gia súc cho chăn nuôi bò sữa. Hoàng Văn Tạo (2015) cho rằng sản lượng CP ở họ hòa thảo đạt 2,3-7,7 tấn/ha/năm và cao nhất là cỏ Mombasa với 7,7 tấn/ha/năm. Theo đó, kết quả NSCP của chúng tôi thu được trên điều kiện thực tế sản xuất từ 0,33-0,46 tấn/ha/lúa cắt nhân với trung bình 6 lúa cắt/năm là thấp hơn. Tuy nhiên, biến động về hàm lượng CP và NSCK của cỏ theo TTS là khá tương đồng.

**Động thái thay đổi năng suất chất khô cỏ theo tuổi tái sinh trong mùa vụ khác nhau**

Kết quả ước lượng các tham số  $m$ ,  $a$  và  $b$  của các hàm sinh trưởng đối với NSCK của cỏ Mombasa được trình bày ở Bảng 3. Các tham số thống kê đánh giá độ tin cậy, độ chính xác và khả năng dự đoán của các hàm sinh trưởng được thể hiện ở Bảng 4. Kết quả lựa chọn hàm hồi quy phù hợp nhất mô tả động thái tích lũy khối lượng của cỏ Mombasa thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 3. Kết quả ước lượng các tham số của hàm sinh trưởng cho năng suất chất khô cỏ Mombasa

| Mùa  | Hàm sinh trưởng    | Tham số           |                 |                 | $R^2$ |
|------|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------|
|      |                    | $m \pm SE$        | $a \pm SE$      | $b \pm SE$      |       |
| Khô  | Gompertz           | 19.004,5±20.550,6 | 2,70916±0,99058 | 0,06248±0,03739 | 77,97 |
|      | Logistic           | 8.211,1±2.701,7   | 5,47733±1,67219 | 0,18738±0,04266 | 78,12 |
|      | Johnson-Schumacher | 98.393,8±184.892  | 106,2100±116,56 | 24,3078±16,8096 | 77,93 |
| Nóng | Gompertz           | 11.779,4±4.533,4  | 2,06308±0,33123 | 0,09625±0,03159 | 85,70 |
|      | Logistic           | 7.673,96±1205,16  | 4,07763±0,61007 | 0,22401±0,03500 | 86,04 |
|      | Johnson-Schumacher | 46.265,6±41493,1  | 57,9959±40,3454 | 16,9236±7,7225  | 85,56 |
| Mưa  | Gompertz           | 9.140,97±602,79   | 2,03605±0,08661 | 0,22466±0,02690 | 88,73 |
|      | Logistic           | 8.010,71±299,67   | 5,03966±0,41196 | 0,39716±0,32742 | 89,44 |
|      | Johnson-Schumacher | 19.212,8±3.272,4  | 14,3836±3,5626  | 5,1504±1,2222   | 87,98 |

Bảng 4. Các tham số thống kê đánh giá độ tin cậy, độ chính xác và khả năng dự đoán tiềm năng của các hàm sinh trưởng

| Hàm sinh trưởng    | $R^2$ (%) | Adj- $R^2$ (%) | ME (kg) | MAE (kg) | MPE (kg) | MAPE (kg) |
|--------------------|-----------|----------------|---------|----------|----------|-----------|
| <b>- Mùa Khô</b>   |           |                |         |          |          |           |
| Gompertz           | 77,97     | 77,52          | 1,134   | 444,43   | -3,115   | 15,367    |
| Logistic           | 78,12     | 77,68          | 2,034   | 444,12   | -3,005   | 15,360    |
| Jonhson-Schumacher | 77,93     | 77,47          | 1,530   | 444,36   | -3,060   | 15,336    |
| <b>- Mùa Nóng</b>  |           |                |         |          |          |           |
| Gompertz           | 85,70     | 85,33          | 1,780   | 357,181  | -2,257   | 12,477    |
| Logistic           | 86,04     | 85,68          | 3,222   | 351,337  | -2,110   | 12,319    |
| Jonhson-Schumacher | 85,56     | 85,56          | 0,979   | 359,119  | -2,354   | 12,491    |
| <b>- Mùa Mưa</b>   |           |                |         |          |          |           |
| Gompertz           | 88,73     | 88,55          | 9,431   | 534,548  | -1,521   | 14,226    |
| Logistic           | 89,44     | 89,28          | 10,237  | 513,798  | -1,364   | 13,400    |
| Jonhson-Schumacher | 87,98     | 87,80          | 5,409   | 548,016  | -2,007   | 14,526    |

Ghi chú:  $R^2$  và Adj- $R^2$ : Hệ số xác định và hệ số xác định hiệu chỉnh; ME (Mean Error): Sai số trung bình; MAE (Mean Absolute Error): Sai số tuyệt đối trung bình; MPE (Mean Predictive Error): Sai số dự đoán trung bình; MAPE (Mean absolute Predictive Error): Sai số dự đoán tuyệt đối.

Kết quả cho thấy, đối với khoảng TTS từ 25 đến 80 ngày, trong cùng một mùa, hệ số xác định ( $R^2$ ) của 3 hàm là tương đương nhau (chênh lệch dưới 1%) và đều ở mức cao (77,93-89,44%). NSCK tối đa (kg/ha/lúa cắt) của cỏ ước tính thấp nhất ở hàm Logistic (8.211,10; 7.673,96 và 8.010,71) và cao nhất ở hàm Johnson Schumacher (98.393,8; 46.265,6 và 19.212,8) (Bảng 3). Tuy nhiên, có thể thấy các giá trị ước tính của hàm Johnson Schumacher quá cao so với năng suất thực tế có thể đạt được ở cỏ Mombasa cho dù để cỏ tiếp tục sinh trưởng trong thời gian dài, kể cả trong điều kiện thời tiết thuận lợi. Như vậy, trong 3 hàm xem xét, chỉ có thể sử dụng hàm Gompertz và Logistic để mô tả sinh trưởng tích lũy khối lượng VCK của cỏ Mombasa. Trong đó, hàm Logistic có độ tin cậy là cao hơn ( $R^2$  và Adj- $R^2$  lớn hơn), chính xác hơn (MAE trị tuyệt đối nhỏ hơn) và khả năng dự đoán tiềm năng cao hơn (MPE, MAPE trị tuyệt đối nhỏ hơn) (Bảng 4).

Bảng 5. Các hàm sinh trưởng Logistic mô tả động thái tích lũy khối lượng chất khô của cỏ Mombasa

|          | $R^2$ (%) | Hàm sinh trưởng Logistic                             |
|----------|-----------|--|
| Mùa Khô  | 78,12     | NSCK = $8.211,05/(1 + 5,47732*\exp(-0,187381* TTS))$ |
| Mùa Nóng | 86,04     | NSCK = $7.673,96/(1 + 4,07763*\exp(-0,224012*TTS))$  |
| Mùa Mưa  | 89,44     | NSCK = $8.010,71/(1 + 5,03966*\exp(-0,397158* TTS))$ |

Cho đến nay, hàm Logistic đã được sử dụng khá phổ biến để đánh giá quá trình sinh trưởng của cỏ trong các nghiên cứu về đồng cỏ trong chăn thả cũng như các giống cỏ trồng. Parsons và cs. (1999) cho rằng hàm Logistic mô tả đầy đủ sự tích lũy sinh khối của cỏ (khối lượng, diện tích lá, chiều cao hoặc mật độ) từ tuổi thiết lập ban đầu hay toàn bộ quá trình tái sinh. Hernández (2013) cũng đã sử dụng hàm Logistic hỗn hợp để mô tả sự phát triển của giống cỏ nhiệt đới *Pennisetum hy-Brid cv. Maralfalfa*. Ông đã xác định điểm uốn của đường cong mô tả tích lũy khối lượng VCK của giống cỏ này ở 150 ngày, đó chính là thời điểm thu hoạch cỏ tốt nhất nếu mục đích là tối ưu hóa tổng sản lượng chất khô.

Điểm uốn là giá trị quan trọng giúp người trồng cỏ xác định được thời điểm thay đổi tốc độ sinh trưởng, năng suất chất lượng của cỏ từ đó đưa ra quyết định thu cắt hợp lý. TTS và NSCK ước tính bằng hàm Logistic được trình bày ở Bảng 6.

Bảng 6. Ước tính tuổi tái sinh, năng suất chất khô tại điểm uốn trên đường cong sinh trưởng của cỏ Mombasa

|  | Mùa Khô | Mùa Nóng | Mùa Mưa |
|--|---------|----------|---------|
| Tuổi tái sinh tại điểm uốn (ngày)      | 70      | 56       | 45      |
| Năng suất tại điểm uốn (kg/ha/lúa cắt) | 4,106   | 3,837    | 4,005   |

Ghi chú: Công thức tính thời gian tại điểm uốn (Goshu và Koya, 2013):  $(lna)/b*5+25$  với 25 là mốc TTS ban đầu và 5 là khoảng cách giữa các TTS xem xét; Công thức ước tính năng suất tại điểm uốn:  $m/2$ .

TTS tại điểm uốn của cỏ trong mùa Khô dài nhất đến mùa Nóng và thấp nhất là cỏ trong mùa Mưa. Kết quả này thể hiện sự hợp lý theo đặc điểm quy luật sinh trưởng của cỏ dưới tác động của điều kiện thời tiết, khí hậu giữa các mùa khác nhau như đã phân tích ở trên. Năng suất của cỏ tại điểm uốn là sự kết hợp giữa tốc độ và TTS. Giá trị ước tính của năng suất tại điểm uốn trong 3 mùa không chênh lệch nhau nhiều.

Đường cong sinh trưởng của cỏ từ 25 đến 80 ngày tái sinh sẽ chỉ mô tả một phần trong chu kỳ sinh trưởng tự nhiên của cỏ. Theo David và cs. (1993), giai đoạn 2-sinh trưởng nhanh của cỏ thường bắt đầu sau 10-15 ngày từ khi thu cắt hoặc chăn thả. Đồng thời, nhìn vào tuổi cỏ tại điểm uốn xác định ở Bảng 6, có thể thấy từ 25-80 ngày tái sinh là khoảng thời gian chủ yếu của pha 2 và 3 trên đường cong sinh trưởng của cỏ. Trong pha 2, tức là thời kỳ sinh dưỡng của cây, tăng trưởng của thân và lá diễn ra mạnh mẽ và giá trị dinh dưỡng còn rất cao. Tuy nhiên, khi cỏ bắt đầu bước sang pha 3, phần trên của đường cong, sinh trưởng vẫn tiếp tục nhưng với tốc độ chậm hơn. Các tán lá đã được lấp đầy trong thảm cỏ và tăng trưởng về kích thước và khối lượng chậm lại đồng thời quá trình xơ hóa bắt đầu được đẩy mạnh. Thu cắt cỏ vào cuối pha 2 giúp người chăn nuôi có được sản lượng cỏ là tốt nhất.

### Thay đổi chất lượng của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh và mùa vụ thu cắt khác nhau

#### Thay đổi về tỷ lệ protein thô

Cỏ Mombasa là một trong các thành phần chính của khẩu phần ăn cho bò sữa tại TH. Do đó, thay đổi về tỷ lệ CP của cỏ có sự tác động đáng kể đến hàm lượng CP chung của khẩu phần. Cũng vì vậy, ở mỗi đợt thu cắt, cỏ đều được lấy mẫu phân tích các thành phần hóa học, trong đó có CP. Kết quả phân tích hàm lượng CP (%VCK) của cỏ Mombasa theo TTS và mùa thu cắt được thể hiện ở Bảng 7.

Bảng 7. Biến động tỷ lệ protein thô của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh và mùa vụ thu cắt(%VCK)

| TTS<br>(ngày)     | Mùa Khô    |                                 |               | Mùa Nóng  |                                 |               | Mùa Mưa    |                                 |               |
|-------------------|------------|---------------------------------|---------------|-----------|---------------------------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------|
|                   | <i>n</i>   | <i>Mean ± SE</i>                | <i>CV (%)</i> | <i>n</i>  | <i>Mean ± SE</i>                | <i>CV (%)</i> | <i>n</i>   | <i>Mean ± SE</i>                | <i>CV (%)</i> |
| 25                | 5          | 15,56 ± 0,61                    | 8,77          | 4         | 15,05 ± 0,55                    | 7,37          | 5          | 14,71 ± 0,51                    | 7,69          |
| 30                | 5          | 15,22 ± 0,32                    | 4,63          | 9         | 13,36 ± 0,32                    | 7,13          | 10         | 13,38 ± 0,32                    | 7,53          |
| 35                | 5          | 14,78 ± 0,56                    | 8,43          | 9         | 12,48 ± 0,45                    | 10,73         | 12         | 12,86 ± 0,40                    | 10,78         |
| 40                | 7          | 14,12 ± 0,54                    | 10,14         | 10        | 11,52 ± 0,38                    | 10,50         | 26         | 11,17 ± 0,22                    | 9,96          |
| 45                | 6          | 13,95 ± 0,44                    | 7,65          | 13        | 11,36 ± 0,36                    | 11,46         | 18         | 10,95 ± 0,19                    | 7,15          |
| 50                | 11         | 11,84 ± 0,34                    | 9,41          | 7         | 10,95 ± 0,58                    | 13,97         | 7          | 10,15 ± 0,19                    | 4,93          |
| 55                | 13         | 10,81 ± 0,32                    | 10,52         | 7         | 10,41 ± 0,53                    | 13,38         | 10         | 9,62 ± 0,25                     | 8,34          |
| 60                | 8          | 10,53 ± 0,27                    | 7,17          | 6         | 10,45 ± 0,51                    | 12,04         | 13         | 9,06 ± 0,23                     | 8,96          |
| 65                | 11         | 10,08 ± 0,31                    | 10,21         | 6         | 10,08 ± 0,19                    | 4,71          | 11         | 9,33 ± 0,31                     | 10,87         |
| 70                | 11         | 10,13 ± 0,44                    | 14,25         | 3         | 9,80 ± 0,56                     | 9,84          | 7          | 8,37 ± 0,34                     | 10,67         |
| 75                | 10         | 9,70 ± 0,46                     | 14,87         | 3         | 9,50 ± 0,50                     | 9,18          | 7          | 8,23 ± 0,32                     | 10,30         |
| 80                | 9          | 10,21 ± 0,42                    | 12,26         | 3         | 9,33 ± 0,27                     | 5,06          | 7          | 7,57 ± 0,35                     | 12,19         |
| <b>Trung bình</b> | <b>101</b> | <b>12,24<sup>a</sup> ± 0,42</b> | <b>9,86</b>   | <b>80</b> | <b>11,19<sup>b</sup> ± 0,43</b> | <b>9,61</b>   | <b>133</b> | <b>10,45<sup>c</sup> ± 0,30</b> | <b>9,11</b>   |

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang chữ cái a,b,c khác nhau có sự sai khác có ý nghĩa ( $P < 0,05$ )

Bảng 7 cho thấy, giữa các mùa thu cắt khác nhau, tỷ lệ CP của cỏ là khác nhau có ý nghĩa ( $P < 0,001$ ). Trong đó, CP trung bình của cỏ thu cắt trong mùa Khô là cao nhất với 12,24% tiếp đến là cỏ trong mùa Nóng với 11,19% và thấp nhất là cỏ thu cắt trong mùa Mưa với 10,45%. Điều này có thể giải thích trong mùa Khô, cây sinh trưởng chậm, hàm lượng nước trong cây ít nên hàm lượng CP cao hơn. Ngược lại vào mùa Mưa, cây sinh trưởng nhanh và hàm lượng nước trong cỏ nhiều nên hàm lượng CP thấp hơn.



Theo Bảng 7, tỷ lệ CP của cỏ Mombasa nằm trong khoảng từ 7,57-15,56%. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Hoàng Văn Tạo (2015) trên cỏ Mombasa tại cùng địa bàn. Mức CP này cho thấy chất lượng của cỏ Mombasa nằm trong phạm vi đáp ứng được với yêu cầu sinh lý tiêu hóa dạ cỏ từ 7% (NRC, 2001; ARC, 1980) và 8% theo gợi ý của Norton (1994). Tuy nhiên, độ biến động của thành phần này khá lớn giữa các thời điểm thu cắt cỏ khác nhau. Đánh giá biến động của CP, chúng tôi sử dụng mô hình ANOVA hai nhân tố (TTS và mùa vụ) có tương tác. Kết quả thu được ở Bảng 8.

Bảng 8. Ảnh hưởng của tuổi tái sinh và mùa thu cắt đến hàm lượng protein thô (CP, %VCK) của cỏ Mombasa

| Nhân tố         | Độ tự do | Tổng bình phương hiệu chỉnh | Trung bình bình phương hiệu chỉnh | Giá trị F | Xác suất P |
|-----------------|----------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
| Mùa thu cắt     | 2        | 159,12                      | 79,56                             | 64,66     | <0,001     |
| TTS             | 11       | 840,03                      | 76,37                             | 62,07     | <0,001     |
| Mùa thu cắt*TTS | 22       | 53,20                       | 2,42                              | 1,97      | 0,007      |
|                 |          | $R^2 = 75,50\%$             | $Adj-R^2 = 72,42\%$               |           |            |

Chú thích:  $R^2$  và  $Adj-R^2$ : hệ số xác định và hệ số xác định hiệu chỉnh, giá trị càng cao, sự ảnh hưởng của các nhân tố đến biến phụ thuộc càng lớn.

TTS có ảnh hưởng tới hàm lượng CP của cỏ ( $P < 0,001$ ): TTS càng cao, tỷ lệ CP càng giảm, cỏ cắt ở 25 ngày tuổi có hàm lượng CP từ 14,71-15,56% và giảm dần tới dưới 10% ở cỏ có độ tuổi 75-80 ngày. Xu hướng này tương tự với các đánh giá của Barroco (2018) ở hai độ TTS 30 và 45 ngày của cỏ Mombasa.

Có sự tương tác giữa mùa cắt và TTS ( $P = 0,007$ ), nghĩa là phản ứng của tỷ lệ CP với TTS của cỏ có sự khác nhau giữa các mùa. Hàm lượng CP của cỏ cắt trong mùa Mưa giảm nhanh hơn so với hai mùa còn lại.

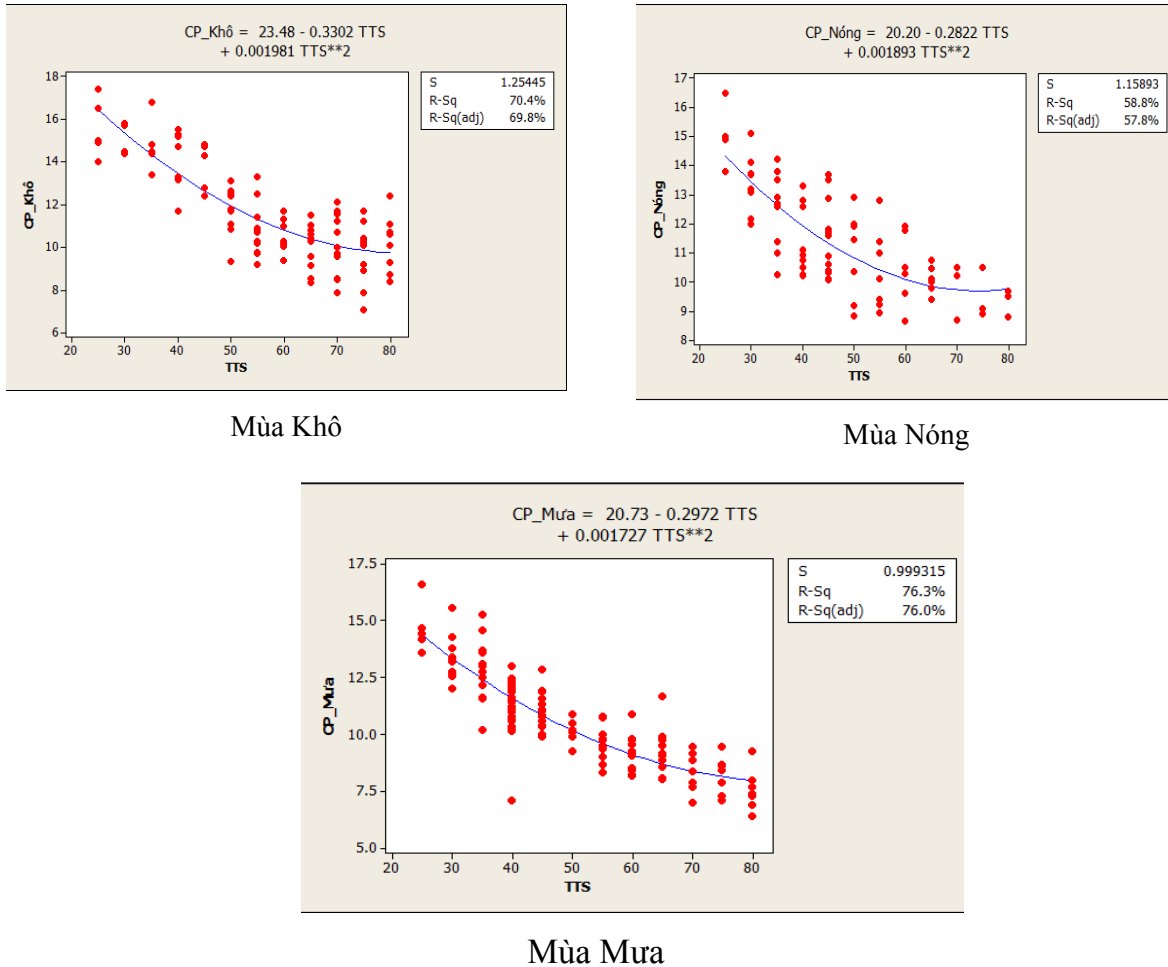
Có thể thấy, hàm lượng CP của cỏ cắt trong mùa Nóng và mùa Mưa giảm nhanh ở ngay các giai đoạn đầu của quá trình tái sinh trưởng, trong khi cỏ trong mùa Khô có sự suy giảm về hàm lượng này chậm hơn ở giai đoạn đầu và bắt đầu giảm mạnh ở giai đoạn từ 50 ngày tái sinh trở đi.

Mô hình bình phương bé nhất tổng (general least squares model) được áp dụng để tìm phương trình hồi quy phù hợp nhất thể hiện sự phụ thuộc giữa hàm lượng CP là các biến phụ thuộc đối với TTS cho từng mùa (biến độc lập). Kết quả phân tích hồi quy được thể hiện ở Bảng 9.

Bảng 9. Phương trình hồi quy giữa tỷ lệ CP và TTS trong các mùa thu cắt khác nhau

| Phương trình hồi quy  | S        | $R^2$ (%) | $R^2$ -adj (%) |
|---|----------|-----------|----------------|
| Mùa Khô<br>CP = 23,48-0,3302 TTS + 0,001981 TTS <sup>2</sup>  | 1,25445  | 70,4      | 69,8           |
| Mùa Nóng<br>CP = 20,20-0,2822 TTS + 0,001893 TTS <sup>2</sup> | 1,15893  | 58,8      | 57,8           |
| Mùa Mưa<br>CP = 20,73-0,2972 TTS + 0,001727 TTS <sup>2</sup>  | 0,999315 | 76,3      | 76,0           |

TTS có mối liên quan khá chặt chẽ với hàm lượng CP trong cỏ, thể hiện theo phương trình bậc hai. Độ chính xác của phương trình hồi quy đạt mức cao trong mùa Khô và mùa Mưa ( $R^2 > 70\%$ ), mức chấp nhận được trong mùa Nóng ( $R^2 = 58,8\%$ ). Cả ba phương trình đều thể hiện sự suy giảm hàm lượng CP theo sự tăng dần của TTS ở trong ba mùa thu cắt. Trong đó, mức suy giảm CP trong mùa Mưa diễn ra rất nhanh so với hai mùa còn lại. Ở giai đoạn đầu, tốc độ giảm CP xảy ra nhanh và chậm dần ở giai đoạn sau.



Hình 1. Hồi quy giữa tỷ lệ protein thô và tuổi tái sinh của cỏ Mombasa thu cắt trong 3 mùa (%VCK)

### Thay đổi về tỷ lệ xơ ADF

Xơ không tan bởi chất tẩy axit (ADF) là một phần trong tổng chất xơ thực vật. ADF bao gồm cellulose và lignin từ thành tế bào và một lượng xylan khác nhau và các thành phần khác. ADF càng cao thì khả năng tiêu hóa của xơ càng thấp. Phân tích chỉ tiêu này ở các mẫu cỏ thu thập được cho thấy biến động như ở Bảng 10. Kết quả phân tích ANOVA đánh giá sự tác động của hai nhân tố TTS và mùa vụ thu cắt và tương tác của 2 nhân tố này đến tỷ lệ xơ ADF của cỏ Mombasa được thể hiện ở Bảng 11.

Xơ ADF thay đổi khác nhau rõ rệt giữa cỏ thu cắt ở các mùa ( $P < 0,001$ ), và tuổi tái sinh khác nhau ( $P < 0,001$ ). Cỏ cắt trong mùa Mưa có tỷ lệ ADF trung bình là cao nhất (44,64%), mùa Nóng thấp hơn (42,88%) và thấp nhất là cỏ cắt trong mùa Khô (41,97%).

Như vậy, lượng mưa và nhiệt độ khác nhau giữa các mùa có sự tác động mạnh tới tốc độ sinh trưởng và phát triển của thân lá cỏ Mombasa. Cỏ trong mùa Khô nhận được lượng mưa rất hạn chế và nền nhiệt thấp hơn nên quá trình sinh trưởng kéo dài hơn. Do đó, quá trình hình thành vách thứ cấp trong tế bào thân lá diễn ra chậm hơn. Điều này có thể diễn ra ngược lại đối với cỏ trong mùa Mưa, lượng mưa dồi dào và nền nhiệt cao thúc đẩy sự sinh trưởng và phát triển mạnh mẽ ở thân lá, tế bào nhanh trưởng thành và quá trình xơ hóa cũng mạnh hơn.

Bảng 10. Biến động tỷ lệ ADF của cỏ Mombasat theo tuổi tái sinh và mùa vụ thu cắt (%VCK)

| TTS<br>(ngày)     | Mùa Khô    |                                 |             | Mùa Nóng  |                                 |             | Mùa Mưa    |                                 |             |
|-------------------|------------|---------------------------------|-------------|-----------|---------------------------------|-------------|------------|---------------------------------|-------------|
|                   | <i>n</i>   | Mean ± SE                       | CV (%)      | <i>n</i>  | Mean ± SE                       | CV (%)      | <i>n</i>   | Mean ± SE                       | CV (%)      |
| 25                | 5          | 39,62 ± 0,86                    | 4,87        | 4         | 38,78 ± 0,83                    | 4,26        | 5          | 40,84 ± 0,74                    | 4,05        |
| 30                | 5          | 39,86 ± 0,52                    | 2,90        | 9         | 41,03 ± 0,58                    | 4,23        | 10         | 41,51 ± 0,69                    | 5,26        |
| 35                | 5          | 40,04 ± 1,17                    | 6,54        | 9         | 40,65 ± 0,71                    | 5,2         | 12         | 41,17 ± 0,41                    | 5,79        |
| 40                | 7          | 40,67 ± 0,82                    | 5,30        | 10        | 41,63 ± 0,49                    | 3,72        | 26         | 42,08 ± 0,48                    | 5,00        |
| 45                | 6          | 40,55 ± 0,55                    | 3,30        | 13        | 41,42 ± 0,44                    | 3,87        | 18         | 42,92 ± 0,56                    | 4,72        |
| 50                | 11         | 41,60 ± 0,47                    | 3,77        | 7         | 42,53 ± 0,91                    | 5,63        | 7          | 44,57 ± 0,75                    | 3,32        |
| 55                | 13         | 42,40 ± 0,50                    | 4,23        | 7         | 42,49 ± 1,27                    | 7,91        | 10         | 45,13 ± 0,58                    | 5,25        |
| 60                | 8          | 42,19 ± 0,50                    | 3,37        | 6         | 44,02 ± 0,57                    | 3,19        | 13         | 46,25 ± 1,03                    | 4,48        |
| 65                | 11         | 42,76 ± 0,57                    | 4,42        | 6         | 43,62 ± 0,90                    | 5,07        | 11         | 46,25 ± 0,55                    | 7,42        |
| 70                | 11         | 43,76 ± 0,56                    | 4,22        | 3         | 45,13 ± 1,23                    | 4,74        | 7          | 48,13 ± 1,12                    | 3,04        |
| 75                | 10         | 45,36 ± 0,85                    | 5,94        | 3         | 45,93 ± 0,72                    | 2,72        | 7          | 48,04 ± 1,08                    | 6,16        |
| 80                | 9          | 44,84 ± 0,99                    | 6,63        | 3         | 47,30 ± 0,64                    | 2,35        | 7          | 48,81 ± 0,72                    | 5,84        |
| <b>Trung bình</b> | <b>101</b> | <b>41,97<sup>c</sup> ± 0,70</b> | <b>4,62</b> | <b>80</b> | <b>42,88<sup>b</sup> ± 0,77</b> | <b>4,41</b> | <b>133</b> | <b>44,64<sup>a</sup> ± 0,72</b> | <b>5,03</b> |

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang chữ cái a,b,c khác nhau có sự sai khác có ý nghĩa ( $P < 0,05$ )

Sự ảnh hưởng của TTS đến tỷ lệ ADF của cỏ cho thấy, cắt cỏ càng muộn, tỷ lệ ADF càng cao. Tỷ lệ xơ ADF thấp nhất ở cỏ 25 ngày tuổi với 38,78 và 39,62% trong mùa Nóng và mùa Khô, 40,8% trong mùa Mưa. Theo TTS, tỷ lệ này tăng dần đến 80 ngày tuổi với 44,84-48,81%. Như vậy, cỏ càng già, tỷ lệ xơ khó tiêu hóa càng cao hay nói cách khác hiệu quả tiêu hóa xơ của cỏ Mombasa càng giảm. Điều này phù hợp với quy luật sinh trưởng thông thường của thực vật nói chung và các cây thức ăn nói riêng.

Bảng 11. Ảnh hưởng của tuổi tái sinh và mùa thu cắt đến hàm lượng ADF của cỏ Mombasa (%VCK)

| Nhân tố           | Độ tự do | Tổng bình phương hiệu chỉnh | Trung bình bình phương hiệu chỉnh | Giá trị F | Xác suất P |
|-------------------|----------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
| Mùa thu cắt       | 2        | 368,02                      | 184,01                            | 39,85     | <0,001     |
| TTS               | 11       | 1129,47                     | 102,68                            | 22,24     | <0,001     |
| Mùa thu cắt * TTS | 22       | 97,55                       | 4,43                              | 0,96      | 0,682      |
|                   |          | $R^2 = 56,73\%$             | $Adj-R^2 = 51,28\%$               |           |            |

Chú thích:  $R^2$  và  $Adj-R^2$ : hệ số xác định và hệ số xác định hiệu chỉnh, giá trị càng cao, sự ảnh hưởng của các nhân tố đến biến phụ thuộc càng lớn.

Hare và cs. (2013) cũng đã đánh giá chỉ tiêu xơ NDF và ADF của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh (30, 45, 60 và 90 ngày). Tác giả phân tích riêng rẽ hàm lượng xơ phần thân và phần lá của cỏ. Tuy nhiên, dù ở thân hay lá, hàm lượng xơ NDF và ADF cũng tăng dần theo TTS: ADF của thân tăng từ 40,3% ở cỏ 30 ngày lên 50,8% ở cỏ 90 ngày; ADF của lá tăng từ 35,6% đến 40,1% tương ứng.

Sự tương tác giữa 2 nhân tố TTS và mùa vụ thu cắt đến tỷ lệ ADF của cỏ Mombasa không có ý nghĩa thống kê trong phạm vi nghiên cứu này ( $P=0,682$  (Bảng 11)).

### Khoảng cách thu cắt tối ưu của cỏ Mombasa theo tuổi tái sinh và mùa vụ thu cắt

Khoảng cách thu cắt cỏ Mombasa tối ưu được xác định liên quan đến sự cân bằng giữa năng suất và chất lượng của cỏ. Tỷ lệ CP và ADF đại diện cho chất lượng của cỏ tại thời điểm thu cắt. Căn cứ vào đường cong sinh trưởng, tốc độ sinh trưởng của cỏ đạt cực đại tại điểm uốn trên đường cong. Đây là thời điểm thu hoạch cỏ tối ưu nếu tiêu chí sản xuất là tối đa hóa năng suất của cỏ. Tuy nhiên, khi thay thế giá trị ước tính của TTS vào phương trình hồi quy của tỷ lệ CP theo TTS ở Bảng 12 cho thấy, cỏ cắt ở độ tuổi tại điểm uốn có hàm lượng CP là 10,07; 10,33 và 10,85%, thấp hơn so với yêu cầu về chất lượng cỏ đặt ra tối thiểu là 12%. Do vậy, cần thu cắt cỏ ở trước thời điểm ước tính của điểm uốn để nâng cao chất lượng cỏ, đáp ứng nhu cầu về protein trong khẩu phần ăn cho bò.

Mức độ ưu tiên giữa chất lượng và năng suất có thể thay đổi theo từng giai đoạn, hoặc đối với các nhóm bò sử dụng khác nhau, tùy thuộc vào nhu cầu thực tế của trang trại. Trong phạm vi nghiên cứu này, chúng tôi xác định tuổi thu cắt tối ưu của cỏ ưu tiên theo tiêu chí chất lượng, cụ thể là hàm lượng CP trên mức tối thiểu và càng cao càng tốt, ADF càng thấp càng tốt và NSCK chấp nhận được. Phân tích lựa chọn được dựa vào kết quả phân tích so sánh sau ANOVA đối với 3 chỉ tiêu NSCK và hàm lượng CP, ADF (biến phụ thuộc) theo TTS (biến độc lập) trong từng mùa được thể hiện tại (Bảng 12).

Bảng 12. So sánh năng suất và chất lượng cỏ theo tuổi tái sinh trong các mùa

| TTS<br>(ngày) | Mùa Khô                    |                           |                           | Mùa Nóng                 |                           |                           | Mùa Mưa                 |                           |                          |
|---------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
|               | NSCK<br>(tấn/ha)           | CP<br>(%VCK)              | ADF<br>(%VCK)             | NSCK<br>(tấn/ha)         | CP<br>(%VCK)              | ADF<br>(%VCK)             | NSCK<br>(tấn/ha)        | CP<br>(%VCK)              | ADF<br>(%VCK)            |
| 25            | 1,34 <sup>f</sup>          | 15,56 <sup>a</sup>        | 39,62 <sup>d</sup>        | 1,56 <sup>f</sup>        | 15,05 <sup>a</sup>        | 38,78 <sup>d</sup>        | 1,82 <sup>h</sup>       | 14,71 <sup>a</sup>        | 40,84 <sup>d</sup>       |
| 30            | 1,65 <sup>ef</sup>         | 15,22 <sup>a</sup>        | 39,86 <sup>d</sup>        | 1,90 <sup>f</sup>        | 13,36 <sup>ab</sup>       | 41,03 <sup>cd</sup>       | <b>2,11<sup>h</sup></b> | <b>13,38<sup>ab</sup></b> | <b>41,51<sup>d</sup></b> |
| 35            | 1,79 <sup>def</sup>        | 14,78 <sup>a</sup>        | 40,04 <sup>d</sup>        | <b>2,36<sup>ef</sup></b> | <b>12,48<sup>bc</sup></b> | <b>40,65<sup>cd</sup></b> | 2,46 <sup>gh</sup>      | 12,86 <sup>b</sup>        | 41,17 <sup>d</sup>       |
| 40            | 1,98 <sup>def</sup>        | 14,12 <sup>ab</sup>       | 40,67 <sup>cd</sup>       | 2,41 <sup>ef</sup>       | 11,52 <sup>bcd</sup>      | 41,63 <sup>bcd</sup>      | 2,91 <sup>g</sup>       | 11,17 <sup>c</sup>        | 42,08 <sup>d</sup>       |
| 45            | <b>2,20<sup>cdef</sup></b> | <b>13,95<sup>ab</sup></b> | <b>40,55<sup>cd</sup></b> | 2,62 <sup>de</sup>       | 11,36 <sup>cd</sup>       | 41,42 <sup>cd</sup>       | 3,91 <sup>f</sup>       | 10,95 <sup>c</sup>        | 42,92 <sup>cd</sup>      |
| 50            | 2,52 <sup>cde</sup>        | 11,84 <sup>b</sup>        | 41,60 <sup>bcd</sup>      | 3,21 <sup>cd</sup>       | 10,95 <sup>cd</sup>       | 42,53 <sup>bcd</sup>      | 4,62 <sup>ef</sup>      | 10,15 <sup>cd</sup>       | 44,57 <sup>bcd</sup>     |
| 55            | 2,82 <sup>cd</sup>         | 10,81 <sup>bc</sup>       | 42,40 <sup>bcd</sup>      | 3,65 <sup>bc</sup>       | 10,41 <sup>d</sup>        | 42,49 <sup>bcd</sup>      | 5,55 <sup>de</sup>      | 9,62 <sup>de</sup>        | 45,13 <sup>abc</sup>     |
| 60            | 3,24 <sup>bc</sup>         | 10,53 <sup>bc</sup>       | 42,19 <sup>abcd</sup>     | 4,39 <sup>ab</sup>       | 10,46 <sup>cd</sup>       | 44,02 <sup>abc</sup>      | 6,04 <sup>cd</sup>      | 9,06 <sup>def</sup>       | 46,25 <sup>ab</sup>      |
| 65            | 3,95 <sup>ab</sup>         | 10,08 <sup>bc</sup>       | 42,76 <sup>abcd</sup>     | 4,82 <sup>a</sup>        | 10,08 <sup>d</sup>        | 43,62 <sup>abc</sup>      | 6,31 <sup>bcd</sup>     | 9,33 <sup>de</sup>        | 46,25 <sup>ab</sup>      |
| 70            | 4,09 <sup>ab</sup>         | 10,13 <sup>bc</sup>       | 43,76 <sup>abc</sup>      | 5,18 <sup>a</sup>        | 9,80 <sup>cd</sup>        | 45,13 <sup>abc</sup>      | 6,84 <sup>abc</sup>     | 8,37 <sup>ef</sup>        | 48,13 <sup>ab</sup>      |
| 75            | 4,58 <sup>a</sup>          | 9,70 <sup>c</sup>         | 45,36 <sup>a</sup>        | 5,25 <sup>a</sup>        | 9,50 <sup>d</sup>         | 45,93 <sup>ab</sup>       | 7,12 <sup>ab</sup>      | 8,23 <sup>ef</sup>        | 48,04 <sup>ab</sup>      |
| 80            | 4,66 <sup>a</sup>          | 10,21 <sup>bc</sup>       | 44,84 <sup>ab</sup>       | 5,39 <sup>a</sup>        | 9,33 <sup>d</sup>         | 47,30 <sup>a</sup>        | 7,36 <sup>a</sup>       | 7,57 <sup>f</sup>         | 48,81 <sup>a</sup>       |

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang chữ cái a,b,c khác nhau có sự sai khác có ý nghĩa ( $P<0,05$ )

Trong mùa Khô, tỷ lệ CP của cỏ đạt mức cao nhất và không khác biệt nhiều khi TTS tăng từ 25 tới 35 ngày tuổi. Tuy nhiên, trong mùa này cỏ sinh trưởng chậm nên giai đoạn này, năng suất của cỏ còn rất thấp. Cho tới 45 ngày tuổi trở đi, NSCK của cỏ mới đạt đến mức trên 2 tấn/ha, tương ứng khoảng 9 tấn chất xanh/ha, đủ điều kiện thu hoạch bằng máy. Lúc này,

chiều cao thân lá của cỏ đạt 65cm. Sang 50 ngày tuổi, chất lượng của cỏ có sự suy giảm rõ rệt (CP giảm từ 13,95 xuống 11,84%, ADF tăng từ 40,55 lên 41,60%). Vậy trong mùa Khô, nên thu hoạch cỏ ở thời điểm 45 ngày tái sinh để có chất lượng cỏ tối ưu.

Trong mùa Nóng, NSCK đạt trên 2 tấn/ha từ 35 ngày tuổi. Tỷ lệ CP suy giảm khá mạnh ngay ở giai đoạn này và xuống thấp dưới 12% từ tuổi 40 ngày. Vì vậy, thu cắt cỏ ở 35 ngày tái sinh trong mùa này được xem là thời điểm tối ưu.

Trong mùa Mưa, NSCK của cỏ nhanh chóng đạt trên 2 tấn/ha ở 30 ngày tuổi. Trong khi đó, tỷ lệ CP giảm rõ rệt khi cỏ sang 35 ngày tuổi. Vì vậy, trong mùa Mưa, cần lên kế hoạch thu cắt cỏ ngay từ tuổi 30 ngày. Trì hoãn thu hoạch ở giai đoạn này khiến cỏ nhanh chóng giảm hàm lượng CP và quá trình xơ hóa xảy ra mạnh mẽ. Khoảng cách thu cắt cỏ tối ưu này tương đồng với khuyến cáo của Bùi Quang Tuấn (2005) đối với giống cỏ Ghi nê nói chung trong mùa mưa là 30 ngày, sớm hơn so với đề xuất của Từ Quang Hiền và cs. (2002) trong mùa hè thu từ 40–50 ngày và 70-80 ngày trong vụ đông xuân và phù hợp với khuyến cáo về khoảng cách thu cắt đối với cỏ thân bụi của Điền Văn Hưng (1964) từ 30-45 ngày.

Khi năng suất cỏ đạt điều kiện thu hoạch, tiến hành thu cắt cỏ đúng thời điểm sẽ giúp nâng cao chất lượng cỏ và số lần thu cắt trong năm. Từ đó, tăng năng suất tổng số của cỏ về mặt số lượng và cả về chất lượng. Việc đồng cỏ được khai thác tối ưu về năng suất và chất lượng cỏ sẽ giúp cải thiện và duy trì tính hiệu quả sử dụng đất nông nghiệp cũng như hiệu suất chăn nuôi.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### Kết luận

Năng suất chất xanh, năng suất chất khô, năng suất protein và năng suất chất xơ NDF của cỏ Mombasa tại Nghĩa Đàn, Nghệ An khác nhau rõ rệt giữa tuổi tái sinh và mùa vụ thu cắt trong năm. Năng suất đạt cao nhất là vào mùa Mưa, tiếp đến là vào mùa Nóng và thấp nhất là vào mùa Khô.

Hàm Logistic là phù hợp nhất để mô tả động thái tích lũy khối lượng VCK của cỏ theo tuổi tái sinh (kg/ha/lứa cắt):

$$\text{NSCK\_Khô} = 8.211,05 / (1 + 5,47732 * \text{EXP}(-0,187381 * \text{TTS})) \quad (R^2 = 78,12\%)$$

$$\text{NSCK\_Nóng} = 7.673,96 / (1 + 4,07763 * \text{EXP}(-0,224012 * \text{TTS})) \quad (R^2 = 86,04\%)$$

$$\text{NSCK\_Mưa} = 8.010,71 / (1 + 5,03966 * \text{EXP}(-0,397158 * \text{TTS})) \quad (R^2 = 89,44\%)$$

Chất lượng của cỏ Mombasa thông qua tỷ lệ của các chỉ tiêu như Protein, NDF, ADF đều giảm dần theo tuổi tái sinh và khác nhau rõ rệt giữa các mùa thu cắt. Tỷ lệ CP đạt cao nhất là vào mùa Khô, tiếp đến là mùa Nóng và thấp nhất là mùa Mưa. Còn tỷ lệ của NDF, ADF đạt cao nhất là vào mùa Mưa, tiếp đến vào mùa Nóng và thấp nhất là vào mùa Khô.

Khoảng cách thu cắt cỏ Mombasa tối ưu trong các mùa Khô, Nóng và Mưa tương ứng là 45, 35 và 30 ngày.

### Kiến nghị

Thu cắt cỏ ở các độ tuổi tái sinh tối ưu là 30, 35 và 45 ngày tương ứng trong mùa Mưa, Nóng và Khô để tối ưu hóa năng suất và chất lượng cỏ Mombasa cho bò.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

- Bộ Khoa học và Công nghệ. 2001. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4326: 2001 (ISO 6496:1999) về Thức ăn chăn nuôi – Xác định độ ẩm và hàm lượng chất bay hơi khác.
- Bộ Bộ Khoa học và Công nghệ. 2007. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4325: 2007 (ISO 6497: 2002) về Thức ăn chăn nuôi – Lấy mẫu.
- Khoa học và Công nghệ. 2007. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4328-1: 2007 (ISO 5983-1: 2005) về Thức ăn chăn nuôi – Xác định hàm lượng nitơ và tính hàm lượng protein thô.
- Bộ Khoa học và Công nghệ. 2013. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9589: 2013 (ISO 13906:2008) về Thức ăn chăn nuôi – Xác định hàm lượng xơ xử lý bằng chất tẩy axit (ADF) và lignin xử lý bằng chất tẩy axit (ADL).
- Bộ Khoa học và Công nghệ. 2013. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9590: 2013 (ISO 16472: 2006) về Thức ăn chăn nuôi – Xác định hàm lượng xơ xử lý bằng chất tẩy trung tính và amylaza (aNDF).
- Bùi Quang Tuấn. 2005. Kết quả khảo sát giá trị thức ăn của một số cây hòa thảo tại huyện Lương Sơn-Hòa Bình. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp*. 3(1): 69-73.
- Đậu Văn Hải và Nguyễn Trọng Cường. 2016. Đánh giá năng suất, chất lượng của hai giống cỏ sả lá lớn (*Panicum maximum* cv. TD58 và *Panicum maximum* cv. Mombasa) trồng thâm canh tại hộ đồng bào dân tộc ít người của tỉnh Đắk Lắk. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Chăn nuôi*. 66(8): 37-39.
- Điền Văn Hưng. 1964. Cây thức ăn gia súc miền Bắc Việt Nam. Nxb Nông thôn, tr. 125.
- Hoàng Văn Tạo. 2015. Nghiên cứu khả năng sản xuất, đặc tính chịu hạn và lượng đạm bón cho một số cây thức ăn gia súc tại Nghĩa Đàn, Nghệ An. Luận án Tiến sĩ Khoa học Nông nghiệp. Học viện Nông nghiệp Việt Nam.
- Nguyễn Thị Mùi, Nguyễn Văn Quang, Bùi Việt Phong, Hoàng Đình Hiếu. 2011. Nghiên cứu phát triển nguồn thức thô ăn xanh năng suất, chất lượng cao phù hợp với các vùng sinh thái Việt Nam. Báo cáo nghiệm thu đề tài, Viện Chăn nuôi.
- Nguyễn Văn Quang, Bùi Việt Phong, Bùi Thị Hồng, Ngô Đức Minh và Nguyễn Duy Phương. 2010. Nghiên cứu tuyển chọn giống cây thức ăn gia súc phù hợp phục vụ chăn nuôi trâu bò tại huyện Than Uyên và Sìn Hồ tỉnh Lai Châu. Báo cáo khoa học năm 2010, Viện Chăn nuôi, 88-103.
- Tôn Thất Sơn. 2005. Giáo trình Dinh dưỡng và thức ăn vật nuôi. Nhà xuất bản Hà Nội. Tr.104.
- Từ Quang Hiến, Nguyễn Khánh Quốc và Trần Trang Nhung. 2002. Đồng cỏ và cây thức ăn gia súc. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 8-49.

### Tiếng nước ngoài

- ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Slough, uk; commonwealth Agriculturaaux Bureaux.
- Bacorro, T. J., Patricia May B. Reyes, Menandro M. Loresco and Amado A. Angeles. 2018. Herbage dry matter yield, nutrient composition and in vitro gas production of Mulato II and Mombasa grass at 30 and 45 day cutting intervals. *Journal of Veterinarian Animal Science*. 44 (1): 86-89.
- David, W., Pratt, U. C. and Farm Advior, C. E. 1993. Principles of controlled grazing. *Liverstock & range report* no. 932 Spring.
- Hare, M. D., S. Phengphet, T. Songsiri, N. Sutin and Stern, E. 2013. Effect of cutting interval on yield and quality of two *Panicum maximum* cultivars in Thailand. *Tropical Grassland- Forrajes Tropicales*. 1: 87-89.
- Hernández, G. A., Huerta, h. V., Calzada M. M., Jiménez E. O. and Enríquez Quiroz, J.F. 2013. Tropical grass growth functions modeling by using a non-linear mixed model. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* (2013) Volume 1, 90–91.
- Norton, B. W. 1994. Anti-nutritive and toxic factors in forage tree legumes. In: Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M.(eds), *Forage Tree Legumes in tropical Agriculture*. Tropical grassland society of Australia Inc.

NRC-National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C.

Van Soest, P. V., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, Journal of Dairy science. 74(10): 3583-3597.

### ABSTRACT

**Use of non-linear regression function to describe the profile of changes in yield and quality over the regrowth age to determine the appropriate harvesting time for Mombasa grass (*Panicum maximum* cv. Mombasa) in Nghia Dan, Nghe An**

The study was conducted to determine the appropriate harvesting time of Mombasa grass in 3 different seasons in Nghia Dan, Nghe An. Secondary data were collected from 2016 to early 2021. Three growth functions, viz. Gompertz, Logistic, and Johnson-Schumacher were used to describe the change in dry matter yield (DMY) and nutrient composition of Mombasa grass over 12 regrowth ages in 3 seasons, viz. rainy, dry, and hot. The most suitable function was determined based on the accuracy and reliability of the calculated functions. The optimal cutting interval for each season was determined based on the results of analysis of variance and regression analysis of DMY and nutrient composition of grass over regrowth age. The results showed that, Logistic function was the most suitable to describe profile of accumulated DMY over regrowth age. The optimal Mombasa cutting interval in the Dry, Hot and Rainy seasons was 45, 35 and 30 days, respectively.

**Keywords:** *Non-linear regression function, Mombasa grass, harvesting time, yield, quality*

Ngày nhận bài: 03/3/2023

Ngày phản biện đánh giá: 14/3/2023

Ngày chấp nhận đăng: 27/4/2023

**Người phản biện:** PGS.TS. Bùi Quang Tuấn