

KHẢO SÁT SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN NĂNG SUẤT VÀ TỶ LỆ NẤY MÀM TRONG HỆ THỐNG SẢN XUẤT MẠ MÀM SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH HÓA THỰC NGHIỆM

Nguyễn Đình Tùng¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu khảo sát sự ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ như: nhiệt độ nước ngâm, bề dày lớp liệu, và độ ẩm của nguyên liệu đến năng suất và tỷ lệ nẩy mầm trong hệ thống sản xuất thức ăn xanh quy mô công nghiệp. Kết quả khảo sát các yếu tố với giá trị khảo sát: nhiệt độ nước ngâm (30-40°C); bề dày lớp liệu (30-50mm); và độ ẩm của nguyên liệu (80-90%). Kết quả tìm được các giá trị tối ưu về công nghệ để đạt được năng suất lớn nhất (9,708 tấn/ngày), tỷ lệ nẩy mầm (99,8%) ứng với bộ giá trị là: độ ẩm nguyên liệu (83,72%); nhiệt độ nước ngâm (36,5°C); bề dày lớp liệu (46,7mm).

Từ khóa: Thức ăn xanh thủy canh, hệ thống công nghệ mạ mầm, quy hoạch thực nghiệm

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đối với thức ăn xanh cho gia súc/gia cầm trồng theo kiểu thủy canh ưu điểm là trồng được quanh năm và có thể sản xuất được với số lượng lớn. Cây thức ăn gia súc thường được trồng theo phương pháp này là Ngô, lúa mạch, lúa mì, ... Sau đó hạt phát triển ra rễ và chồi xanh tạo thành “thảm” dày đặc, các chồi xanh và “thảm” thực vật dài 200 - 250mm sẽ được thu hoạch và sẵn sàng cho gia súc ăn được sau 7-12 ngày tuổi (Triple J., 2018 và Premiumfodder, 2019). Thảm xanh của mầm xanh được cho ăn “lành mạnh” và cung cấp hàm lượng dinh dưỡng cao. Mật độ hợp lý khi trồng, ví dụ đối với nguyên liệu từ hạt ngô cho thấy khoảng 208 kg cho 25m² khay (Triple J., 2018). Ưu điểm của thức ăn thủy canh: i- rất giàu vitamin, khoáng chất, enzyme; ii- thức ăn thủy canh là 85% đến 90% tiêu hóa được; iii- thức ăn thủy canh chứa protein chất lượng cao; iv- hàm lượng năng lượng cao,... Hệ thống này hoàn toàn có thể phù hợp ở các nước nhiệt đới (Triple J., 2018 và Premiumfodder, 2019).

Hiện tại ở Việt Nam nền công nghiệp chăn nuôi bò lấy thịt (bò thương phẩm) và chăn nuôi bò sữa đang phát triển theo xu hướng nhanh, quy mô, minh chứng cụ thể về một dự án chăn nuôi bò giống và bò

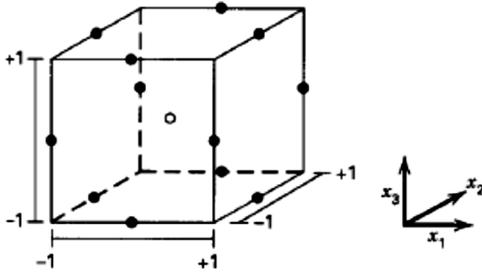
thịt công nghệ cao với tổng vốn đầu tư lên tới hơn 4.500 tỉ đồng đã được khánh thành tại tỉnh Hà Tĩnh (Hoàng Kim Giao, 2017; Tổng Cục Thống Kê, 2017). Tuy nhiên cho đến hiện tại ở Việt Nam chưa có cơ sở nào sản xuất, chế biến thức ăn xanh cho bò mà vẫn sử dụng phương pháp truyền thống là trồng cỏ tự nhiên, như vậy rất tốn diện tích canh tác, trong khi đất đai ngày một khan hiếm, thu hẹp. Từ nhu cầu của thực tiễn như vậy, trong những năm gần đây một số doanh nghiệp lớn trong nước đã chú trọng đến nền sản xuất mạ mầm làm thức ăn xanh cho bò từ nguyên liệu lúa mì/lúa mạch theo phương thức thủy canh. Xuất phát từ sự cần thiết trong sản xuất nêu trên tác giả đã đi sâu tập trung nghiên cứu công nghệ/thiết bị tạo mầm làm thức ăn xanh cho bò để chủ động được về nguyên liệu và đảm bảo được nguồn nguyên liệu sạch, nhiều dinh dưỡng. Vì thế bài báo này tác giả trình bày kết quả nghiên cứu về sự ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ đến năng suất và tỷ lệ nẩy mầm trong hệ thống sản xuất mạ mầm tự động làm thức ăn cho bò là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- *Vật liệu nghiên cứu:* Vật liệu nghiên cứu ở đây là lúa khô được ngâm nước nóng, sau đó đổ ráo nước và đưa vào hệ thống sản xuất mạ mầm được điều chỉnh các yếu tố công nghệ.

¹ Viện nghiên cứu Thiết kế chế tạo máy Nông nghiệp-Bộ Công Thương

- Phương pháp nghiên cứu: trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng phương pháp qui hoạch hóa thực nghiệm dựa trên phần mềm máy tính chuyên dụng để khảo sát xác định hàm tối ưu của các yếu tố công nghệ ảnh hưởng như: i)- độ ẩm nguyên liệu; ii)- nhiệt độ nước ngâm; iii)- bề dày lớp liệu. Bài toán tối ưu với 2 hàm mong đợi được giải thông qua mô hình minh họa thuật toán ma trận Box Benhken 4 yếu tố đầu vào như hình 1sau:



Hình 1. Minh họa thiết kế ma trận Box-Benken 4 yếu tố (M. Manohar; J. Joseph, et al, 2013)

Quan sát hình 1 nhận thấy ma trận Box-Benken 4 yếu tố đầu vào được thiết lập với 16 thí nghiệm của quy hoạch trực giao cấp I (thí nghiệm đơn yếu tố),

và 1 thí nghiệm tại tâm miền quy hoạch và 8 thí nghiệm lặp. Với số lượng thí nghiệm trong ma trận Box-Benken 4 yếu tố trên tiến hành tối ưu hóa để lựa chọn được hàm hồi quy mong đợi đạt kết quả cao nhất.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

3.1. Xây dựng mô hình hồi quy thực nghiệm

Tác giả đã tham khảo các công trình nghiên cứu trên thế giới của các tác giả (Triple J., 2018 và Premiumfodder, 2019) để tiến hành nghiên cứu về lý thuyết, về công nghệ xem xét ảnh hưởng của nhiều thông số, rút ra được miền giá trị tối ưu của chúng. Để kiểm chứng và xác định cụ thể hơn giá trị tối ưu của một số thông số chính, dựa trên thực nghiệm đa yếu tố. Kết quả nghiên cứu, ảnh hưởng của các thông số này là phi tuyến. Vì thế đã chọn kế hoạch thực nghiệm bậc 2 Box-Benken 4 yếu tố. Các yếu tố ảnh hưởng chính là: khối lượng thóc khô; độ ẩm của nguyên liệu, nhiệt độ nước ngâm, bề dày lớp liệu. Bằng cách sử dụng quy hoạch trực giao đối xứng, mỗi yếu tố tiến hành tại 3 mức (-1, 0, +1) như trong bảng 1.

Bảng 1. Giá trị mã hóa và giá trị thực nghiệm của các yếu tố thực nghiệm

Biến số	Kí hiệu	Đơn vị	Ký hiệu giá trị mã hóa		
			-1	0	+1
Khối lượng thóc khô	X_1	kg	800	900	1000
Độ ẩm của nguyên liệu	X_2	%	80	85	90
Nhiệt độ nước ngâm	X_3	$^{\circ}\text{C}$	30	35	40
Bề dày lớp liệu	X_4	mm	30	40	50

Từ các thí nghiệm sơ bộ thấy rằng, các điều kiện tối ưu nằm trong miền biến đổi của các thông số. Ở đây tác giả sử dụng quy hoạch trực giao cấp 2, tiến hành lập bảng thí nghiệm đầy đủ với $k=4$ thì tổng số thí nghiệm (bảng 1): $N=2^k + n_0 + 2k = 25$ (Phạm Văn Lang, 1998). Trong đó: N- số lượng thí nghiệm; k- số yếu tố ảnh hưởng; 2^k - thí nghiệm của quy hoạch trực giao cấp I; n_0 - thí nghiệm tại tâm miền quy hoạch; $2k$ - số thí nghiệm lặp.

Qui hoạch thực nghiệm đưa ra 25 thí nghiệm với

2 hàm mục tiêu là năng suất và tỷ lệ nảy mầm. Từ 25 thí nghiệm tác giả lựa chọn 5 thí nghiệm có ảnh hưởng lớn nhất đến kết quả tính toán đối với hàm hồi quy tối ưu (Bảng 2). Mỗi tương quan giữa các giá trị mã hóa được lựa chọn chỉ ra ở Bảng 2 và phương trình (1) (Phạm Văn Lang, Bạch Quốc Khang, 1998; Bùi Minh Trí, 2011).

Bảng 2 gồm 5 thí nghiệm tương ứng là 5 giá trị khác nhau của 4 yếu tố đầu vào và 2 yếu tố đầu ra như nêu trên. Ảnh hưởng và sự tương tác giữa 4 yếu tố đầu vào đến 2 hàm mục tiêu (2 thông số đầu ra) được tiến

hình xây dựng bởi hàm hồi quy bậc 2 cho các hàm mục tiêu như sau (phương trình 1) (Phạm Văn Lang, Bạch Quốc Khang, 1998; Bùi Minh Trí, 2011):

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{i=0}^k \beta_i x_i + \sum \beta_{ii} x_i^2 + \sum \beta_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

Trong đó: Y_i là hàm mục tiêu, β_0 là hệ số tự do,

$\beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$ là các véc tơ tham số của mô hình được xác định qua thực nghiệm. Mô hình thống kê chỉ có ý nghĩa và được sử dụng khi thỏa mãn các tiêu chuẩn thống kê (Fisher).

Bảng 2. Ma trận kế hoạch Box-Benken và kết quả thí nghiệm

Số TN	Khối lượng thóc khô X_1 (kg)	Độ ẩm của nguyên liệu X_2 (%)	Nhiệt độ nước ngâm X_3 ($^{\circ}$ C)	Bề dày lớp liệu X_4 (mm)	Tỷ lệ nảy mầm Y_1 (%)	Năng suất Y_2 (kg)
1	1000.00	80.00	30.00	50.00	99.5	10000
2	800.00	80.00	40.00	50.00	96.7	7940
7	900.00	85.00	35.00	40.00	97.3	8360
15	1000.00	90.00	30.00	30.00	98.8	9240
17	1000.00	90.00	30.00	50.00	98.9	9890

3.2. Phân tích sự có ý nghĩa của mô hình với thực nghiệm

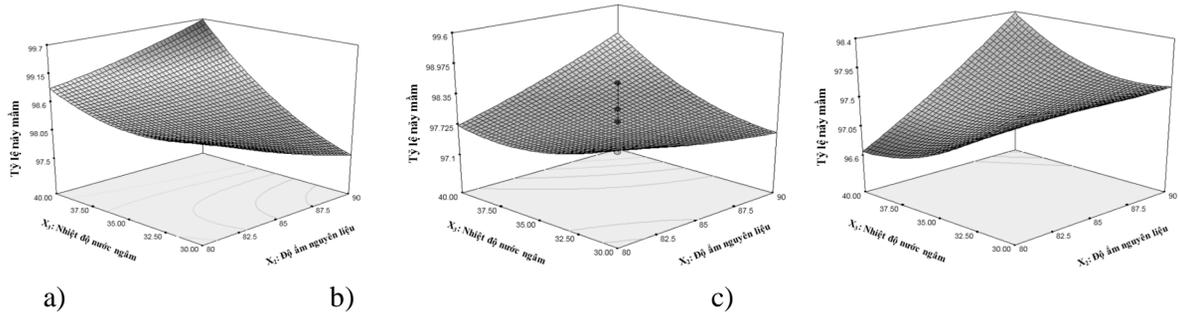
Phân tích sự phù hợp của mô hình và sự có ý nghĩa của mô hình được đánh giá qua phân tích ANOVA và các chỉ số tương quan (bảng 3). Sự có ý nghĩa của các hệ số hồi quy được kiểm định bởi chuẩn F, với các giá trị $p < 0,05$ cho biết các hệ số hồi quy có nghĩa. Như vậy, bảng 3 cho thấy giá trị “Model-F-value” đối với hàm đánh giá tỷ lệ nảy mầm là 8,24 và mô hình hoàn toàn có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 99,99% ($p < 0.0001$), tương tự kết quả khảo sát cho thấy giá trị “Model-F-value” đối với hàm đánh giá năng suất là 11,80 và mô hình có độ tin cậy 99,99% ($p < 0.0001$). Với tất cả các yếu tố đầu vào và từng cặp các yếu tố

này đều có giá trị $p < 0,05$ cho biết từng yếu tố này cũng như tương tác từng cặp yếu tố đều có nghĩa. Điều này được minh họa rõ hơn khi quan sát mặt đáp ứng ở hình 2, hình 3. Thêm vào đó chuẩn F cho “sự không tương thích – Lack of fit” của mô hình đánh giá tỷ lệ nảy mầm là 0,8 ($p = 0,6426$), mô hình đánh giá năng suất là 4,2 ($p = 0,0633$), điều đó chứng tỏ mô hình hoàn toàn tương thích với thực nghiệm. Kết quả thu được cho thấy, các yếu tố đầu vào đều có ảnh hưởng đến 2 thông số đầu ra. Kết quả phân tích ANOVA cho thấy giá trị R^2 tương ứng với các yếu tố nêu trên lần lượt là (0,8850; 0,9168) (R-Squared) như ở bảng 3 cho thấy gần bằng 1, chứng tỏ giá trị thu được từ thực nghiệm gần với giá trị dự đoán của mô hình.

Bảng 3. Kết quả phân tích ANOVA tối ưu quá trình tổng hợp các yếu tố đối với hàm đánh giá tỷ lệ nảy mầm

Yếu tố	Tổng bình phương	Trung bình bình phương	Giá trị F	Giá trị p Prob>F	
Mô hình	28.05	2.00	8.24	0.0001	Tin cậy
Phần dư	3.65	0.24			
Sự không tương thích	2.25	0.22	0.80	0.6426	Không tin cậy
Sai số thuần	1.40	0.28			
Tổng tương quan	31.70				

$$(CV (\%) = 0,50; R^2 (R-Squared) = 0,8850)$$

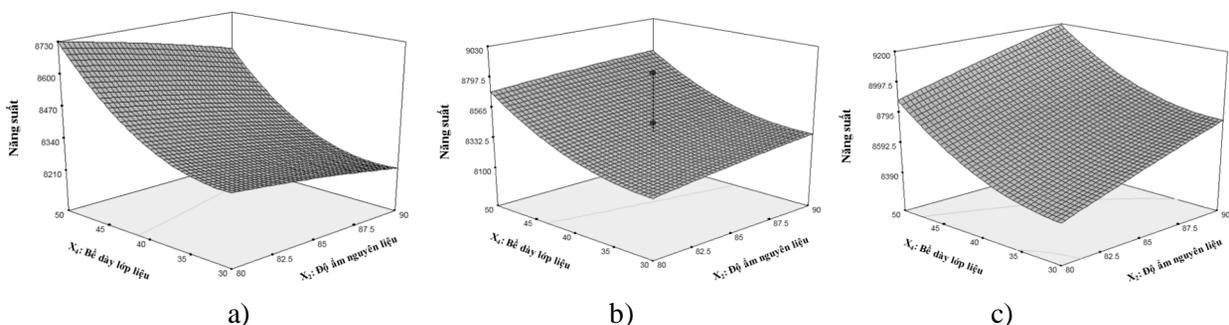


Hình 2. Mặt đáp ứng của từng cặp yếu tố ảnh hưởng đến tỷ lệ nẩy mầm
a), b), c)- tương ứng với bề dày lớp liệu là 30mm; 40mm; và 50mm

Trong trường hợp ở hình 2a khi bề dày lớp liệu là 30mm, cho thấy độ ẩm nguyên liệu ảnh hưởng nhiều hơn so với nhiệt độ nước ngâm. Cụ thể hình 2a cho thấy độ ẩm ảnh hưởng nhiều từ 81,5%-88%, khi đó vùng nhiệt độ nước ngâm chịu ảnh hưởng từ 30⁰C-35⁰C. Ở hình 2c, khi bề dày lớp liệu là 50mm kết quả cho thấy nhiệt độ nước ngâm ảnh hưởng nhiều hơn so với độ ẩm của nguyên liệu. Lúc này nhiệt độ nước ngâm ảnh hưởng từ 30,5⁰C-31,5⁰C; độ ẩm nguyên liệu ảnh hưởng từ 82%-86,5%. Xét trong 3 trường hợp khi bề dày lớp liệu là 30mm, 40mm, 50mm tỷ lệ nẩy mầm lớn nhất đạt 99,7% khi nhiệt độ nước ngâm là 32⁰C -37,5⁰C và độ ẩm là 82%-87,5%.

Tương tự về kết quả khảo sát tối ưu hóa quá trình tổng hợp các yếu tố đối với hàm đánh giá về năng suất thông qua mặt đáp ứng của từng cặp yếu tố ảnh hưởng như trên hình 3. Quan sát đồ thị ở hình 3a cho

thấy khi nhiệt độ nước ngâm là 30⁰C năng suất phụ thuộc vào bề dày lớp liệu nhiều hơn so với độ ẩm của nguyên liệu, bề dày lớp liệu ảnh hưởng đến năng suất từ 42,5mm-50mm. Ở hình 3b khi nhiệt độ nước ngâm là 35⁰C, quan sát thấy rằng năng suất phụ thuộc cả bề dày lớp liệu và độ ẩm của nguyên liệu. Khi đó khoảng ảnh hưởng của bề dày lớp liệu là 38mm-47,5mm và độ ẩm của nguyên liệu từ 85%-87,5%. Tương tự trên hình 3c cho thấy khi nhiệt độ nước ngâm là 40⁰C thấy rằng năng suất phụ thuộc bởi độ ẩm của nguyên liệu nhiều hơn so với bề dày lớp liệu, cụ thể khoảng dao động sự ảnh hưởng của độ ẩm nguyên liệu là 80%-82,5% và của bề dày lớp liệu là 45mm-47,5mm. Xét cả 3 trường hợp trên hình 3 cho thấy năng suất lớn nhất là 9200 kg tương ứng với độ ẩm nguyên liệu là 80-82,5% và bề dày lớp liệu là 45-47,5mm.



Hình 3. Mặt đáp ứng của từng cặp yếu tố ảnh hưởng đến năng suất
a), b), c)- tương ứng khi nhiệt độ nước ngâm là 30⁰C; 35⁰C; và 40⁰C

Từ các giá trị phân tích có ý nghĩa ở trên, giá trị hàm mong đợi đối với tỷ lệ nẩy mầm và năng suất

được phần mềm DX7 đưa ra được biểu diễn theo phương trình cụ thể sau:

$$\begin{aligned}
Y_1 &= 97,75 + 0,49X_1 + 0,16X_2 + 0,24X_3 - 0,53X_4 - 0,13X_1X_2 - 0,44X_1X_3 - 0,1X_1X_4 \\
&+ 0,47X_2X_3 + 0,23X_2X_4 - 0,35X_3X_4 + 0,27X_1^2 + 0,071X_2^2 + 0,29X_3^2 + 0,053X_4^2 \\
Y_2 &= 8417,5 + 961,46X_1 + 49,79X_2 + 171,04X_3 + 210,63X_4 + 32,19X_1X_2 + 63,44X_1X_3 \\
&+ 105,31X_1X_4 + 116,56X_2X_3 - 11,56X_2X_4 + 22,19X_3X_4 - 3,59X_1^2 - 7,97X_2^2 + 115,16X_3^2 \\
&+ 108,91X_4^2
\end{aligned}$$

Trong đó Y_1 là tỷ lệ nảy mầm; Y_2 là năng suất; X_1 là khối lượng thóc khô; X_2 là độ ẩm của nguyên liệu; X_3 là nhiệt độ nước ngâm; X_4 là bề dày lớp liệu.

Khi giải bài toán tối ưu đánh giá tỉ lệ nảy mầm Y_1 với hàm mong đợi đạt được là lớn nhất, năng suất Y_2 với hàm mong đợi đạt được là lớn nhất bằng cách chấp mục tiêu theo thuật toán “hàm mong đợi” đã tìm được 7 giải pháp tối ưu với hàm lượng 4 biến xác định là khối lượng thóc khô, độ ẩm của nguyên liệu, nhiệt độ nước ngâm, bề dày lớp liệu từ sử dụng thuật toán hàm mong đợi bằng phương pháp mặt đáp ứng cũng được đưa ra, kết hợp với phương trình hàm mong đợi đã tìm ra, được kết quả tối ưu cho thấy với 4 cặp giá trị biến là khối lượng thóc khô, độ ẩm của nguyên liệu, nhiệt độ nước ngâm, bề dày lớp liệu khác nhau, các giá trị hàm mong đợi thu được là khác nhau. Giá trị tối ưu chọn được nhờ phần mềm cho chất lượng sản phẩm mong đợi tối ưu hơn cả (hàm mong đợi chung đạt 85,2%). Tiến hành kiểm tra tính đúng đắn của mô hình tối ưu, tiến hành thí nghiệm kiểm chứng tại điểm tối ưu mô hình đưa ra,

từ đó chọn cặp biến cho kết quả hàm mong đợi như sau: khối lượng thóc khô 1000kg, độ ẩm của nguyên liệu 83,72%, nhiệt độ nước ngâm 36,5°C, bề dày lớp liệu 46,7mm; khi đó chất lượng sản phẩm sẽ là: tỷ lệ nảy mầm 99,8002%; năng suất 9708,77 kg.

4. KẾT LUẬN

Nhờ phương pháp toán học qui hoạch hóa thực nghiệm bằng đáp ứng bề mặt đã xác định được hàm tối ưu cho hai yếu tố về sản phẩm là năng suất của hệ thống và tỷ lệ nảy mầm chịu ảnh hưởng của 3 yếu tố: độ ẩm nguyên liệu; nhiệt độ nước ngâm; bề dày lớp liệu. Cả 3 yếu tố này cũng như sự tương tác giữa các yếu tố này đều có ảnh hưởng đến năng suất của hệ thống và tỷ lệ nảy mầm, điều này chứng tỏ sử dụng phương pháp qui hoạch hóa thực nghiệm bằng đáp ứng bề mặt phù hợp cho nghiên cứu tối ưu. Kết quả tìm được giá trị bộ thông số tối ưu với độ ẩm nguyên liệu (83,72%); nhiệt độ nước ngâm (36,5°C); bề dày lớp liệu (46,7mm) cho ta giá trị năng suất đạt được cực đại (9,708tấn/ngày) và tỷ lệ nảy mầm đạt (99,8%).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hoàng Kim Giao (2014), *Tình hình chăn nuôi Bò tại Việt Nam*, Cục chăn nuôi, Bộ NN&PTNT Tổng cục Thống kê, 01/10 hàng năm.
- Bùi Minh Trí (2011), *Xác suất thống kê và quy hoạch thực nghiệm*, NXB Bách Khoa, Hà Nội.
- Phạm Văn Lang, Bạch Quốc Khang (1998), *Cơ sở lý thuyết quy hoạch thực nghiệm và ứng dụng trong kỹ thuật nông nghiệp*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
- M. Manohar, Jomy Joseph, et al (2013), *Application of Box Behnken design to optimize the parameters for turning Inconel 718 using coated carbide tools*, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 4.
- Triple J. (2018), *Grass fodder by hydroponics in 12 days for cows, goat, horse, sheeps nutrition*, Dairy network creation equipment manufacturee by canadian-Filipino Partnership
www.premiumfodder.com: Stowe Road, Greatford, Lincolnshire PE9 4PS United Kingdom (download 8/2019)

Abatract:

**SURVEY ON THE EFFECTS OF TECHNOLOGY FACTORS TO THE YIELD
AND RATE PERFORMANCE IN THE PLATFORM PRODUCTION SYSTEM USING
THE EXPERIMENTAL PLANNING METHOD**

The paper presents the research results to investigate the influence of technological factors such as the temperature of immersion water, thickness of the material layer, and moisture content of raw materials to productivity and germination rate in production systems for industrial-scale green food. Survey results of factors with survey value: water temperature soaked (30-40°C); material layer thickness (30-50mm); and moisture content of materials (80-90%). The results of finding the optimal values for technology to achieve the largest productivity (9,708 tons/day), the germination rate (99.8%) corresponding to the set of values is: material moisture (83.72%); temperature of immersion water (36.5°C); thickness of material layer (46.7mm).

Keywords: Hydroponics Green Fodder, Fodder Growing Technology Growing System.

Ngày nhận bài: 09/7/2019

Ngày chấp nhận đăng: 20/8/2019