

Thông tin

CÔNG THÔN

Công nghiệp hóa nông nghiệp

và

xây dựng nông thôn

Số 2, 2019



Biên tập: Phan Hiếu Hiền

SÀI GÒN / THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, VIỆT NAM

MỤC LỤC

(Tác giả và Nguồn tin: Xem trong bài)

STT	Trang
1	Lời mở đầu 3
2	Mô phỏng quá trình sấy cỏ ép cuộn với không khí sấy đảo chiều và hồi lưu một phần 5
3	Ảnh hưởng sấy vi ba đến chất lượng đậu bắp 11
4	Ứng dụng Internet vạn vật trong chuồng trại nông nghiệp 18
5	Thông số thiết kế thông gió cho chuồng bò sữa trong điều kiện khí hậu nóng (Bài tổng quan tài liệu) 20
6	Chi phí sửa chữa và bảo dưỡng máy kéo hai cầu chủ động ở vùng Bắc Italy. 24
7	Một phương thức cơ giới hóa bắp ở Xuân Lộc (Đồng Nai) để giảm công lao động và chi phí sản xuất..... 30
8	Các đoạn phim video 41

Các bản dịch tóm tắt từ các bài báo gốc (**STT 2, 4, 5, 6**) được Nhà xuất bản (ASABE, the American Society of Agricultural and Biological Engineers) đồng ý cho phép. Người dịch cảm ơn Nhà xuất bản, nhưng vẫn chịu hoàn toàn trách nhiệm về độ chính xác của bản dịch. Có thể truy cập toàn văn các bài viết nguyên gốc ở <https://elibrary.asabe.org/>.

The summarized translations of the original articles (**Sections 2, 4, 5, 6**) are prepared with permission of the publisher (the American Society of Agricultural and Biological Engineers). The translator is grateful to this permission grant, but takes all responsibility for the accuracy of the translation. The full text of the articles can be found at <https://elibrary.asabe.org/>.

Ảnh bìa: Đất dốc ở miền Đông Nam bộ; mưa lớn gây xói mòn...

1 Lời mở đầu

Đất dốc hiện là vấn đề của cây trồng cạn ở Việt Nam (VN). Lý thuyết, đất dốc thì trồng rừng để giữ đất nước. Nhưng người dân đã “lỡ” phá rừng để trồng bắp trồng đậu thì cũng khó đuổi họ đi. Áp lực dân số tăng cần thêm đất nông nghiệp, muốn không để dân tự phát thì phải qui hoạch phần đất tăng thêm này, với các biện pháp để giữ đất nước tương tự như với cây rừng.

Cây trồng cạn, tiêu biểu là mía và bắp, thứ hạng VN lần lượt là 41/104 nước và 68/169 nước; năng suất dưới trung bình (FAOSTAT 2018). Khác với cây lúa, Việt Nam đứng thứ 27 trên 120 nước năng suất (tấn/ha) trên mức trung bình.

Tại sao năng suất mía ở Việt Nam không đạt số cao 120 tấn/ha, hay bắp 12 tấn/ha? Thử xét với góc độ *Nước- Phân- Cản- Giống*.

Giống? Khó có thể nói là Kỹ sư Nông học ra trường vào làm ở Viện Lúa sẽ giỏi hơn ở Viện Ngô hay Viện Mía về lai tạo giống! *Cản?* Đồng ý là nếu cơ giới hóa, công việc sẽ nhanh hơn, kịp thời vụ, giảm lao động và giá thành sản xuất, nhưng không làm tăng hay giảm năng suất (tấn/ha) một cách rõ rệt. Vậy chắc chỉ còn 2 yếu tố *Nước và Phân* ?

Bón phân nhiều cho lúa, năng suất khá cao. Lúa nước trồng ở chỗ trũng bằng phẳng (dù diện tích nhỏ) có nước, nước giữ phân bón lại. Dĩ nhiên nếu có phân hữu cơ (điều còn thiếu ở Đồng bằng Sông Cửu Long) thì hiệu quả phân bón còn cao hơn, năng suất có thể cao hơn nữa... Tạm bằng lòng với “thành tích” của cây lúa nước. Ngược lại, bón phân nhiều cho mía và bắp mà năng suất không cao, chỉ có thể giải thích là phân (và cả nước) đã bị trôi đi. Điều này có cơ sở khi xét đến độ dốc và lượng mưa ở Việt Nam. Giáo trình thủy lợi và đất đai nói rằng khi độ dốc lớn hơn 0,5% (nghĩa là hai điểm cách nhau 100 m có độ cao chênh lệch hơn 0,5 m), thì xảy ra xói mòn và mất đất-nước. Có thể dễ dàng kiểm chứng với các phương trình phổ biến, ví dụ RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation). Thế mà bản đồ qui hoạch vẫn xếp đất có độ dốc dưới 3% là bằng phẳng! Xếp loại theo kiểu Âu Mỹ chẳng? Nhưng mưa ở phần lớn các vùng của Âu Mỹ đâu có trút nước như ở TP Hồ Chí Minh hay ĐBSCL? Ở hầu hết xứ ôn đới, mưa rải đều trong năm, có nơi dự báo thời tiết rằng “xác suất mưa 50%” nghĩa là 1 ngày nắng 1 ngày mưa! Cá nhân đã trải nghiệm đi dưới mưa gần nửa giờ mà chưa ướt áo; mưa cả ngày 2- 4 mm làm sao ướt được! Ngược

lại, ở TPHCM, ĐBSCL và miền Đông Nam bộ, không hiếm trận mưa 30 mm trong nửa giờ, sẽ “ướt như chuột lột”! Xói mòn đất và nước là không tránh khỏi.

Suy nghĩ trên không thuần cảm tính mà từ một thực tế. Năm 2015, chúng tôi chủ trì một đề tài về cơ giới hóa mía, đem thử nghiệm máy trồng mía kiểu mới. Cày sâu, trồng bằng máy “ngon lành” lắm, hơn mấy chục lao động thủ công, đúng qui cách... Nhưng tối hôm đó, mưa một trận làm trôi hết (hom giống, phân, nước...) xuống chỗ trồng.

Suy nghĩ trên về đất dốc coi như là một giả thuyết. Thực tế trên chỉ là đơn lẽ. Nên chúng tôi mong nhận được các góp ý của các bạn về nội dung trên. Nguyên nhân và giải pháp nào để “giữ đất giữ nước”. Trong lĩnh vực “*Công Thôn*”, ngành cơ khí có thể góp phần được những gì? Như đã đề cập trong các số trước, cơ khí không thể đứng một mình trong nông nghiệp, mà cần tương tác với Trồng Trọt và Thủy lợi-Thủy nông. Tương tác như thế nào trên đất dốc?

Phan Hiếu Hiền

phhien1948@gmail.com

Có thể tải (download) file PDF

“*Thông tin CÔNG THÔN*” số 1,2, 3, 4-2018, và số 1,2-2019 ở các website sau:

<http://caem.hcmuaf.edu.vn/> ,

<http://caem.hcmuaf.edu.vn/caem-4705-2/vn/tin-tuc-hoat-dong.html>

(Trung tâm Năng lượng và Máy nông nghiệp, ĐH Nông Lâm TPCM).

<http://maysaynonglam.com> ,

<http://maysaynonglam.com/in-an-khoa-hoc.html>

(Ấn phẩm khoa học của “Máy Sấy Nông Lâm”)

2 Mô phỏng quá trình sấy cỏ ép cuộn với không khí sấy đảo chiều và hồi lưu một phần

Nguồn: Morissette R., P. Savoie. 2007. *Simulation of baled hay drying with airflow inversion and partial exhaust air recirculation*. Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing, 11-14 February 2007 (Kentucky USA): ASABE Publication Number 701P0307e.

Dẫn nhập

Cỏ khô cho nuôi bò và ngựa cần có với sản lượng lớn, chất lượng cao, ép khối gọn. Thân lá (“rom”) cây bắp có thể dùng làm nhiên liệu sản sinh năng lượng. Cả hai đều cần trữ ở ẩm độ thấp 10-12%wb (Savoie và Joannis 2006; Mani et al 2006), nhưng khó đạt được với cách phơi ngoài đồng. Phương pháp sấy cỏ băm bằng máy sấy trống quay (Wood và Sokhansanj 1990) tốn nhiều năng lượng, nên không hiệu quả bằng sấy cuộn cỏ ép (Descôteaux và Savoie 2006).

Sấy cuộn cỏ ép (*bale*) chịu ảnh hưởng của nhiệt độ, vận tốc không khí sấy (“gió”), kết cấu máy sấy, và tính chất nhả ẩm của vật liệu. Arinze et al. (1994) báo cáo các vấn đề của máy sấy tĩnh theo mẻ là sấy không đều và sấy quá khô cục bộ. Khắc phục bằng cách hồi lưu một phần và đảo chiều không khí sấy (Descôteaux và Savoie 2003); và làm nguội vật liệu ngay sau khi sấy (O’Callaghan et al 1971; Arinze et al 1994) để điều hòa ẩm độ, tránh đọng ẩm làm hỏng cỏ.

Mục đích nghiên cứu: 1) thiết lập mô hình toán cho việc sấy cuộn cỏ ép; 2) Kiểm chứng mô hình bằng thực nghiệm; 3) Tìm được các điều kiện vận hành để tối ưu về kinh tế, qua các chạy thử mô hình.

Phát triển mô hình

Dùng hệ thống 4 phương trình vi phân (Sokhansanj và Wood 1991) mô tả sự thay đổi của không khí sấy và vật liệu sấy, và được giải theo phần mềm LabVIEW. Các lớp mỏng 0,01 m được tính với gian cách 10 s. Ẩm độ tính theo cơ sở khô (ví dụ 20% cơ sở ướt, $wb = 0,25$ g H₂O / g chất khô = 0,25 g/g = 0,25).

Vài phương trình về tính chất vật liệu sấy được tra từ tài liệu hoặc từ thực nghiệm (Morissette 2006). Ví dụ, ẩm độ cân bằng được thể hiện với 8 phương trình thực nghiệm bao gồm dãy nhiệt độ 15- 60 °C, ẩm độ không khí (*RH*) 0-100%, cho cả nhả ẩm (desorption), và hút ẩm (adsorption) khi không khí sấy ở nhiệt độ thấp và *RH* rất cao.

Truyền nhiệt đối lưu dựa theo phương trình của Spencer (1969); nhiệt dung của cỏ khô dựa theo phương trình của Opoku et al (2004)

Các điểm điều khiển quyết định bao gồm: 1) thời gian chấm dứt sấy; 2) thời điểm đảo chiều gió; 3) tỷ lệ KK sấy hồi lưu; 4) thời điểm ngưng cung cấp nhiệt để làm nguội vật liệu sấy.

Quyết định chấm dứt sấy dựa trên hai điều kiện: **a/** ẩm độ trung bình các lớp thấp hơn ẩm độ cuối cần đạt, (12%wb hay 0,136); **b/** ẩm độ của một lớp bất kỳ thấp hơn 15% hay 0,176, mức thường được chấp nhận để nấm mốc khó phát triển.

Đảo chiều gió sấy (trong nghiên cứu này) theo sau một thời gian nhất định.

Tỷ lệ hồi lưu theo hai cách: **1)** tỷ lệ cố định suốt thời gian sấy; **2)** một tỷ lệ trước khi đảo gió, và một tỷ lệ khác sau đảo gió.

Thời điểm ngưng cung cấp nhiệt để làm nguội được thử theo vòng lặp. Đầu tiên, sấy không làm nguội để đạt hai điều kiện ẩm độ ở trên và xác định thời điểm ngưng. Tiếp theo, ngưng nhiệt trước đó một khoảng thời gian nhất định (chủ quan) và tăng dần khoảng thời gian này, cho đến khi xác định được thời điểm ngưng nhiệt đáp ứng hai điều kiện ẩm độ. Tổng thời gian sẽ dài hơn so với không làm nguội.

Chi phí sấy bao gồm: 1) định phí như khấu hao v.v; 2) biến phí như ga propane sinh nhiệt hay điện cho quạt; 3) chi phí hao hụt *MPP*, bằng zero nếu ẩm độ đồng đều 12%wb, tăng dần nếu ẩm độ càng không đồng đều **##**.

Tiêu thụ năng lượng riêng tính bằng SEC (Specific Energy Consumption, kJ/kg): lấy tổng năng lượng nhiệt và điện chia cho khối lượng nước bốc hơi.

Kiểm chứng mô hình

Kết quả mô hình hóa được so sánh với kết quả thực nghiệm (Morissette 2006) và số liệu thực nghiệm trước đó của Descôteaux et al (2002).

Tất cả có 25 thí nghiệm, với nhiệt độ sấy 25- 60.0 °C, RH 5-45%, tốc độ gió 0,12-0,37 m/s, ẩm độ đầu của cò 0,15 to 0,47 d.b., dung trọng cò 103-243 kg DM (chất khô)/m³, và thời gian sấy 300- 1020 phút. Có 21 thí nghiệm không đảo gió, và 4 thí nghiệm đảo chiều gió với gian cách 30, 60, và 120 phút.

Kết quả: Mô hình tiên đoán khá chính xác (trung bình $R^2 = 0,96$, thấp nhất $R^2 = 0,81$) cho 25 thí nghiệm, tính với 10 lớp mỏng. Sai biệt trung bình giữa ẩm độ cuối theo mô hình và thực nghiệm là 0,008 g/g (khoảng biến thiên Range = -0,027---0,066 g/g).

Thời gian sấy để đạt ẩm độ cuối 12%wb (0,136) thấp hơn với mô hình (trung bình 170 phút, range 2- 802 phút) so với thực nghiệm (trung bình 167 phút, range 4- 678 phút), tức là sai biệt 20% thời gian.

Có thể tinh chỉnh mô hình với các phương trình thực nghiệm về tính chất vật liệu sấy; tuy vậy cũng coi mô hình này khá thỏa đáng, được chấp nhận.

Tính: $MPP, \$/t_{DM} = P_M * (M_{dbRef} - M_{db})$
với: t_{DM} = tấn chất khô (Dry Matter).
 M_{dbRef} = Ẩm độ qui chiếu chuẩn = 0,136 db.
 M_{db} = Ẩm độ trung bình sau sấy cuối, luôn thấp hơn M_{dbRef} do một phần sấy quá khô.
 $P_M *$ = giá thị trường của cò ở M_{dbRef} , \$ /tấn wb.

Chi tiết mô hình hóa sấy cuộn cỏ ép

Các đặc tính và biến số của mô hình sấy đã liệt kê ở [Bảng 1](#).

Bảng 1. Các trị số dùng trong mô hình sấy

Máy sấy			
Kích thước bề sây	8 bề *2,13 m* 7,29 m		
Tổng diện tích bề sây	124 m ²		
Chiều cao VLS sây	0,89 m	Năng lượng	
Thể tích khối VLS	110,5 m ³ /mẻ	Điện	0,05 USD /kWh
Thời gian hoạt động	60 ngày/năm *24 h/ngày	Propane	19 USD / GJ
Công suất quạt	2 quạt * 33 kW/quạt		
Công suất nhiệt	2 lò propane *293 kW/lò	Lao động	
Tổng đầu tư máy sấy	300 000 USD	Giá lao động	15 USD /h
Đời máy	20 năm	Thời gian nạp VLS	60 phút
Lãi vay	6% /năm	Thời gian tháo VLS	60 phút
Thuế và bảo hiểm	1,75% /năm	Số lao động cơ hữu	1
Bảo dưỡng	1,25% /năm	Số L.động thời vụ	1 (nạp và tháo liệu)
Cỏ (ép)		(DM = dry matter, chất khô)	
Dung trọng	185 kg DM /m ³		
Khối lượng VLS	20,45 tấn DM /mẻ	Không khí	
Âm độ đầu (db)	0,25; 0,35; 0,45	Nhiệt độ môi trường	15- 25 °C
Âm độ đầu (wb)	20; 26; 31 %	Âm độ môi trường	45%
Nhiệt độ VLS đầu	15- 25 °C	Vận tốc KK sây	0,25 m/s
Âm độ cuối phải đạt	0,136 db = 12% wb	Nhiệt độ KK sây	40- 60 °C ^{#1}
Âm độ cuối tối đa	0,176 db = 15% wb	^{#1} Đã khảo nghiệm ở dãy nhiệt độ thấp, nhưng không kinh tế, nên không báo cáo ở đây.	
Giá bán cỏ	150 USD /tấn (12%wb)		

Các thí nghiệm được thực hiện theo từng bước. Thay đổi một yếu tố ở nhiều mức, và chọn mức tốt nhất (chi phí thấp nhất) cho bước tiếp theo với yếu tố mới; và tiếp tục như thế... Bắt đầu với ẩm độ cỏ 26%wb, nhiệt độ /ẩm độ môi trường 25 °C /45%.

Bước 1: Thay đổi nhiệt độ sấy ở 45, 50, 55, và 60 °C. Không đảo chiều không khí (KK) sây.

Bước 2: Nhiệt độ sấy 45 °C; đảo chiều KK sau 2, 3, 4 giờ kể từ khi bắt đầu.

Như Bước 1, vẫn không hồi lưu KK sây.

Bước 3: (Nhiệt độ 45 °C; đảo gió sau 3 giờ) Thay đổi tỷ lệ hồi lưu theo ba cách: (1) Hồi lưu với các mức 30, 50, 70, 90% suốt thời gian sây. (2) Không hồi lưu trước khi đảo chiều KK sây, sau đó hồi lưu các mức 30, 50, 70, 90%. (3) Hồi lưu 30% trước khi đảo gió, sau đó hồi lưu ở các mức 50, 70, 90%. Ở bước này, không làm nguội cỏ.

Bước 4: (Nhiệt độ 45 °C; đảo gió sau 3 giờ; hồi lưu 30% sau đảo gió) Lấy thời gian sây tốt nhất ở Bước 3, lần lượt giảm 10, 15, 20 phút và thay bằng làm nguội với không khí trời. Ngưng làm nguội khi ẩm độ cỏ đạt yêu cầu (trung bình <12%wb, max <15%wb)

Bảng 2 tóm tắt các kết quả cuối cùng từ các bước thí nghiệm trên (bản dịch lược bỏ các Bước 1, 2, 3).

Kết quả tốt nhất cuối cùng đạt được với nhiệt độ 45 °C; đảo gió sau 3 giờ; hồi lưu 30% sau đảo gió; làm nguội 15 phút: Đạt yêu cầu về ẩm độ, chi phí nhỏ nhất \$30.28/t_{DM}, giảm được

\$0.77 / t_{DM} so với không làm nguội. Thời gian sấy 322 phút so với 337 phút nếu không làm nguội. Thực sự, làm nguội 10 hay 20 phút thì sai biệt không nhiều so với làm nguội 15 phút.

Bảng 2. Kết quả mô hình hóa với cỡ ẩm độ đầu 0,35 (26%wb), nhiệt độ và ẩm độ khí trời 25 °C và 45%.

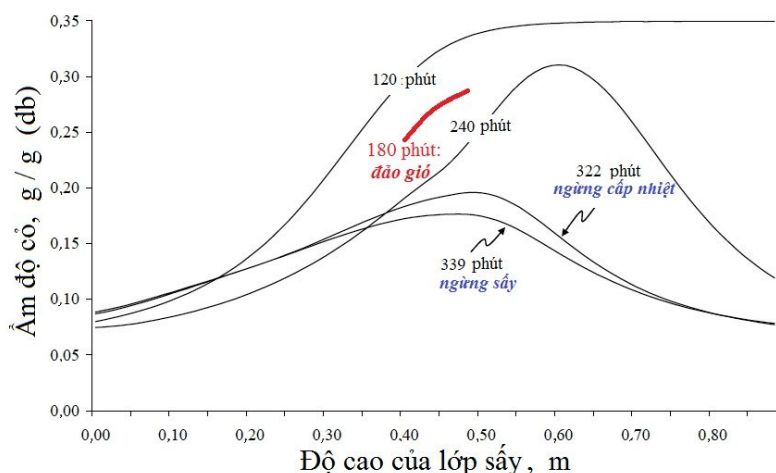
	Ẩm độ			T.gian sấy, phút	SEC, kJ/kg	Số mẻ / năm #.*	Định phí, #.#	Biến phí	Phí hao hụt	Tổng chi phí
	Cuối	ĐLC	Max							
Bước 1
...	
Bước 4 #										
10 phút	0,128	0,033	0,176	337	3343	189	8,54	20,83	1,20	30,57
15 phút	0,129	0,032	0,176	339	3314	188	8,57	20,66	1,05	30,28
20 phút	0,130	0,031	0,176	350	3291	184	8,78	20,65	0,90	30,33

Mức thí nghiệm (Bước 4) là các thời gian làm nguội.

#.* Số mẻ sấy mỗi năm giả định với 60 ngày.

#.# Chi phí: đơn vị = USD (\$) / tấn chất khô (DM).

Với kết quả tốt nhất trên, phân bố ẩm độ các lớp vào các thời điểm sấy khác nhau ở Hình 1.



Hình 1. Phân bố ẩm độ cơ các lớp vào các thời điểm sấy khác nhau, với bố trí tối ưu

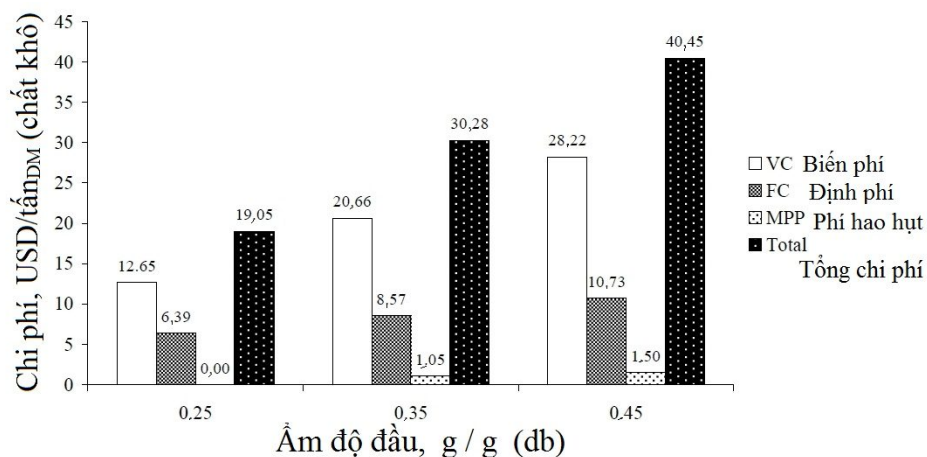
Ảnh hưởng của ẩm độ ban đầu

Đã thử mô hình với 3 ẩm độ đầu (0,25; 0,35; 0,45 db hay 20; 26; và 31% wb). Các kết quả tốt nhất được tóm tắt ở Bảng sau:

Ẩm độ	0,25 = 20%wb	0,35 = 26%wb	0,45 = 31%wb
Nhiệt độ sấy	40 °C	45 °C	50 °C
Đảo chiều KK sấy	Sau 2 h	Sau 3 h	Sau 4 h
Tỷ lệ hồi lưu	Không	0% trước đảo gió, 30% sau đảo gió.	0% trước đảo gió, 70% sau đảo gió.
Làm nguội	Không	15 phút	20 phút
Kết quả: Tổng thời gian	222 phút	339 phút	445 phút
Ẩm độ cuối trung bình	0,136 g/g	0,129 g/g	0,126 g/g
Độ lệch chuẩn ẩm độ cuối	0,023 g/g	0,032 g/g	0,033 g/g
Ẩm độ cuối tối đa	0,167 g/g	0,176 g/g	0,176 g/g

Vậy, nhiệt độ sấy, tỷ lệ hồi lưu, thời điểm đảo gió cần tăng theo ẩm độ đầu của cỏ. Một lần đảo gió là đủ. Ẩm độ đầu càng cao càng làm tăng sai biệt ẩm độ cuối.

Hình 3 là chi phí ứng với 3 mức ẩm độ đầu ở trên. Biến phí (variable costs VC), định phí (fixed costs FC), và phí hao hụt do phân sấy quá khô (market price penalty MPP) đều tăng theo ẩm độ đầu. Tổng chi phí ứng với ẩm độ đầu 20, 26, và 31%wb lần lượt là \$19, \$30 và \$40/tấn_{DM} (chất khô) với các chế độ sấy tối ưu.

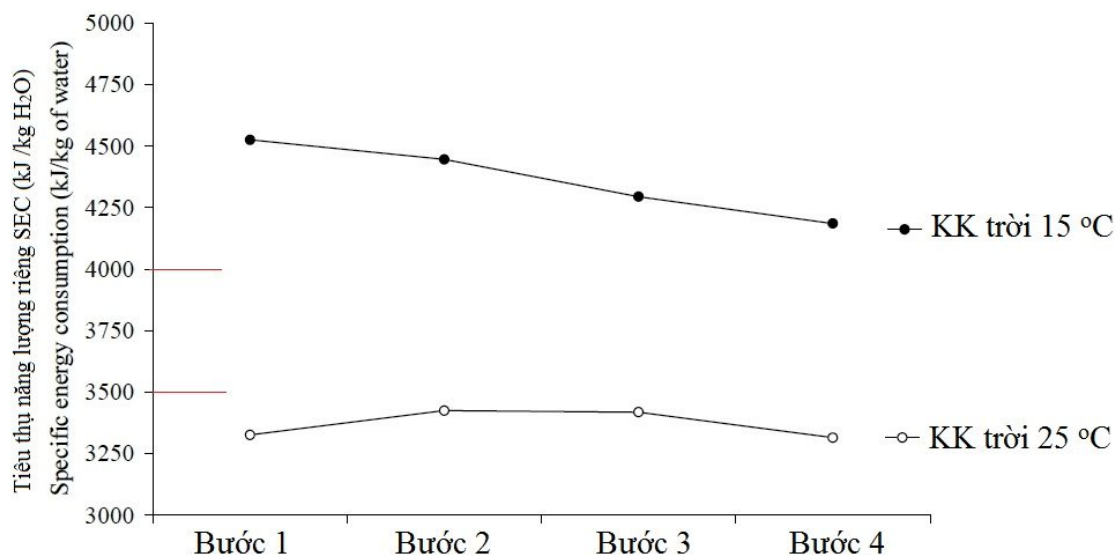


Hình 3. Chi phí sấy ứng với ba ẩm độ đầu của cỏ.

Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường

Tiêu thụ năng lượng riêng SEC cao hơn 30% với nhiệt độ môi trường 15 °C (Hình 4) so với môi trường 25 °C, với cùng RH 45%. Thí nghiệm với 4 Bước ở trên đã giảm SEC từ 4525 xuống 4185 kJ/kg H₂O (với môi trường 15 °C).

[Số liệu về chi phí được lược bỏ ở bản dịch]



Hình 4. So sánh Tiêu thụ năng lượng riêng SEC ở hai nhiệt độ môi trường 15°C và 25°C.

Kết luận

Đã mô hình hóa sấy cỏ theo mẻ, dựa theo lý thuyết sấy lớp mỏng và các phương trình về ẩm độ cân bằng, phương trình hút ẩm và nhả ẩm. Mô hình xét đến các yếu tố điều khiển được (nhiệt độ sấy, đảo chiều gió, hồi lưu không khí sấy, thời gian làm nguội) và các yếu tố không điều khiển được (nhiệt độ môi trường, ẩm độ đầu của cỏ).

Mô hình tiên đoán khá chính xác ẩm độ vật liệu sấy (VLS) suốt thời gian sấy, có và không đảo chiều không khí sấy. Đảo chiều gió giảm độ chênh lệch sấy quá khô và giảm chi phí sấy. Có thể xác định chi phí sấy nhỏ nhất với một loạt biến số đầu vào, vẫn đạt yêu cầu về ẩm độ cuối. Đồng thời biết được các yếu tố góp phần giảm chi phí sấy nhiều nhất, như nhiệt độ sấy và thời điểm đảo gió.

Cần thêm nhiều số liệu để kiểm chứng mô hình được phong phú hơn, tin cậy hơn. Có thể mở rộng mô hình áp dụng cho các VLS khác, như thân lá bắp và rom lúa.

Lời bàn thêm của người dịch

Kết quả mô hình hóa trên về mặt kỹ thuật có thể được vận dụng cho điều kiện Việt Nam; khi chưa có đủ dữ liệu về tính chất vật liệu sấy cụ thể, thì ít ra về thực nghiệm có thể căn cứ vào các biến số đã được nghiên cứu để bố trí thí nghiệm cụ thể hơn.

Nhưng về mặt chi phí, không áp dụng ở Việt Nam, không ai dùng propane đắt tiền để sấy cỏ giá trị thấp. Các số liệu đầu vào cũng hoàn toàn khác, ví dụ khó trả công lao động (phổ thông) 15 USD/giờ hay 2,7 triệu đ /ngày 8h! Tuy nhiên các tính toán kinh tế khá đơn giản, với các công thức tiêu chuẩn, ta có thể lập bảng tính mới; quan trọng là các thông số kỹ thuật được xác lập ở địa phương.

Bài nghiên cứu trên (2007) về sấy cỏ đảo chiều không khí sấy, với chỉ một lần đảo, tương tự như một nghiên cứu trước đó ở Việt Nam ^{**} [sẽ dịch ở số sau]. Số liệu ở Việt Nam chỉ thuần thực nghiệm, còn nghiên cứu ở Mỹ sâu hơn, đo lường kỹ hơn. Tuy nhiên thí nghiệm với khối lượng lớn (20 tấn/mè), khó có thể bố trí thí nghiệm đa yếu tố, mà chỉ tiến hành lần lượt với từng yếu tố, để kiểm chứng mô hình. Từ đó, mô hình giúp hiểu rõ hơn về quá trình sấy, và chọn chế độ sấy thích hợp. Đây là điều chúng ta cần học hỏi; mô hình hóa không phải chỉ để lập ra lý thuyết cao xa, mà để ứng dụng trong thực tế thí nghiệm.

^{**} Phan H. Hien, Nguyen H. Tam, Nguyen V. Xuan. 2003. *The reversible air dryer SRA: One step to increase the mechanization of post-harvest operations*. Proceedings of the Int'l Conference on Crop Harvesting and Processing, 9-11 Feb. 2003 (Kentucky USA) ASAE Publication Number 701P1103e, Ed. Graeme Quick

3 Ảnh hưởng sấy vi ba đến chất lượng đậu bắp

Nguồn: Lam Van Mana, Takahiro Orikasab, Yoshiki Muramatsuc and Akio Tagawaa1.2012. *Impact of Microwave Drying on the Quality Attributes of Okra Fruit*. J. Food Processing Technology 2012, 3:10. <http://dx.doi.org/104172/2157-7110.1000186> (Open Access)

Dẫn nhập

Đậu bắp (okra, *Abelmoschus esculentus* L.) là loại rau trái nhiều chất bổ dưỡng, được nấu chín để ăn hoặc đóng hộp, đông lạnh hoặc sấy.

Có nhiều phương pháp phơi sấy, như phơi nắng, sấy không khí nóng, sấy chân không, sấy thăng hoa, sấy vi ba, v.v.

Sấy vi ba (*microwave*) được áp dụng cho chuối, trái kiwi, rau dền, củ cải xắt lát, tỏi, nấm, cam xắt lát (Medeni 2000, 2001; Orikasa et al 2008; Sharma & Prasad 2001; Figiel 2009; Topping et al 2001; Diaz et al 2003). Các ưu điểm: rút ngắn thời gian sấy; phân bố nhiệt đều; ít giảm chất lượng sản phẩm v.v.

Tuy nhiên, cũng như sấy không khí nóng, sấy vi ba làm mất đi một số vitamin, nhất là vitamin C (ascorbic acid) có nhiều trong đậu bắp, như Singh & Lund (1984) đã xác định khi sấy táo. Độ thay đổi màu là chỉ tiêu gắn với chất lượng sản phẩm sấy; màu càng giống rau trái tươi càng tốt. Hầu hết rau sấy đều được *hoàn ẩm (rehydration)* trước khi nấu, tỷ lệ hút nước tùy thuộc điều kiện sấy trước đó (Lewicki 1998; Krokida & Marinos-Kouris 2003).

Mục đích của nghiên cứu này:

- Khảo sát đặc điểm của đậu bắp sấy vi ba và sấy không khí (**KK**) nóng.
- Đánh giá độ phân hủy vitamin C và mức độ thay đổi màu khi sấy vi ba và sấy KK nóng.
- Đánh giá sự sai biệt tỷ lệ hoàn ẩm giữa sấy vi ba và sấy KK nóng

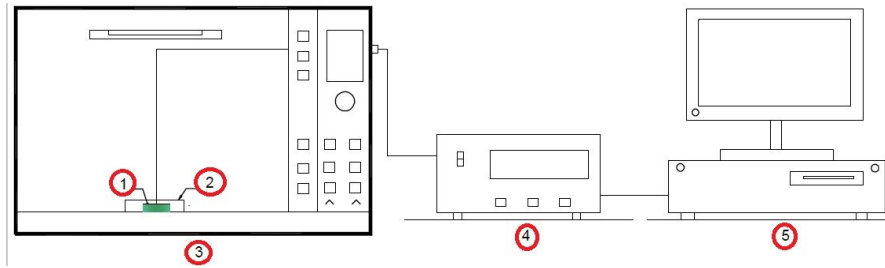
Vật liệu và phương pháp

Chuẩn bị mẫu sấy

Trái đậu bắp được mua ở chợ Kagoshima ở Nhật, tồn trữ 8 °C trong tủ lạnh tối đa 5 ngày. Xác định ẩm độ đầu bằng tủ sấy (phương pháp AOAC, 1990) ra kết quả 91,03 ± 0,1 w.b. (10,14 d.b. thập phân). Đo 20 trái lấy ngẫu nhiên; đường kính 16,5 ± 0,2 mm, chiều dài 91,5 ± 1,6 mm. Rửa sạch và cắt trái thành khúc 20 mm để sấy hoặc phân tích. Khối lượng của 20 khúc này là 3,50 ± 0,01 g (*Ghi chú:* ± độ lệch chuẩn).

Sấy vi ba

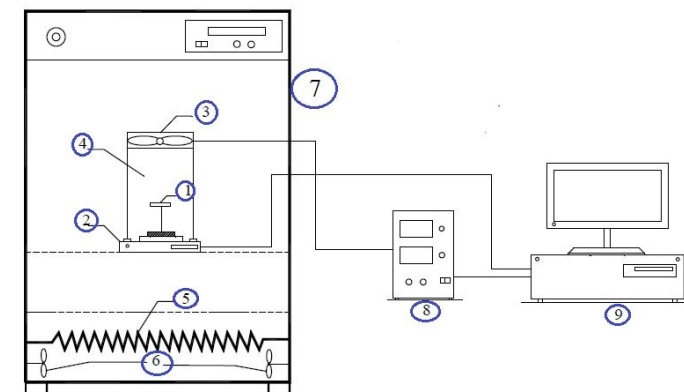
Thí nghiệm sấy vi ba với lò vi ba (Hitachi model MRO-DF6) có 3 mức công suất 500, 600, và 800 W (**Hình 1**). Mẫu VLS khoảng 25-40 g được đặt trong đĩa petri (φ20 cm x 2 cm cao). Đo nhiệt độ ở tâm mẫu đậu bắp bằng nhiệt kế sợi quang (optical fiber) có đường kính 0,1 mm. Ghi khối lượng giảm ẩm bằng cách lấy mẫu ra cân, cách nhau 1 phút, cho tới khi ẩm độ còn 14,0 ± 0,50% w.b. Lặp lại 3 lần cho mỗi nghiệm thức sấy và tính số trung bình.



Hình 1. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm sấy vi ba
 (1) mẫu vật sấy; (2) đĩa petri; (3) lò vi ba; (4) nhiệt kế sợi quang ; (5) máy tính.

Sấy không khí nóng

Máy sấy KK nóng (Hình 2) được điều khiển tự động bằng phần mềm RsCom Ver2.40. Ngưng quạt sấy 1 phút trước khi cân mẫu vật, và bật lại sau khi cân. Thí nghiệm ở ba mức nhiệt độ 40, 50, 60, và 70 °C. Khối lượng mẫu sấy (trong khoảng 20-30 g) được ghi sau mỗi 0,5 giờ cho đến khi ẩm độ xuống đến $14,20 \pm 0,50\%$ wb (hay $0,170 \pm 0,002$ db thập phân). Đo vận tốc không khí sấy bằng máy đo gió V-01-AND2H, tốc độ KK trung bình là 1,1 m/s. Đo nhiệt độ bằng dây nhiệt điện loại T đường kính 0,1 mm cắm vào trái đậu bắp. Theo dõi ẩm độ KK sấy (trong khoảng 2 đến 20%) bằng minilogger GL200. Lặp lại 3 lần cho mỗi nghiệm thức sấy và tính số trung bình.



Hình 2. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm sấy với không khí nóng
 (1) mẫu vật sấy; (2) cân điện tử; (3) quạt sấy; (4) buồng sấy; (5) điện trở cấp nhiệt;
 (6) quạt; (7) máy sấy; (8) nguồn cung cấp điện; (9) máy tính

Mô hình toán cho quá trình sấy

Cũng như nhiều tác giả khác, nghiên cứu này dùng mô hình hàm số mũ (exponential) Lewis để phân tích quá trình sấy đậu bắp.

Phương trình Lewis:
$$dM / dt = -k_1 (M - M_e) \quad (1)$$

với: M là ẩm độ (db thập phân); M_e là ẩm độ cân bằng (db thập phân);

k_1 là hằng số sấy trong giai đoạn sấy tốc độ giảm dần (h^{-1}); t là thời gian sấy (h).

k_1 và M_e được xác định bằng thực nghiệm và tính theo phương pháp bình phương bé nhất.

Điều kiện ban đầu: $t = 0, M = M_o$, viết lại phương trình (1) thành:

$$\ln \frac{M - M_e}{M_o - M_e} = -k_1 t \quad \text{hoặc} \quad MR = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} = \exp(-k_1 t) \quad (2)$$

Phương trình khuếch tán (diffusion) giải bằng chuỗi vô hạn, như sau:

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \sum_{i=1}^{\infty} B_i \exp(-D\lambda_i^2 t) \quad (3)$$

trong đó B_i là hằng số ứng với dạng vật thể rắn. Chuỗi vô hạn ở vế phải phương trình (3) hội tụ về bậc nhất, khi số Fourier $F_0 = Dt / \ell^2$ khá lớn, như thế có thể viết thành

$$MR = B_1 \exp(-D\lambda_1^2 t) = B_1 \exp(-K_1 t) \quad (4)$$

với K_1 là hằng số sấy.

Xác định B_1 và K_1 bằng thực nghiệm, hồi qui bình phương bé nhất. Kết quả $B_1 = 0,95$ với sấy không khí nóng, và $B_1 = 1,0$ với sấy vi ba. Như vậy coi như $B_1 = 1$, và phương trình (4) trở thành phương trình (2), là mô hình hàm số mũ, cho sấy vi ba đậu bắp.

Xác định sự phù hợp của mô hình bằng hệ số xác định R^2 (hồi qui) và sai số quân phương (root mean square error, RMSE).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (M_{exp,i} - M_{pre,i})^2}{N-1}}$$

với: $M_{exp,i}$ = Âm độ thứ i thực nghiệm. $M_{pre,i}$ = Âm độ tính theo mô hình.

N = số lần đo đạc thực nghiệm.

Vitamin C (ascorbic acid content)

Đo vitamin C bằng máy reflectometer RQ-flex-plus Merck. Đặt 5 g đậu bắp vào cốc vại (beaker) và thêm 50 mL dung dịch oxalic acid 1%. Quấy đều và ly tâm 8000 rpm trong 8 phút. Lấy dung dịch nổi trên mặt (supernatant) để phân tích ascorbic acid, theo công thức:

$C = m_a * V_{ox} / W$ với: C = hàm lượng ascorbic acid, mg/kg;

m_a = trị số ascorbic acid đo được, mg/Lit; W = khối lượng mẫu, g.

Độ thay đổi màu (total color difference, TCD)

Đánh giá sự thay đổi màu của VLS theo chỉ số L^* ($L^* = 0$ màu đen, $L^* = 100$ màu trắng), chỉ số a^* ($a^* < 0$ màu lục, $a^* > 0$ màu đỏ), và chỉ số b^* ($b^* < 0$ màu xanh, $a^* > 0$ màu vàng) của tiêu chuẩn CIELAB (Commission Internationale de l'éclairage, Ủy ban quốc tế chiếu sáng).

Đo các chỉ số này bằng máy Chroma meter CR-200b Minolta, với nguồn sáng D65 phát từ 4 điểm khác nhau trên mặt VLS. Dùng màu của đậu bắp tươi làm chuẩn ($L^* = 48,5$; $a^* = -16,4$; $b^* = 26,0$). Độ thay đổi màu TCD (ΔE) tính theo công thức:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (7)$$

với: $\Delta L^* = L^*_{do} - L^*_{chuẩn}$; $\Delta a^* = a^*_{do} - a^*_{chuẩn}$; $\Delta b^* = b^*_{do} - b^*_{chuẩn}$

Sự hoàn ẩm (rehydration)

Nhúng 10 g mẫu vật trong 200 mL nước cất (beaker 500 mL). Nấu nước trong 3 phút để sôi đến 100 °C và giữ sôi thêm 5 phút. Chuyển mẫu vật qua phễu lót giấy lọc để chảy ráo hết nước. Cân mẫu vật, và tính:

Tỷ lệ hoàn ẩm = Khối lượng nước hút được (g) / Khối lượng mẫu vật khô (g).

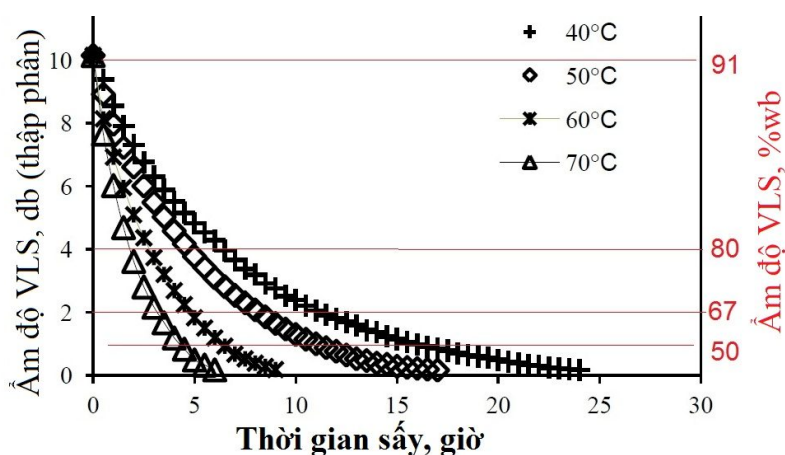
Phân tích thống kê

Phân tích phương sai ANOVA với phần mềm R.ver2.13.1. So sánh số trung bình với trắc nghiệm Tukey ở mức ý nghĩa 0,05.

Kết quả và Thảo luận

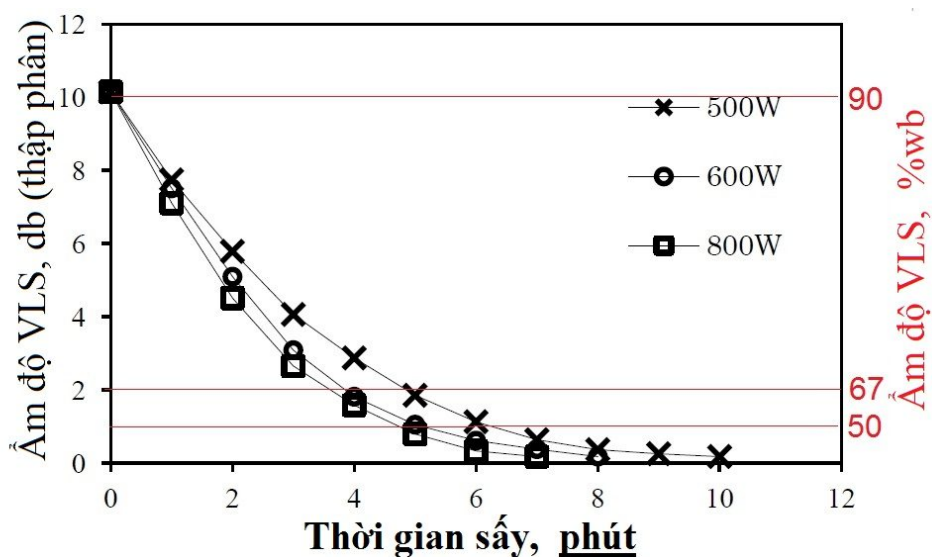
Sấy vi ba, nhiệt độ tâm trái đậu bắp trong khoảng 40- 100 °C, trong khoảng thời gian sau 5 s vi ba và 5 phút ủ nguội. Sấy KK nóng, nhiệt độ trái đậu bắp tiệm cận với nhiệt độ sấy sau 40-60 phút tiếp xúc với KK nóng.

Hình 3 và Hình 4 là đường giảm âm của sấy với KK nóng và sấy vi ba. Sấy vi-ba nhanh hơn nhiều, từ 10,14 xuống 0,17 db thập phân (91%wb xuống 14,5%) nằm trong khoảng 390-600 s tùy công suất vi-ba; trong lúc sấy với KK nóng cần 6- 24 giờ. Số liệu cũng tương tự các nghiên cứu trước đây của Ertekin (2014) với cà dẻ, Ozkan et al (2007) với rau dền, v.v.



Hình 3. Đường giảm âm sấy đậu bắp với không khí nóng

Từ số liệu ở Hình 3 và 4, có thể tính ra tốc độ sấy với hai phương pháp sấy (Hình 5 và 6, không chép lại). Tốc độ sấy tăng khi công suất vi-ba tăng, hoặc khi nhiệt độ KK sấy tăng.



Hình 4. Đường giảm âm sấy đậu bắp bằng vi-ba

Mô hình hóa sấy đậu bắp

Phân tích hồi qui số liệu sấy vào phương trình (4) ở trên, kết quả về hằng số sấy k_1 ghi ở **Bảng 1**. k_1 tăng theo nhiệt độ KK nóng hoặc theo công suất vi-ba.

Bảng 1. Hằng số sấy, với các chế độ sấy khác nhau

Nhiệt độ ; Công suất	k_1, h^{-1} T. Bình ± ĐLC	RMSE, db thập phân	Hệ số R^2
Sấy KK nóng: 40 °C	0,15 ± 0,001	0,067	0,98
50 °C	0,20 ± 0,002	0,071	0,97
60 °C	0,33 ± 0,006	0,083	0,97
70 °C	0,45 ± 0,008	0,064	0,98
Sấy vi-ba: 500 W	0,27 ± 0,001	0,016	0,99
600 W	0,33 ± 0,002	0,024	0,98
800 W	0,36 ± 0,005	0,017	0,99

Kết quả thể hiện ở **Hình 3** và **Hình 4** cho thấy sự tương đồng giữa số liệu thực nghiệm và theo mô hình (giả thiết ẩm độ cân bằng $M_e = 0$). Kết quả nghiên cứu này có thể so sánh với các kết quả trước đây của Orikasa et al (2007) với trái kiwi, và của Alibas (2007) với bí ngô.

Sấy không khí nóng: Hệ số k_1 có thể tính theo phương trình dạng Arrhenius:

$$k_1 = d \exp[-E / (R T)]$$

với: d = hằng số, h^{-1} ; R = hằng số khí lý tưởng = 8,314 J/mol/K; T = nhiệt độ tuyệt đối, K;

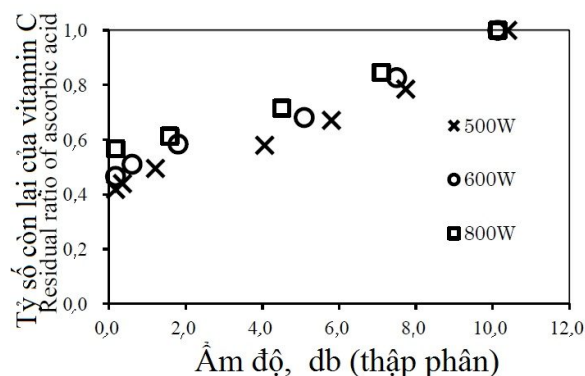
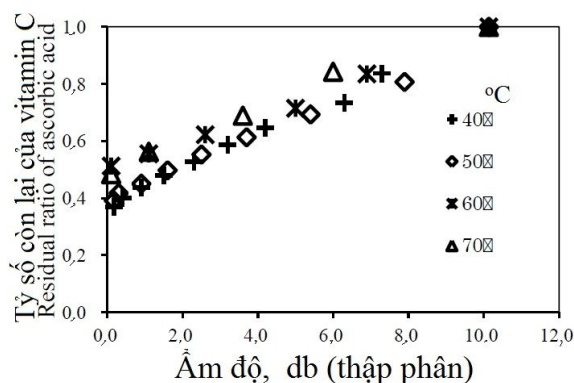
E = năng lượng kích hoạt hóa học (activation energy), kJ/mol.

Sử dụng các số liệu k_1 và T ở **Bảng 1**, và hồi qui bình phương tối thiểu, đã lập được các trị số:

$$d = 2,5 h^{-1} \text{ và } E = 36,7 \text{ kJ/mol.}$$

Độ hao tổn vitamin C (degradation of ascorbic acid)

Độ hao tổn biểu thị bằng Tỷ số còn lại của hàm lượng vitamin C (Residual Ratios of the Ascorbic Acid content, **RRAA**) là tỷ số giữa hàm lượng vitamin C sau sấy so với hàm lượng ban đầu. Liên hệ giữa tỷ số RRAA và ẩm độ đậu bắp thể hiện ở **Hình 7** và **Hình 8**. Các tỷ số này đều giảm khi ẩm độ đậu bắp xuống thấp.



Hình 7. Liên hệ giữa RRAA và ẩm độ đậu (sấy KK). Hình 8. Liên hệ giữa RRAA và ẩm độ đậu (sấy vi-ba)

Động học của quá trình hao tổn vitamin C được biểu thị (Hosaka 1972) bằng phương trình:

$$\frac{dx}{dt} = k' (1 - x) \quad (9)$$

với: k' = hệ số tốc độ hao tổn ascorbic acid, h^{-1} ;

x = Tỷ số còn lại của ascorbic acid (RRAA) sau thời gian t h, db thập phân.

Điều kiện ban đầu $t = 0, x = 1$, lấy tích phân phương trình (9), giải ra:

$$\ln \frac{1}{1-x} = -k't \quad (10)$$

Vẽ đồ thị x theo t , xác định được k' (Bảng 2). Tính hệ số k' tương tự như trên và ra được k' với 7 chế độ sấy (Bảng 2).

	k'	Ascorbic acid mg /100 chất khô	Ẩm độ sau hoàn ẩm db (thập phân)	%wb
<u>Tươi</u>	-	<u>673,4 ± 7,14</u>	<u>10,14 ± 0,05</u>	<u>91,0</u>
40°C	0,145 ± 0,004 h ⁻¹	248,2 ± 5,17	6,18 ± 0,10	<u>86,1</u>
50°C	0,227 ± 0,031 h ⁻¹	263,6 ± 6,20	6,61 ± 0,19	<u>86,9</u>
60°C	0,40 ± 0,014 h ⁻¹	345,5 ± 8,44	6,92 ± 0,07	<u>87,4</u>
70°C	0,345 ± 0,011 h ⁻¹	325,8 ± 7,14	6,36 ± 0,10	<u>86,4</u>
500 W	0,40 ± 0,014 min ⁻¹	281,5 ± 8,15	6,62 ± 0,10	<u>86,9</u>
600 W	0,40 ± 0,028 min ⁻¹	313,7 ± 9,28	6,90 ± 0,12	<u>87,3</u>
800 W	0,46 ± 0,014 min ⁻¹	381,8 ± 8,08	7,75 ± 0,11	<u>88,6</u>

TB ± ĐLC

Bảng 2. Hệ số tốc độ hao tổn ascorbic acid k' ;

Hàm lượng ascorbic acid trước và sau sấy;

Ẩm độ đậu bắp sau khi hoàn ẩm (rehydration).

Dùng các trị số k' cho hồi qui phương trình $k' = d' \exp[-E' / (R T)]$, kết quả xác định:

$$d' = 2,2 h^{-1} \text{ và Activation energy } E' = 28,5 \text{ kJ/mol.}$$

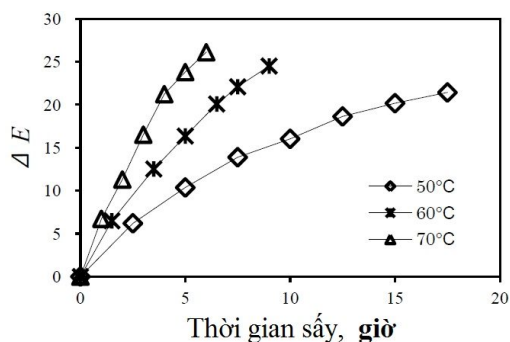
Các kết quả này tương tự như các nghiên cứu trước đây của Hosaka (1972) với trái ớt ($E' = 26,9$ kJ/mol), hoặc của Orikasa et al (2007) với trái kiwi ($E' = 38,6$ kJ/mol)

Bảng 2 trình bày hàm lượng ascorbic acid; đậu bắp tươi chứa 673,4 mg/100 g chất khô, hoặc 60,6 mg / 100 g tươi. Sấy KK nóng hay vi-ba đều làm giảm lượng ascorbic acid; hao tổn ascorbic acid thấp nhất khi sấy vi ba ở 800 W (mất khoảng 43%), hao tổn cao nhất khi sấy KK ở 40 °C (mất 63%), có lẽ vì thời gian sấy dài. So với các nghiên cứu trước đây, hao tổn ascorbic acid là 63% với sấy ớt ở nhiệt độ thường (Daood et al 1996), 72- 88% với sấy ớt ở 50-70 oC (Guillermo 2008).

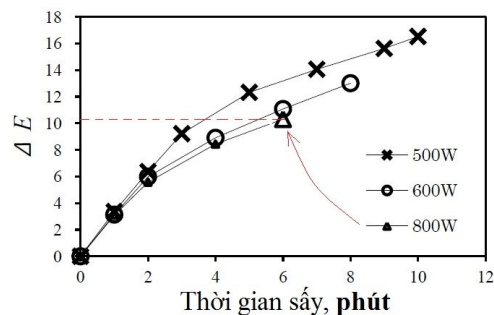
Độ thay đổi màu (Total Color Difference, TCD = $-\Delta E$)

ΔE tính theo phương trình (7), trị số càng lớn khi màu thay đổi nhiều (Hình 9 và Hình 10).

Sau khi sấy, TCD với sấy KK nóng trong khoảng 21-26, cao hơn so với sấy vi ba (trong khoảng 10-17). Vi ba công suất 800 W cho TCD thấp nhất.



Hình 9. Độ thay đổi màu đậu bắp với sấy KK nóng.



Hình 10. Độ thay đổi màu đậu bắp với sấy vi-ba

Độ hoàn ẩm (rehydration)

Độ hoàn ẩm của đậu bắp sau sấy được ghi ở Bảng 2. Mẫu vật sau sấy không thể hoàn ẩm bằng mức tươi trước sấy. Phân tích độ lệch chuẩn (\pm DLC) ở Bảng 2: Sấy vi-ba ở 800 W cho độ hoàn ẩm cao hơn ở 700 W và 600 W, và cao hơn sấy với KK nóng. Sấy KK 40 °C cho độ hoàn ẩm thấp nhất.

Kết luận

Đã sấy đậu bắp với KK nóng 40, 50, 60, 70 °C, và với vi-ba 500, 600, 800 W. Thời gian sấy đậu bắp từ 10,14 xuống 0,17 db thập phân (91%wb xuống 14,5%) nằm trong khoảng 390-600 s tùy công suất vi-ba; trong lúc sấy với KK nóng cần 6- 24 giờ. Hệ số sấy k_1 (trong khoảng 0,272- 0,361 phút⁻¹) tăng theo công suất vi-ba; cũng tăng theo nhiệt độ không khí nóng (trong khoảng 0,147- 0,489 h⁻¹). Sấy KK nóng, năng lượng kích hoạt là 36,5 kJ/mol.

Trong nghiên cứu này, sấy đậu bắp bằng vi-ba công suất 800 W cho thời gian sấy ngắn nhất, ít hao tổn ascorbic acid nhất, ít thay đổi màu sắc nhất, và hoàn ẩm nhiều nhất.

Lời bàn thêm (của người dịch)

Sấy vi-ba giảm thời gian sấy 5-10 lần so với sấy bằng KK nóng. Chúng tôi có thử dùng lò vi-ba ở nhà; đã thử sấy ngô gai, đậu bắp, thơm, lá khô qua v.v. Ví dụ sấy vi-ba thơm khoảng 20 phút (nhiều đợt) ẩm độ giảm từ 86% xuống ~30%. Màu sắc hầu như không thay đổi. Thử sấy okra “kiểm chứng” bài báo: Vi-ba 12 phút (3 đợt) sau đó dùng tủ sấy ở 60 °C; tổng thời gian sấy khô khoảng 2 giờ. Có lẽ giai đoạn cuối (từ 40% ẩm độ trở xuống) nên sấy bằng KK nóng để tránh sấy vi-ba quá khô gây đen xém...

Vấn đề kế là an toàn khi sử dụng vi-ba. Đúng là sóng vi-ba --như tia X hay như bất cứ kỹ thuật nào khác-- có nguy hiểm. Đơn giản như điện nhà, không khéo cũng bị giật chết. Ngay cả điện thoại di động cũng là vi-ba! Nói chung, biết thì tránh được, nhất là có trang bị dụng cụ đo (như thợ điện phải có volt-kế và bút thử điện!).

Các tiêu chuẩn như của Mỹ (FDA Act 351, 352, 360, 360e-360j, 371, 381); của Úc (Australian Standard 3801-1980); Canada (C.R.C. 1370) đều qui định mức rò rỉ tối đa 1,0 mW/cm² = 0,1 W/m²). Các bếp lò vi-ba thường rò rỉ 0,2 mW/cm², dưới xa mức cho phép.

Công nghiệp thực phẩm đã sấy vi-ba cho rau trái với qui mô lớn (xem các đoạn video). Mong được thấy ở Việt Nam sẽ ra đời các mẫu máy sấy xoài, ổi, thơm, chuối, thanh long, nho, táo v.v, qui mô 0,5- 5 tấn/mẻ (tương đương với bốc hơi nước ở máy sấy lúa 4- 40 tấn/mẻ).

4 Ứng dụng Internet vạn vật trong chuồng trại nông nghiệp

Nguồn: Jia W., L. Pan, J. Wang. 2016. *Application of Internet of Things in Facility Agriculture*. Paper Number 162461248, ASABE Int'l Meeting, Florida, July 17-20, 2016

Internet vạn vật (Internet of Things, *IoT*) là công nghệ kết nối nhờ nhận diện bằng sóng radio RFID, cảm biến, GPS, mã QR và các thiết bị thông tin khác, rồi đưa các thông tin qua đường truyền có dây hoặc không dây, cho phép thu thập và phân tích dữ liệu, ra các lệnh điều khiển thủ công hoặc tự động, định vị và theo dõi kiểm soát trong quản lý.

Chuồng trại nông nghiệp *ChTrNN* (facility in agriculture) cần con người can thiệp để có môi trường sinh trưởng tốt nhất, không bị ảnh hưởng thời tiết, và sản xuất hiệu quả nhất.

IoT được áp dụng cho ChTrNN để theo dõi các thông số môi trường trong sản xuất (Lu 2011). Hệ thống này thường có 3 lớp. Lớp thứ nhất tiếp nhận thông tin môi trường. Lớp thứ hai xử lý thông tin. Lớp thứ ba chọn lọc những thông tin cần cho phần mềm giải pháp IoT.

Tổng quan về kỹ thuật ứng dụng IoT trong chuồng trại nông nghiệp

Ứng dụng cảm biến trong IoT cho ChTrNN

Cảm biến (sensor) là yếu tố chính để thu thập thông tin môi trường nông nghiệp, vốn phân tán và phức tạp, bao gồm: nhiệt độ và ẩm độ không khí, nồng độ CO₂, ánh sáng, nhiệt độ và ẩm độ đất (Bai, 2015)

Hệ thống cảm biến không dây (wireless sensor network, WSN) là nút trung tâm, cùng với rất nhiều nút cảm biến phân bố trong vùng đất cần theo dõi. Mỗi nút có đủ các module cảm biến, điều khiển, truyền tin, và nguồn điện (Yao 2015).

Zhao (2012) đã thiết kế hệ thống WSN cho nhà kính. Gao (2009) dùng WSN theo dõi chính xác ẩm độ đất trong ChTrNN. Zhou (2015) dùng WSN để điều khiển môi trường nuôi thủy sản.

Ứng dụng kỹ thuật truyền dữ liệu trong IoT cho ChTrNN

Dữ liệu được truyền theo dây hoặc không dây. Kỹ thuật truyền theo dây đã hoàn chỉnh, được áp dụng nhiều trong chuồng trại với phạm vi hẹp; nhược điểm tốn chi phí dây và không áp dụng phạm vi rộng (Li 2010). Truyền không dây hiện nay chủ yếu theo công nghệ ZigBee (gần như là tiêu chuẩn) với đặc điểm: công suất thấp, chi phí thấp, đa dụng, tự điều chỉnh (self-healing), và tính bảo mật cao.

Tian (2016) đã dùng ZigBee để thiết kế và lắp đặt hệ thống theo dõi nhiệt độ, ẩm độ, CO₂, và ánh sáng trong chuồng trại theo thời gian thực, truyền dữ liệu từ các cảm biến qua Wifi 3G.

Lv (2014) dùng ZigBee dựa theo tiêu chuẩn không dây IEEE802.15.4 và bộ vi xử lý STC89C54 để theo dõi nhiệt độ trong chuồng trại, hoạt động ổn định.

Guo (2014) dùng bộ vi xử lý và ZigBee để điều khiển một xe phun thuốc. Xác định trước đường chạy phun thuốc, lượng thuốc phun, và gian cách phun, đã tạo được phương pháp phun thuốc thông minh.

Ứng dụng kỹ thuật điều khiển thông minh trong IoT cho ChTrNN

Điều khiển thông minh nhằm độc lập can thiệp vào hoạt động của thiết bị. Áp dụng cho chuồng trại, có thể chia ra 4 loại hệ thống điều khiển: 1) artificial neural network, 2) fuzzy, 3) expert, 4) machine learning.

Điều khiển mờ (fuzzy) dùng chính thiết bị hoạt động để mô phỏng hệ điều khiển. Hãy xem một người thợ rèn nghề điều khiển thiết bị với kinh nghiệm dày dặn. Kinh nghiệm này có thể đúc kết thành qui luật để thiết kế bộ điều khiển. Thực hiện các qui luật này nhờ fuzzy logic, và tính toán số theo ngôn ngữ mờ. Vậy điều khiển bằng chính thiết bị thay vì từ môi trường (Li 2007).

Mạng nơ-ron nhân tạo (artificial neural network) mô phỏng thần kinh bộ não con người, để nhận biết các hệ thống phi tuyến tính. Thiết lập các nút nơ-ron nhân tạo và tương quan trong hệ thống để xử lý thông tin, và xác định vấn đề (Xu, 2009). Liu (2015) đã dùng mô hình mạng nơ-ron BP để tiên đoán nhiệt độ trong nhà kính.

Thuật toán học tự động (machine learning) được áp dụng khảo sát sự sinh trưởng của cây tiêu trong nhiều yếu tố môi trường. Sai số quân phương (root mean square error) của máy học thấp hơn 0,97, nghĩa là tác dụng học tập rất tốt (Wu 2016).

Kinh nghiệm và kiến thức của chuyên gia (expert) có thể được đưa vào thuật toán điều khiển mờ và mạng nơ-ron nhân tạo, để hợp thành hệ thống điều khiển với tốc độ cao. Mi (2014) đã dùng loại điều khiển này kết hợp với phương pháp điều khiển PID, để theo dõi và điều khiển trong chuồng trại.

Kết luận

Công nghệ IoT được ứng dụng cho chuồng trại nông nghiệp, bao gồm các công nghệ khác như cảm biến, truyền dẫn dữ liệu, máy vi tính, ZigBee, GPRS, Wifi, điện thoại di động v.v. IoT có thể theo dõi số liệu môi trường theo thời gian thực, phân tích và điều khiển môi trường trong chuồng trại. Các ứng dụng này sẽ phát triển nhanh và bền vững trong tương lai.

5 Thông số thiết kế thông gió cho chuồng bò sữa trong điều kiện khí hậu nóng (Bài tổng quan tài liệu)

Nguồn: Stowell R. R., C. A. Gooch, and W. G. Bickert. 2003. *Design parameters for hot-weather ventilation of dairy housing: a critical review*. pp.218-226 in Fifth Int'l Dairy Housing Proceedings of the 29-31 January 2003 Conference (Fort Worth, Texas USA). ASAE Publication Number 701P0203.

Dẫn nhập

Thông gió **ThG** (ventilation) cho chuồng bò sữa đã thay đổi nhiều về thiết kế từ thập niên 1980, đặc biệt với điều kiện khí hậu nóng. Vài ví dụ: ThG tự nhiên hở vách (full-wall natural ventilation) nghĩa là hầu như toàn bộ chu vi vách tường được mở thoáng; dùng quạt làm mát; ThG theo hầm v.v.

Tiêu chuẩn thiết kế ThG khác biệt nhiều giữa các công ty, đôi khi chỉ từ “thử-sai”. Các nghiên cứu về hệ thống ThG thường không theo kịp phát triển của sản xuất. Vì thế các nhà chăn nuôi bò sữa gặp khó khi muốn chọn hệ thống phù hợp.

Sản xuất sữa ngày càng cạnh tranh, bò cho nhiều sữa hơn trước, và chi phí năng lượng ngày càng tăng, nên cần tính toán thông gió sao cho kinh tế nhất.

Bài này phân tích các chỉ tiêu cần đáp ứng đến ThG hiệu quả, và thảo luận về các hệ thống ThG cho chuồng bò sữa trong điều kiện khí hậu nóng.

Thuật ngữ về thông gió (ventilation)

(ND: nhiều từ rõ nghĩa, nên không dịch)

Thông gió tự nhiên.

Thông gió cơ khí (cưỡng bức): nhờ hệ thống quạt.

Thông gió theo hầm (tunnel ventilation): Dạng ThG cơ khí tạo tốc độ cho luồng không khí.

Quạt khuấy trộn (circulation fan, mixing fan): Quạt khuấy trộn không khí trong chuồng, chưa hẳn để ThG.

Làm mát bằng bay hơi nước (evaporative cooling).

Nhiệt độ hiệu quả (effective temperature): Nhiệt độ thực tế cho môi trường vật nuôi.

Các biến số về thông gió

Tiêu chuẩn “ASAE EP270.5, *Design of Ventilation Systems for Poultry and Livestock Shelters*” của ASAE (2001) và của ASHRAE (2000) đề cập đến 3 thông số: Mức lượng trao đổi không khí (KK); Phân bố KK; và Điều kiện vi khí hậu (được hiểu là tốc độ KK ngang tầm đàn bò).

Mức độ trao đổi không khí MĐCĐKK (rate of air exchange)

Thay đổi KK là cơ bản để giữ chất lượng KK trong chuồng. Tiêu chuẩn ASAE EP270.5 đề cập đến việc kiểm soát nhiệt độ trong chuồng, ẩm độ KK, và các tác nhân gây ô nhiễm như ammonia, CO₂, bụi v.v. Có yếu tố này đều liên quan đến MĐCĐKK. Qui định MĐCĐKK theo trọng lượng vật nuôi, hoặc theo đầu vật nuôi với kích cỡ xác định. Khuyến cáo hiện nay với khí hậu nóng (Bickert et al 2000) là 0,22 m³/s cho bò Holstein nặng khoảng 630 kg; cũng có trường hợp với mức độ gấp đôi.

MĐCĐKK thường được qui định theo đơn vị thể tích thay đổi KK (*Air Change, A_C*) mỗi phút hoặc mỗi giờ, 01 A_C bằng thể tích không gian cần thông gió trong mỗi chuồng, như vậy không kể đến số đầu vật nuôi trong chuồng. Khuyến cáo thông thường là từ 1 A_C/phút, hay 60-100 A_C/giờ.

Phân bố không khí

Phân bố KK tốt nghĩa là đều khắp trong chuồng, và được đánh giá bằng so sánh KK (nhiệt độ, ẩm độ, tốc độ) ở các điểm khác nhau trong chuồng.

Để phân bố đều, cần loại bỏ các điểm cản trở dòng chảy KK trong cấu trúc và bố trí chuồng. Do qui mô chăn nuôi và chuồng trại ngày càng lớn, giữ cho phân bố KK đều là vấn đề phức tạp hơn. Ví dụ chuồng nuôi nhốt (freestall barn) với nhiều chuồng sát nhau và lối đi, chuồng ở dưới gió bị ảnh hưởng không tốt.

Tốc độ không khí ngang qua vật nuôi (air velocity at animal level)

Mức độ truyền nhiệt đối lưu tỷ lệ với căn bậc hai của tốc độ không khí (Incropera và DeWitt, 1985), nghĩa là truyền nhiệt tăng gấp đôi với tốc độ KK tăng gấp 4 lần. Arkin et al (1991) đã xác định quan hệ này với bò sữa. Như vậy, không chỉ là có lượng trao đổi không khí chung phù hợp, mà còn là lượng không khí ngang qua vật nuôi (vi khí hậu) phù hợp.

Các nghiên cứu hỗ trợ cho các chỉ tiêu đánh giá

Mức độ trao đổi không khí MĐCĐKK (rate of air exchange)

Số liệu MĐCĐKK theo các nghiên cứu cũ chưa đủ đáp ứng yêu cầu của trang trại bò hiện đại. Cần nghiên cứu thêm về truyền nhiệt ở bò sữa sản lượng cao, để xác định được MĐCĐKK tối thiểu.

Phân bố không khí

Dù có nhiều báo cáo nghiên cứu về môi trường trong chuồng bò, vẫn chưa có khuyến cáo về mức sai biệt nhiệt độ hay vận tốc KK chấp nhận được. Cần thêm các số liệu này cho nhà thiết kế hoặc vận hành trang trại.

Tốc độ không khí ngang qua vật nuôi (air velocity at animal level)

Thay vì xem xét tốc độ KK chung, Bottcher et al (1998) đề xuất một thông số hữu ích hơn, đó là Tốc độ trung bình tính theo diện tích (Area-Averaged Velocity, AAV) tiếp xúc với vật nuôi. Szokolay (1998) dùng thông số Cảm giác lạnh (Cooling Sensation, CS, °C) do quạt trần tạo ra, tùy thuộc vận tốc không khí v , theo công thức: $CS = 3,67 (v - 0,2)$; tuy rằng chưa có số liệu với gia súc.

Theo Timmons (1995), vận tốc KK và nhiệt độ đều ảnh hưởng đến thể loại mất nhiệt. Số liệu với gia cầm: ở 35 °C, mất nhiệt với vận tốc KK 0,25-0,5 m/s được chia đều cho bốc hơi, bức xạ, và đối lưu (28-36% cho mỗi loại); nếu vận tốc KK 1 m/s, mất nhiệt đối lưu chiếm 60%, còn bốc hơi chiếm 24%, và bức xạ 13%. Nhưng ở 38 °C, hầu hết mất nhiệt do bốc hơi nước (86%-98%). Tăng vận tốc KK từ 0,5 m/s lên 2 m/s làm giảm nhiệt độ thực tế đến 9-14 °C.

Chastain và Turner (1994) xác định vận tốc tới hạn ngang qua con bò là 2,0 m/s; nếu cao hơn mức này cho đến 4 m/s, coi như dòng chảy xiết quá tới hạn (supercritical flow), thì mức độ truyền nhiệt tăng nhanh.

Chiều di chuyển KK cũng có ảnh hưởng. Với tốc độ KK dưới 2 m/s, KK đi thẳng lên hay thẳng xuống cạnh vật nuôi đều cho Chỉ số Nusselt khoảng 300 (số này liên quan đến truyền nhiệt đối lưu). Nhưng với tốc độ 4 m/s, số Nusselt với KK đi xuống và đi ngang lần lượt là 1050 và 750. Ikeguchi (1998) đã cho thấy lắp đặt quạt với một *góc nghiêng* (so với đường thẳng đứng) cho kết quả tốc độ thực tế tốt hơn lắp thẳng đứng, và nhờ thế sử dụng năng lượng quạt ít hơn.

Chastain và Turner (1994) đề nghị dùng dòng KK với số Nusselt 200-330, ứng với vận tốc KK khoảng 1- 2 m/s trong điều kiện khí hậu khô ráo, vì với khoảng này, hiệu suất quạt cao hơn do tận dụng thân nhiệt vật nuôi để bốc thoát nước. Tuy nhiên với khí hậu ẩm ướt, cần vận tốc cao hơn (khoảng 2,9 đến 4 m/s, ứng với số Nusselt lên đến 745) để sự mất nhiệt từ bò sữa có tác dụng hữu ích.

Đánh giá hệ thống thông gió (ventilation system performance)

Thông gió tự nhiên

Stowell và Bickert (1994) nghiên cứu chuồng hở (freestall barn) đã xác lập rằng diện tích vách hở (tính trên đầu vật nuôi) cần phải lớn, để tạo môi trường thích hợp, ít biến động trong chuồng.

Barrington et al (1994) nghiên cứu ảnh hưởng của hướng chuồng trại đến mức độ trao đổi không khí, đã chỉ ra rằng mức độ thông gió có thể giữ ở mức thấp trong 12-27% thời gian, trong điều kiện khí hậu Ontario, với hướng chuồng trại tối ưu.

Quạt làm mát phụ thêm (supplemental cooling fans)

Quạt làm mát với vận tốc 6,4 m/s có thể giảm thân nhiệt bò sữa hơn 0,5 °C trong vòng 4 giờ (Spain và Spiers, 1998); tuy nhiên nếu bò đã bị nóng trong thời gian dài, mức độ sản xuất sữa vẫn chưa hồi phục sau 3 ngày. Sử dụng quạt để tăng vận tốc KK ngang qua con bò ảnh hưởng đến lượng sản xuất sữa (Lin et al 1998)

Meyer et al. (2002) dùng một hàng quạt hướng trực đường kính 0,9 m thổi KK qua chuồng hở, đạt kết quả tốt với mức hô hấp thấp, giữ được sản lượng sữa; đây là giải pháp kinh tế, ít tốn nước để làm mát bổ sung.

Gần đây, loại quạt lưu lượng cao, tốc độ thấp (High-Volume, Low-Speed fan, HVLS) là một sáng chế mới, ví dụ quạt đường kính 2,5-6,5 m, tốc độ ~50-60 vòng/phút (Aynsley và Thain 2002).

Thông gió theo hầm (tunnel ventilation)

Lally và Edwards (2001) nghiên cứu với 744 500 con heo trong 143 trại chăn nuôi, đã xác định: ThG theo hầm, vật nuôi ăn nhiều hơn và chuyển hóa thức ăn tốt hơn so với ThG tự nhiên, nghĩa là có lợi điểm kinh tế. Nhưng đó là với khí hậu lạnh, chứ trong điều kiện khí hậu nóng bức, sự sai khác không đáng kể.

So sánh ThG tự nhiên và ThG theo hầm trong chuồng hở nuôi bò sữa, Stowell et al (2001) báo cáo vận tốc KK ngang tầm con bò đều tương tự nhau, nhưng phân bố đều hơn với ThG theo hầm, nên chênh lệch nhiệt độ giữa trong nhà và ngoài trời chỉ 0,32 °C, so với ThG tự nhiên chênh đến 0,74 °C. Nhưng phản ứng của bò (mức thở, cho sữa) không khác nhau giữa hai hệ thống ThG.

Có thể tham khảo số liệu với con heo, nhưng lưu ý rằng heo không đổ mồ hôi, còn bò mất khá nhiều nước qua làn da.

Tóm tắt và kết luận

Các nghiên cứu về 3 thông số liên quan đến ThG ở khí hậu nóng (Lượng trao đổi KK; Phân bố KK; và Tốc độ KK ngang tầm đàn bò) dẫn đến các kết luận sau:

1. Dù hiện có hệ thống cung cấp mức độ trao đổi không khí khá cao, nhưng thông tin về mức độ tối thiểu cho qui mô sản xuất lớn hiện nay vẫn còn thiếu. Ngoài ra, cũng với qui mô lớn, tăng độ trao đổi KK bị hạn chế trong việc cải thiện vi khí hậu quanh vật nuôi
2. Phân bố luồng KK được coi là không có vấn đề gì về tổng thể, nhưng có thể là vấn đề đối với từng chuồng trại riêng rẽ. Hệ thống thông gió được thiết kế cho một số điều kiện; nhưng nếu sai khác với các điều kiện này, cần quan tâm về phân bố gió.
3. Tốc độ không khí ngang qua vật nuôi cần được cải thiện, dù đã có đủ mức độ trao đổi KK và phân bố KK. Các phát hiện gần đây với thông gió trong mùa hè nóng quanh vật nuôi thường liên hệ đến sự làm mát do bốc hơi (evaporative cooling). Cần nghiên cứu thêm về chi tiết một hệ thống hiệu quả nhất để giữ vận tốc 2-4 m/s ngang qua con bò sữa.

Lời bàn thêm (của người dịch)

Nghiên cứu về thông gió trong chuồng bò sữa ở Việt Nam có lẽ chưa có. Muốn nghiên cứu lĩnh vực này ở Việt Nam cũng thuận lợi là đã có những chuồng trại hiện đại của Vinamilk, TH Milk v.v. để làm khởi điểm. Chúng tôi có dịp quan sát một chuồng bò sữa của một Công ty ở Nghệ An, theo công nghệ Israel. Các quạt trong chuồng được lắp đặt với một góc nghiêng so với đường thẳng đứng, (như bài phân tích trên) để kết quả tốc độ thực tế tốt hơn lắp thẳng đứng. Vậy, vấn đề là “tinh chỉnh” trong điều kiện từng vùng khí hậu của địa phương; chuồng bò sữa ở Đà Lạt phải khác với ở Nghệ An hay Cần Thơ...

6 Chi phí sửa chữa và bảo dưỡng máy kéo hai cầu chủ động ở vùng Bắc Italy.

Nguồn: Calcante A., L. Fontanini, F. Mazzetto. 2013. *Repair and maintenance costs of 4WD tractors in Northern Italy*. Transactions of the ASABE, Vol. 56(2): 355-362. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Dẫn nhập

Cơ giới hóa chiếm 15- 50% chi phí sản xuất cây trồng (Anderson 1988; FADN 2007). Mua sắm và bảo dưỡng máy kéo và máy nông nghiệp là 2 khoản chi phí lớn khi sử dụng máy.

Chi phí sửa chữa và bảo dưỡng máy (Repair and Maintenance, **R&M**) chiếm 10- 15% chi phí cơ giới hóa (Rotz và Bowers 1991); chi phí này tăng theo thời gian sử dụng, nên cần ước lượng chính xác để biết thời điểm tối ưu thay máy mới.

Hiện nay, “đời” D_f của máy kéo được ước lượng 10 000- 14 000 giờ; với máy kéo công suất cao có thể đến 16 000 giờ ((Lazzari và Mazzetto 2009). D_f biến động tùy mức độ sử dụng hàng năm, mức độ bảo dưỡng, điều kiện đất đai khí hậu v.v. và cả ý muốn thay đổi máy và công nghệ mới của người chủ. Do đó, mô hình hóa chi phí này cần (1) tiên đoán được theo các biến động với nhiều loại máy, và (2) ngoại suy được thời gian sử dụng bình thường, với mẫu khá lớn.

Mô hình được sử dụng rộng rãi để tính chi phí R&M là của Bowers và Hunt (1970) ở Đại học Illinois với số liệu 1173 máy kéo. Fairbanks và ctv (1971) đã phỏng vấn 114 nông dân ở Kansas để lập mô hình tương tự, cho máy gặt đập liên hợp và máy kéo. Mô hình này năm 1966 được đưa vào tiêu chuẩn ASAE Standard D230.1 với phương trình (1):

$$C_{rm} = RF1 * (h / 1000)^{RF2} \quad (1)$$

với: C_{rm} là chi phí sửa chữa và bảo dưỡng, tính bằng % của giá mua máy ban đầu.

h là số giờ sử dụng tích lũy, % của D_f .

$RF1$ và $RF2$ là các hệ số không thứ nguyên.

Sau đó, với nhiều tác giả khác ở Mỹ, tiêu chuẩn ASAE được cập nhật vào 1978, 2006, và 2009. Nhiều tác giả ở các nước khác (Ireland, Saudi Arabia, Iran, Italy v.v, cũng nghiên cứu theo mô hình này.

Bảng 1 tóm tắt các trị số $RF1$ và $RF2$ cho máy kéo 2 cầu chủ động (4WD, Four-Wheel Drive) từ các nguồn khác nhau, và cả đời máy kéo. Các trị số này khác nhau tùy (1) thời kỳ khảo sát; (2) kiểu loại máy kéo, ví dụ số liệu của Ward chỉ máy kéo lâm nghiệp, chịu hư hỏng cao; (3) điều kiện sử dụng; (4) kích cỡ lấy mẫu. Ngay cả ASAE Standards ước lượng với 10 000 giờ sử dụng, năm 1978 chi phí R&M là 100% giá mua máy, tiêu chuẩn năm 206 và 2009 chỉ còn 76,8%. Các tiêu chuẩn EP496.3 and D497.6 của ASABE Standards 2006 và 2009 đề nghị đời máy ước lượng 16 000 giờ, trong lúc các tài liệu khác chỉ 10 000- 12 000

giờ. Dù số liệu lấy với nông nghiệp Mỹ, tiêu chuẩn ASABE cũng được áp dụng rộng rãi ở nhiều nước. Vì vậy, **mục đích** của nghiên cứu là thu thập và phân tích số liệu ở vùng Bắc Italy, cập nhật các thông số RF1 và RF2 để ước lượng phù hợp với vùng này hơn.

Bảng 1. Các hệ số tính chi phí R&M cho máy kéo 4WD theo các tác giả khác nhau

Nguồn tài liệu Source	Đời máy D_f (h)		Total Life R&M Cost (%) ^[a]	Accumulated R&M Costs (%) ^[a]			
	RF1	RF2		5,000 h	8,000 h	10,000 h	
ASAE Standards, 1978	2,400	1,500	12 000	100.0	26,8	54,3	75,9
Ward et al., 1985	2,418	1,923	12 000	287,6	53,4	131,9	202,5
ASAE Standards, 1987; Rotz, 1987	1,000	2,000	10 000	100,0	25,0	64,0	100,0
Morris, 1988	2,668	1,476	10 000	80,0	29,0	57,0	80,0
Piccarolo et al., 1989	2,050	1,700	8 000	70,3	31,6	70,3	-
Sartori and Galletto, 1992	1,437	1,420	10,000	37,8	14,1	27,5	37,8
ASABE Standards, 2006, 2009	0.300	2.000	16.000	76.8	7.5	19.2	30.0

^[a] = % của giá mua máy.

Tổng chi R&M/ đời máy | Tổng chi R&M theo số giờ

Phương pháp và phương tiện

Vùng Bắc Italy tập trung hơn 60% máy kéo 4WD của Italy, có thể coi như tiêu biểu cho cả nước Ý. Nghiên cứu này không xét đến máy kéo 1 cầu chủ động (2WD, two-wheel drive) vì chỉ chiếm chưa đến 10% tổng số lượng máy (Unacoma 2008).

Nghiên cứu xem xét 100 máy kéo 4WD công suất 59- 198 kW (Bảng 2), gồm 43 máy do nông dân sở hữu và 57 máy do các công ty làm dịch vụ cho nông dân. Ở miền Bắc Italy, hơn 47% nông dân thuê dịch vụ máy kéo, và hơn 30% máy kéo mua mới là để làm dịch vụ (Casati 2009).

Bảng 2. Đặc điểm các máy kéo trong nghiên cứu

Chủ máy	Số máy kéo	Công suất, kW	Số giờ làm việc /năm	Tuổi máy, năm	
Nông dân	43	Min:	59	250	2
		Max:	147	2217	22
		Trung bình:	107	690	8
Dịch vụ	57	Min:	58	213	1
		Max:	198	1638	22
		Trung bình:	120	880	8
Tổng số	100	Trung bình:	113	798	8

Số giờ làm việc mỗi năm của các máy trên (798 h) cao hơn số trung bình của Italy (dưới 500 h) nhưng thấp hơn của Mỹ (970 h), theo Pawlak et al 2001. Tuổi máy giữa 2 nhóm nông dân và dịch vụ cũng tương đương, cho phép phân tích so sánh.

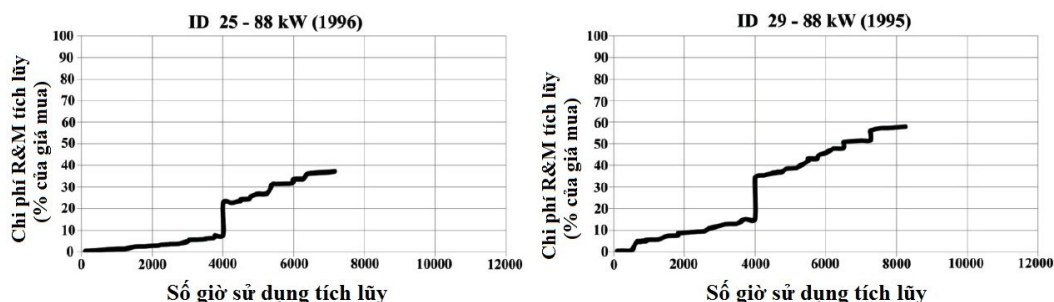
Phương pháp lấy số liệu về chi phí sửa chữa và bảo dưỡng:

1. Gặp trực tiếp và phỏng vấn chủ máy.
2. Gửi phiếu khảo sát đến các đại lý và xưởng sửa chữa có lưu giữ số liệu về các sửa chữa định kỳ hoặc đột xuất.

Thay thế **vỏ bánh xe** (lốp) máy kéo được coi là bảo trì đặc biệt và tốn kém (Morris 1988; Wertz et al 1990). Thông thường, bánh xe được thay lần đầu sau khoảng 3500- 4200 giờ, dĩ nhiên có chi phí công thay. Tiêu biểu là 4 000 giờ cho máy kéo nông nghiệp.

Kết quả và thảo luận

Chi phí R&M rất khác nhau. **Hình 1** là số liệu của 2 máy kéo cùng mã hiệu, công suất, mua cùng thời kỳ, nhưng chi phí khác nhau nhiều do điều kiện sử dụng.



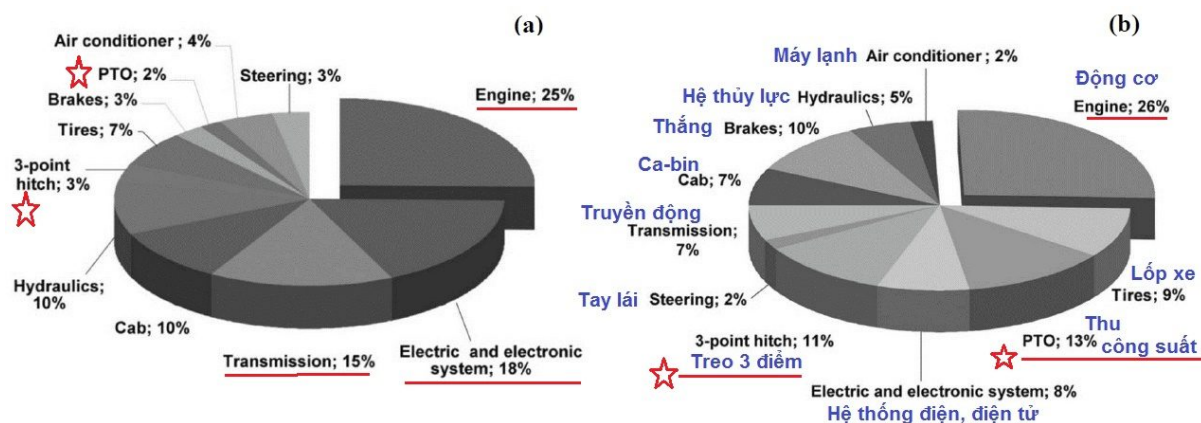
Hình 1. Chi phí R&M của 2 máy kéo cùng mã hiệu và công suất.

Mức tăng đột ngột ở 4000 h là do thay bánh xe

Bảng 3 ghi các biến động các thành phần chi phí R&M, rất biến động (hệ số CV từ 55 đến 84%) cũng như tài liệu ở các nơi khác (Bowers và Hunt 1970; Rotz 1987). Sai biến vì các yếu tố sau: **1/** lịch bảo dưỡng (chủ dịch vụ thường theo sát hơn chủ nông dân; **2/** công suất máy (máy công suất cao thường hoạt động đầy tải nên mau mòn hơn); **3/** cường độ sử dụng; **4/** kỹ năng của người lái máy.

Bảng 3. Biến thiên của công lao động, phụ tùng, giờ sử dụng, và chi phí sửa chữa- bảo dưỡng của các máy kéo trong nghiên cứu này

	Công LĐ, USD	Phụ tùng, USD	Số giờ sử dụng tích lũy	Chi phí R&M tích lũy, USD
Trung bình	6 592	15 091	5 626	20 303
Độ lệch chuẩn	4 648	12 646	2 955	15 626
Min	99	102	400	412
Max	24 483	64 651	15 450	78 383
Hệ số biến động CV	70%	84%	55%	77%



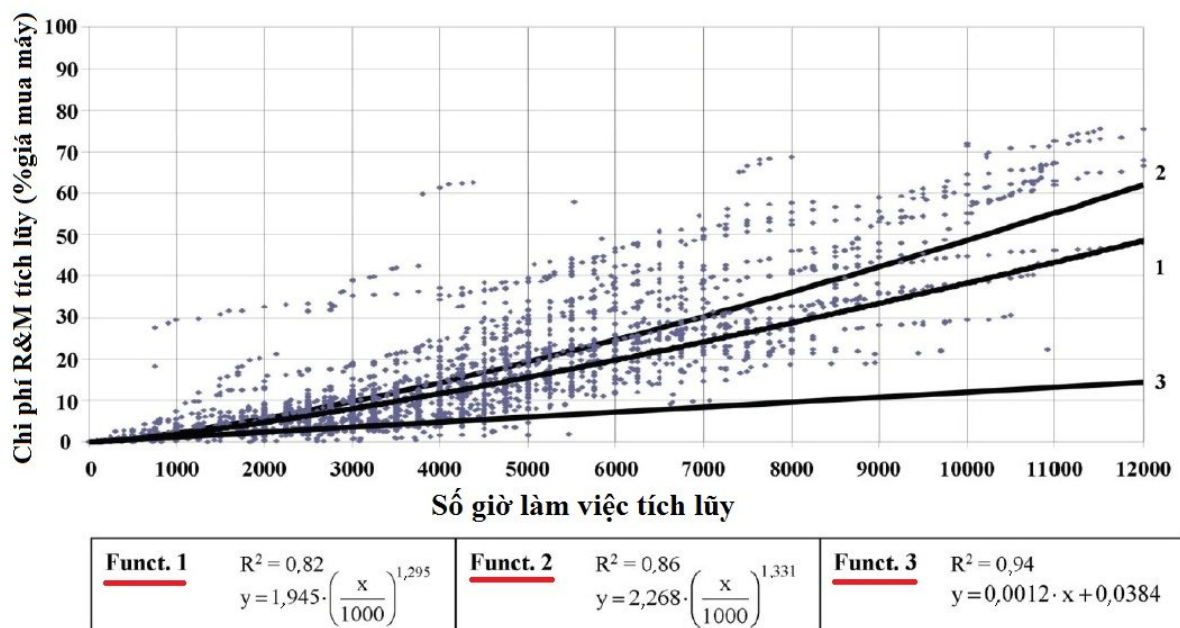
Hình 2. Phân bố các sửa chữa bảo dưỡng:
(a) theo tần suất các bộ phận máy; (b) theo chi phí các bộ phận máy

Hình 2a chỉ tần suất bảo dưỡng các bộ phận, với hàng đầu là động cơ, hệ thống điện tử, và truyền động. Hình 2b xét về chi phí, động cơ chiếm 26% tổng bảo dưỡng; trục PTO và bộ treo ba điểm, dù tần suất ít hư hỏng (2% và 3%) nhưng chiếm tỷ lệ chi phí sửa chữa cao (13% và 11%) do mỗi lần sửa khá tốn kém. Ngược lại, hệ thống điện tử, dù tần suất hư hỏng cao đến 18%, nhưng chỉ chiếm 8% tổng chi phí sửa chữa.

Mô hình ước lượng RF1 và RF2 như phương trình (1) ở trên cho kết quả:

$$C_{rm} = 1,945 * (h / 1000)^{1,295} \quad \text{với hệ số tương quan } R^2 = 0,82$$

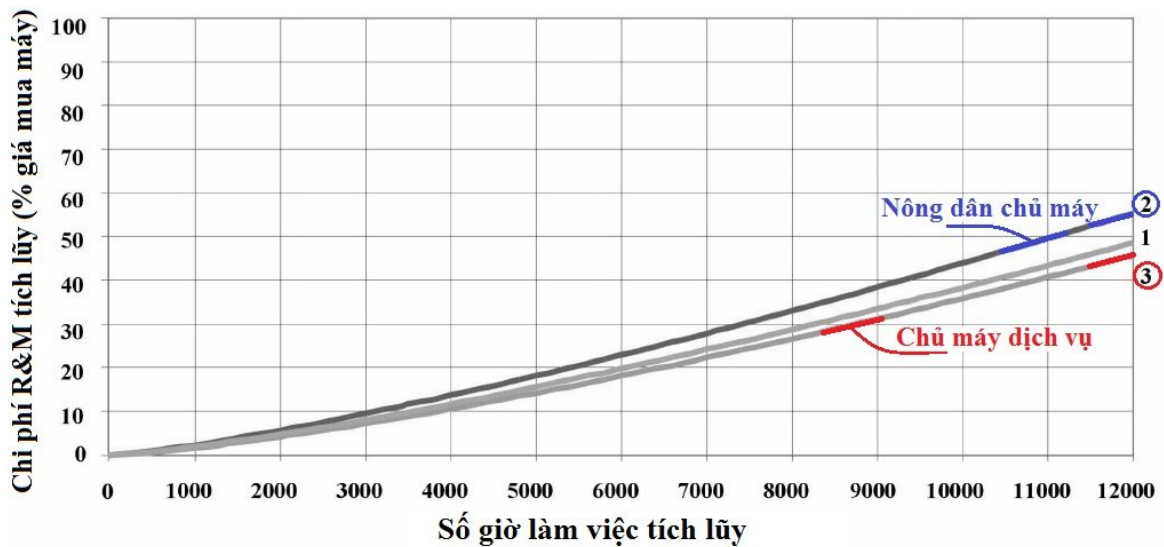
Cũng với mô hình này (Funct.1), có thể tách ra các nhóm khác nhau (Hình 3): Nhóm Funct.2 làm việc nặng và nhiều sửa chữa, và Nhóm Funct.3 làm việc và sửa chữa bình thường. Chia theo nhóm đạt hệ số R^2 cao hơn.



Hình 3. Mô hình chi phí R&M trong nghiên cứu này (Funct.1). Có thể tách ra hai nhóm: Nhóm Funct.2 làm việc nặng và nhiều sửa chữa, và Nhóm Funct.3 làm việc và sửa chữa bình thường.

Con số đời máy D_f giả định với 12 000 giờ tương ứng chi phí R&M là 48,6%, nhưng D_f không quá 12 năm (Lazzari và Mazzetto 2009) vì cần thay đổi kỹ thuật, vận hành an toàn và tiện nghi hơn, giảm tác hại môi trường.

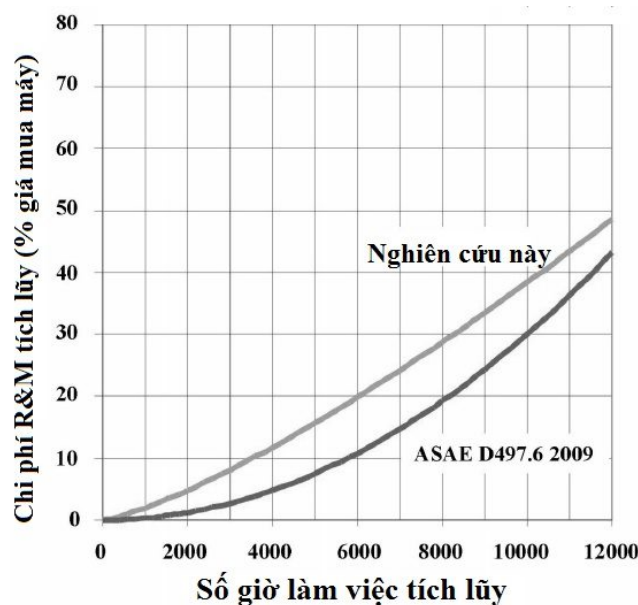
Mô hình chung (Funct.1) ở Hình 4 cũng có thể tách thành hai đối tượng: nông dân chủ máy (Funct.2) và chủ máy dịch vụ (Funct.3). Tính đời máy $D_f = 12000$ giờ, chi phí R&M là 55,4% với nông dân, và 45,7% với chủ dịch vụ. Hai lý do giải thích: (1) chủ nông dân chăm sóc máy không kỹ lưỡng bằng; (2) chủ dịch vụ nhắm chọn máy có độ tin cậy cao hơn, tính ra giá mỗi kW cao hơn 8,4% so với mỗi kW của máy nông dân.



Funct. 1	$R^2 = 0,82$ $y = 1,945 \cdot \left(\frac{x}{1000}\right)^{1,295}$	Funct. 2	$R^2 = 0,83$ $y = 2,355 \cdot \left(\frac{x}{1000}\right)^{1,271}$	Funct. 3	$R^2 = 0,83$ $y = 1,666 \cdot \left(\frac{x}{1000}\right)^{1,333}$
-----------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------------	-----------------------------------------------------------------------

Hình 4. Mô hình chi phí R&M (Funct.1) có thể tách thành hai đối tượng: Nông dân chủ máy (Func.2) và Chủ máy dịch vụ (Funct.3).

Hình 5 so sánh mô hình nghiên cứu này với ASABE Standard D497.6 (2009). Chi phí R&M ở Italy cao hơn ở Mỹ. Sau 12 000 giờ, chi phí này là 48,6% ở Ý và 43,2% ở Mỹ (so với giá mua máy). Sai biệt lớn nhất tương ứng với 7 600 giờ làm việc, $Cr_m = 27\%$ giá mua máy ở Ý, và $Cr_m = 17\%$ ở Mỹ. Tính với máy kéo 4WD 114 kW (trung bình trong nghiên cứu này), chi phí R&M sau 7600 giờ ước lượng là 35 000 USD ở Mỹ và 22 500 USD ở Ý. Lưu ý nếu ngoại suy đến 14 000 giờ sử dụng, trị số với Cr_m gần giống nhau ở Mỹ hay Ý! Dầu sao, 12 000 giờ đủ để thay mẫu máy cũ, nên có thể nói: chi phí R&M ở Ý cao hơn ước lượng của Tiêu chuẩn ASABE.



Hình 5. So sánh mô hình nghiên cứu này với ASABE Standard D497.6 (2009).

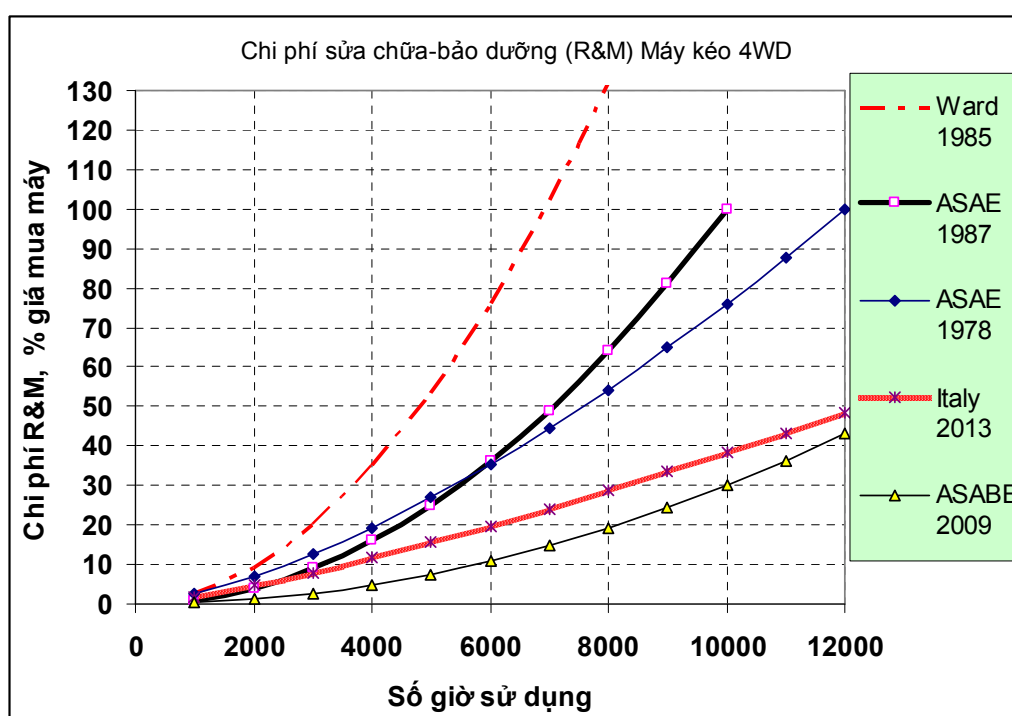
Tóm tắt:

Đã so sánh kết quả lập mô hình chi phí R&M cho máy kéo 4WD ở Italy với mô hình của ASABE (2009). Sai biệt cho thấy cần số liệu địa phương cho mỗi chủng loại máy kéo. Tuy nhiên để áp dụng cho toàn quốc, cần thu thập số liệu trên diện rộng. Thuận lợi hiện nay là hệ thống theo dõi từ xa (telemetry) lắp đặt trên máy kéo (Mazzetto et al 2009; Steinberger et al 2009; Sorensen &Bochtis 2010) với sự tham gia của nhà chế tạo máy, đại lý, công ty dịch vụ, và các hội nông dân.

Ghi chú và lời bàn thêm (của người dịch)

Thử vẽ đồ thị các phương trình ở Bảng 1 (Hình 6) với các chú giải ASAE 1978, 1987, 2009, Ward 1985 về máy kéo lâm nghiệp, và Italy_2013 của nghiên cứu này. Tất cả đều là của máy kéo 4WD. Có thể thấy ngay là các đường cong *rất khác nhau*. Ngay cả các tiêu chuẩn của ASABE (tên cũ ASAE) cũng thay đổi sau từng thập niên. Kinh nghiệm rút ra:

- Tất cả chỉ là ước lượng và thay đổi nhiều theo tiến hóa của công nghệ chế tạo và theo các điều kiện sử dụng của địa phương.
- Hai con số cần lưu ý là thời gian sử dụng máy ứng với 50% hoặc 100% giá mua máy. Ví dụ theo ASAE 1987, các mốc thời gian này là 7000 giờ và 10000 h; có lẽ đây là ước lượng sơ bộ và tổng quát nhất cho máy kéo để bắt đầu, khi chưa có số cụ thể nào khác.
- Muốn ước lượng chính xác cho từng địa phương để có kế hoạch tính toán cụ thể (với máy kéo hay bất kỳ loại máy nông nghiệp nào khác) không thể tránh được việc khảo sát lấy mẫu từ 5 đến 30 máy, tùy phạm vi vùng.



7 Một phương thức cơ giới hóa bắp ở Xuân Lộc (Đồng Nai) để giảm công lao động và chi phí sản xuất

Nguồn: Trần Quang và Phan Hiều Hiền. 2015. *Một phương thức cơ giới hóa bắp ở Xuân Lộc để giảm công lao động và chi phí sản xuất*. Kỷ yếu Hội thảo “Vấn đề cơ giới hóa cho một số cây trồng chủ lực vùng Đông Nam Bộ để phát triển nông nghiệp theo hướng hiện đại và bền vững” ngày 29-8-2015, tại TP.Phần Thiết, Bình Thuận.

Dẫn nhập

Việt Nam mỗi năm nhập bắp và đậu nành bằng hơn một nửa tiền thu từ xuất khẩu gạo; đơn vị tính bằng tỷ USD. Hiện nay có địa phương trồng bắp với năng suất khá cao, 7- 10 tấn/ha, khác với 15 năm trước chỉ “lần quẩn” với 2- 4 tấn/ha. Thiếu sản lượng bắp dù đạt năng suất cao, lý do trồng bắp không lời nhiều, vì tốn công lao động gấp 3 lần làm lúa (Báo Nông nghiệp VN 2011).

Bài này giới thiệu một phương thức cơ giới hóa bắp luân canh với lúa ở HTX TM.DV.NN Xuân Tiến ^{###}, xã Xuân Phú, huyện Xuân Lộc (Đồng Nai) để giảm công lao động và chi phí sản xuất, từ làm đất đến thu hoạch. Tiếp theo là một số đề xuất về khả năng giải quyết một số vấn đề còn tồn tại.

Nguồn tài liệu và số liệu

Số liệu về cách làm hiện tại ở Xuân Lộc là đúc kết của ông Trần Quang (TQg), Giám đốc Hợp tác xã Xuân Tiến, huyện Xuân Lộc, Đồng Nai, và đã báo cáo tại một số Hội thảo khuyến nông (T.Quang 2015).

Số liệu về địa hình ruộng trồng bắp và lúa do TS Phan Hiều Hiền (PHH) đo đạc và khảo sát cùng với hai cán bộ nghiên cứu của Trung tâm Năng lượng- Máy nông nghiệp (TTNLMNN, thuộc Đại học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh).

Số liệu về hoạt động của máy thu hoạch bắp PT-B1,7 của công ty Phan Tấn (Đồng Tháp) do PHH tham gia xem trình diễn và khảo sát cùng với TTNLMNN và TQg trong hai đợt: ngày 22-9-2014 ở Ninh Thuận, và ngày 1-4-2015 ở Đồng Nai, và TQg ghi nhận qua một mùa sử dụng máy trong năm 2015.

^{###} HTX TM.DV.NN Xuân Tiến được thành lập năm 2009, có diện tích đất lúa 150 ha, đất màu 30 ha. Năm 2013, HTX Vụ Đông Xuân trồng toàn bộ bắp trên diện tích 120 ha vụ Xuân Hè có 35 hộ xã viên tham gia chuyên đôi qua bắp, với diện tích 20 ha..

Phương thức canh tác cơ giới hóa ở HTX Xuân Tiến

Điều kiện đất đai

Ruộng đất sét đen, rất dính; và có phèn. Dùng thiết bị laser để đo cao độ của 3 thửa ruộng tổng cộng 1,2 ha (Hình 1, không chép lại). Đo 18 điểm quanh ruộng và giữa ruộng, mỗi điểm lặp lại 3 lần. Kết quả, chênh lệch tối đa $Max-Min = 7,4$ cm, khoảng cách giữa 2 điểm này là 86,4 m; tính ra độ dốc = 0,09%. Vậy coi như ruộng **khá bằng phẳng** (P.H.Hiền 2014).

Thời vụ thay đổi qua các năm (Bảng 1).

Bảng 1. Thời vụ và cơ cấu cây trồng qua các thời kỳ

Năm	Cơ cấu cây trồng	Thời vụ	Gieo sạ (Tháng DL)	Thu hoạch (Tháng DL)
2013 - 2014:	1 lúa + 2 bắp có tưới	Bắp	4	8
		Lúa	9	cuối 11
		Bắp	đầu 12	3
2011 - 2012:	2 lúa + 1 bắp	Lúa	5	8- 9
		Lúa	9	cuối 11
		Bắp	đầu 12	3
Trước 2011: chỉ làm 2 vụ lúa				

Không làm 3 vụ bắp được, vì có một vụ mưa ngập, chỉ trồng lúa. Và lại cũng cần cắt mầm bệnh nhờ luân canh, và sử dụng phân sau vụ lúa được giảm nhẹ. Theo báo cáo (T.Quang 2014) lợi nhuận tăng thêm khi chuyển thêm 1 vụ bắp là từ 19 đến 33 triệu đồng /ha.

Xử lý dư thừa cây trồng vụ trước

a) Sau vụ lúa: Dùng máy cắt và băm rạ gắn trước máy kéo 2 bánh (Hình 2), và đốt rạ. Tiêu thụ dầu diesel: $1,5 \text{ lít/giờ} * 5 \text{ giờ /ha} = 7,5 \text{ lít /ha}$.

Lao động (thợ lái): 5 h công

Chi phí

- = $\approx 70\,000$ đ thuê máy
- + $150\,000$ đ dầu
- + $130\,000$ đ công lái
- = $350\,000$ đ /ha



Hình 2. Máy cắt rạ

b) Sau vụ bắp: Cũng dùng máy cắt băm thân. Đốt thân băm, nếu vụ tiếp trồng bắp, hoặc vùi lấp, nếu vụ tiếp trồng lúa. Chi phí tương tự như trên.

Làm đất

- Sau vụ lúa: Không làm đất, chỉ băm rạ, và đốt rạ (Hình 3).
- Sau vụ bắp (đến vụ bắp kế tiếp): Cũng không làm đất. Chỉ băm thân và đốt, hoặc băm góc rạ nếu dùng máy gặt đập liên hợp.
- Sau vụ bắp (đến vụ lúa kế tiếp): Băm thân bắp và dùng bánh lồng (máy kéo 4 bánh) để vùi. Rồi dẫn nước vào, để ngập nước 10 ngày và dùng máy xới đất.



Hình 3. Rạ băm và đốt rạ

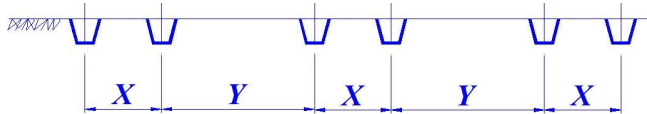
Gieo trồng Bắp

Chọc lỗ bằng mẫu gắn trên bánh lồng theo máy kéo 2 bánh (Hình 4). Các mẫu hàn sao cho khi đâm xuống đất, khoảng cách trên hàng ≈ 25 cm, và lỗ sâu ≈ 5 cm.



Hình 4. Mẫu hàn trên bánh máy kéo để tạo lỗ gieo

Với 4 vành có mẫu hàn trên hai bánh máy kéo, tạo được hàng kép như sau:



với $X = 28-30$ cm; và $Y = 70-75$ cm.

Nếu có rãnh nước (cách nhau 4 m): $Y = 110$ cm.

Chi phí và lao động (tính trên 1 ha) ghi ở **Bảng 2**.

Bảng 2. Chi phí và lao động khâu gieo bắp / ha

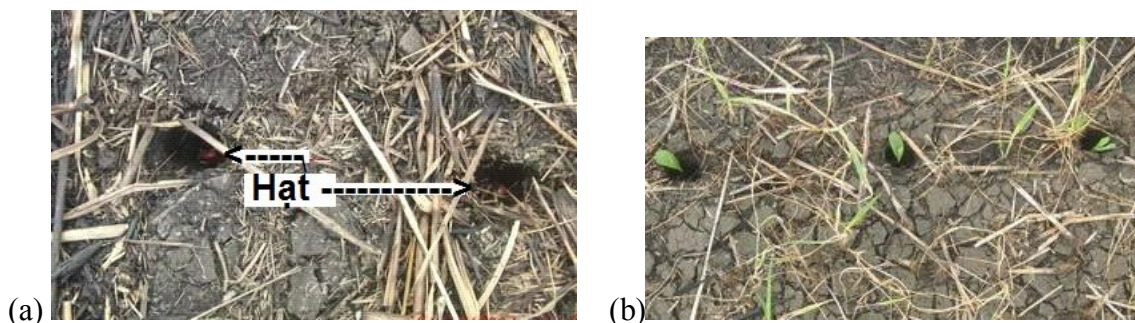


Hình 5. Bỏ hạt thủ công vào từng lỗ gieo

	Chọc lỗ bằng máy	Bỏ hạt (Hình 5)	Giải thích / Ghi chú
Năng suất làm việc	2,5 ha /ngày 8 h = 3,2 giờ / ha	1500 m ² / 8 h (1 người) ==>	1 ha = 1500 m ² * 6,7 = 54 h / ha / người
→ Công lao động	≈ 3 giờ /ha công lái máy	54 h công = 6 người * ≈8 h	
CHI PHÍ:			
Dầu diesel	64 000 đ		1 Lít /h * 20 000 đ/L * 3,2 h
Khấu hao máy	46 000 đ		Ước lượng thuê máy 15 000 đ/ h
Lao động	80 000 đ	1 400 000 đ	Công thợ: 200 000 đ /ngày 8 h Phổ thông: 150 000 đ/1500 m ² (8 h)
CỘNG =	190 000 đ	1 400 000 đ	

Vậy, với 1 ha, cần 54 giờ công lao động phổ thông để *bỏ hạt*, công đoạn **tốn lao động**.

Sau khi gieo bắp 1 ngày, tưới nước; nước kéo tro ra xuống lỗ gieo và giữ ẩm, để hạt nảy mầm (Hình 6).

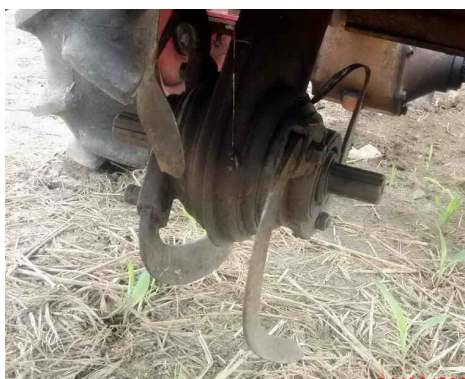


Hình 6. (a) Hạt bắp trong lỗ gieo; (b) Cây bắp mới nhú mầm

Tưới nước

Bao gồm chi phí tạo rãnh thoát nước và chi phí tưới.

a) Tạo và vét rãnh (trước hoặc sau khi gieo) để dẫn nước vào và thoát nước. Khi thời tiết không thuận lợi, đất ẩm và dính, dùng các **lưỡi phay** xếp đặc biệt để tạo rãnh (Hình 7) và vét đất bằng thủ công. Chỉ khi đất hơi khô, mới dùng xới lưỡi mũi có cánh diệp (Hình 8). Các rãnh cách nhau 20 m.



Hình 7. Lưỡi phay tạo rãnh.



Hình 8. Lưỡi xới mũi và cánh diệp.

Thực ra, lưỡi phay không tạo rãnh vuông vức được. Phải thêm lao động vét rãnh thủ công (dùng bay thợ hồ). Chi phí làm rãnh nước chia ra:

Máy tạo rãnh: Năng suất làm việc 1 ha /ngày 8h; 1,5 L diesel /h; với 01 thợ lái.

Chi phí = 120 000.đ khấu hao + 240 000.đ diesel + 200 000.đ công = **560 000.đ /ha**

Lao động vét rãnh: Cần 5 công /ha = 40 h /ha.

Chi phí = 150 000 đ /công * 5 công = **750 000 đ /ha**

Cộng: 1 310 000 đ/ha

b) Tưới nước: Mỗi vụ bắp bơm 7 lần vào các thời điểm:

◆ 1 ngày sau gieo để hạt đủ ẩm nảy mầm; ◆ 8-10 ngày sau gieo (kết hợp bón phân) ◆ tiếp theo, cách 18 ngày; ◆ cách 18 ngày; ◆ tiếp theo, cách 10 ngày; ◆ cách 10 ngày; ◆ cách 10 ngày. Không bơm trong 20 ngày trước thu hoạch.

Mỗi lần tưới trong 8 giờ. Dùng bơm chìm, động cơ điện 2 HP, tiêu thụ 2 kWh /giờ; mức nước sâu 26 m.

Bố trí các giếng khoan ở các góc ruộng. Các ống tưới (Φ50 mm, dài đến 100 m) được máy kéo hai bánh đưa đến ruộng; lắp xong, khởi động bơm và người lòi ống đi tưới (Hình 9).



a) Lòi ống ra đồng,



b) Tưới

Hình 9. Tưới nước cho bắp

Tính chi phí tưới 7 lần cho 1 ha:

Tiền điện:	= 1 500 000 đ
Lao động: 7 lần tưới * 1 công 8 h /lần * 150 000 đ /công (7 lần * 8 h /lần = 56 h cho bơm tưới).	= 1 050 000 đ
Khấu hao (bơm + động cơ, giá 4,5 tr.đ, 5 năm chưa sửa).	<u>350 000 đ</u>
CỘNG :	2 900 000 đ

Bón phân và phun thuốc

Bón phân: gồm bón vôi 500 kg/ha; phân P với 250 kg/ha; và N-P-K 1200 kg.

Bón 3 lần; 2 công/ha / lần * 3 lần → = 6 công

Phun thuốc:

Phun thuốc cỏ: 2 lần phun * mỗi lần 0,5 công → = 1 công

Phun thuốc sâu rầy, tùy tình hình dịch bệnh; lấy trung bình 2 ngày công /ha.

Chi phí (01 ha), tính với ngày công 8h, 150 000 đ / 8 h:

Bón phân: 6 công = 48 giờ.	Thành tiền = 900 000 đ
Phun thuốc: 3 công = 24 giờ.	Thành tiền = <u>450 000 đ</u>
CỘNG :	1 350 000 đ

Ghi chú: Chi phí vật tư bao gồm: Phân bón: 13 200 000 đ; Thuốc BVTV: 480 000 đ

Thu hoạch Lúa

Thu hoạch bằng các máy gặt đập liên hợp (GĐLH) phổ biến. HTX đã dùng GĐLH Kubota, với năng suất thu hoạch và chất lượng tốt hơn (4,5 ha/ngày; rơi vãi ≈120 kg/ha, diesel 20 Lít/ha) so với các máy GĐLH Trung Quốc trước đây (3,5- 4,0 ha/ngày; rơi vãi ≈250 kg/ha, diesel 22- 25 Lít/ha).

Thu hoạch Bắp

a. Năm 2014: Thu hoạch thủ công và đập bằng máy (tính cho 01 ha)

- Bê trái: Tính với 1 lao động (LĐ) 1 ngày hái được 1200 m². Vậy 12 LĐ, 1 ngày thu được 1,5 ha. Khoán 150 000.đ/1000 m². (hoặc 48 giờ công /ha). Qui ra: **1 500 000 đ /ha**
- Gom trái (máy kéo + rơ-móc) 1 ha: 8 LĐ * 150 000 đ/LĐ + thuê máy kéo 600 000.đ/ha.

Lao động: 48 h thủ công + 8 h lái máy. Qui ra: **1 800 000 đ /ha**,
(chia ra: Thủ công 1 200 000 đ; Lái máy 250 000 đ; Khấu hao và dầu diesel 350 000 đ.

- Đập bắp bằng máy: Khoán chủ máy 1 tr.đ/ha + Công chủ và LĐ bốc vào ra máy: 1 tr.đ/ha
(Máy đập: 4 tấn/h, khoảng 3 giờ/ha; cần 8- 10 lao động phục vụ).

Qui ra: **2 000 000 đ /ha**, gồm

Lao động: 27 h thủ công + 3 h vận hành máy. Chi phí chia ra::

Thủ công 1 000 000 đ; Vận hành máy 200 000 đ; Khấu hao /diesel &... 800 000 đ.

Tổng cộng (3 khoản ●): 5 300 000 đ /ha

Như vậy, 1 ha tốn 36 giờ công lao động kỹ thuật (vận hành máy đập, máy kéo) và 123 giờ công lao động phổ thông (48 giờ hái trái, 48 giờ gom trái, và 27 giờ phục vụ bốc vào và ra máy đập). Chi phí lao động 4 150 000 đ/ha chia ra: 450 000 đ kỹ thuật và 3 700 000 đ phổ thông. Đây là khâu **tốn nhiều công lao động nhất**, hơn 1/3 tổng số công cho sản xuất bắp (dù đã có máy đập bắp).

b. Máy gặt đập liên hợp (GDLH) thu hoạch bắp

Chúng tôi đã quan sát và ghi nhận thu hoạch bắp với máy gặt đập liên hợp bắp PT-B1.7 của Công ty Phan Tấn (Đồng Tháp) trong 2 đợt ở Ninh Thuận và Đồng Nai (Hình 10). Máy có bề rộng cắt 1,7 m, khối lượng 2750 kg, động cơ 60 HP, bánh xích cao su.



(a) ở Ninh Thuận.



(b) ở Đồng Nai

Hình 10. Máy gặt đập liên hợp PT-B1,7 của Công ty Phan Tấn (Đồng Tháp) thu hoạch bắp.

Đợt I: Ngày 21-9-2014, ở Xã Phước Sơn, Huyện Ninh Phước, Ninh Thuận

Tóm tắt các ghi nhận và đo đạc sơ bộ: Năng suất thực tế ≈ 4 giờ /ha (Thân bắp đã cắt cò).

Độ sót trái $\approx 1,5\%$. Độ rơi vãi hạt $\approx 1,2\%$. Độ sạch 97%. Độ bể hạt = 6%.

Chi phí diesel: 6 Lit /giờ.

Lao động: 1 tài xế và 2 lao động vô bao (làm liên tục).

Chi phí thu hoạch (ước lượng: 2,5- 3,0 triệu đồng /ha)

Đợt II: Ngày 9-3-2015, ở HTX Xuân Tiên, Xuân Lộc, Đồng Nai

Năng suất thực tế ≈ 3 giờ / 1 ha. Thu hoạch nhanh hơn ở Ninh Thuận, vì ruộng rộng hơn và bằng phẳng hơn. Thân bắp không cắt cò, cò cao 2,0- 2,5 m, đây là điểm khác biệt chính so với thu hoạch ở Ninh Thuận.

Độ sót trái rất ít (không phát hiện): Tạm coi = 0,5%

Độ rơi vãi hạt: ước lượng = 0,7%, ít hơn ở Ninh Thuận.

Độ sạch: tương đương ở Ninh Thuận.

Độ bẻ hạt: tương đương (dù bấp âm hơn).

Diesel & Lao động: như ở Ninh Thuận.

Chi phí thu hoạch (ước lượng: 2,5 triệu đồng/ha).



Hình 11. Cừu thích ăn trái sót hoặc hạt rơi vãi sau máy thu hoạch

Ghi chú về một “khám phá” mới: Cừu rất thích ăn bấp cả nguyên trái, hoặc moi móc từng hạt rơi vãi (Hình 11).

Nếu Ninh Thuận phát triển trồng bắp và thu hoạch bằng

GDLH, sẽ có “cừu chạy đồng”, cũng như Đồng bằng Sông Cửu Long đã có “vịt chạy đồng”

C. Kết quả sử dụng máy GDLH bắp tại HTX Xuân Tiến, tháng 4-2015

Tháng 3-2015 HTX Xuân Tiến đã mua một máy PT-B1.7. Máy bắt đầu thu hoạch vụ Đông Xuân từ ngày 21-3-2015 kết thúc vào ngày 28-4-2015, trên cánh đồng của HTX Xuân Tiến. (Xã Xuân Phú, Xuân Lộc, Đồng Nai). Tổng diện tích thực hiện được 50 ha. Mỗi giờ làm việc của máy bình quân từ 0,2-0,3 ha tùy địa hình và diện tích của từng thửa ruộng (không kể thời gian di chuyển (mỗi ngày thu hoạch 2- 2,2 ha). Bước đầu thu hoạch liên hợp bắp ở Xuân Lộc chưa nhanh, vì chưa gieo trồng thống nhất một loại giống, và các giống có thời gian sinh trưởng khác nhau, nên khi thu hoạch tốn nhiều thời gian di chuyển máy.

Các chỉ tiêu khác (sót, nát, rơi vãi...) được nông dân chấp nhận. Sơ bộ ghi nhận chi phí lao động như **Bảng 3**.

Bảng 3: Số giờ công lao động / 1 ha và chi phí, với máy GDLH bắp PT-B1,7

	LĐ lái máy, giờ	LĐ phổ thông, giờ	LĐ lái máy (kỹ thuật), đồng	LĐ phổ thông, đồng
Thu hoạch bằng GDLH	3,5	7	140 000	140 000
Gom bao và chở về lò sấy	3,5	16	140 000	320 000
Cộng	7	23	280 000	560 000

HTX thu công máy làm dịch vụ là 3,5 tr.đ/ha. Ước tính trả công lao động phục vụ và nhiên liệu khoảng 1,5 tr.đ/ha, thì khoảng 4-5 vụ sẽ hoàn vốn đầu tư.

Chênh lệch về lao động và chi phí giữa cách thu hoạch bán thủ công năm 2014 và sử dụng máy GDLH năm 2015, được tóm tắt ở **Bảng 4**

Bảng 4: Chênh lệch về công lao động và chi phí giữa hai cách thu hoạch / 1 ha

	Bán thủ công 2014	Máy GDLH 2015	Chênh lệch (2014) - (2015)	Tỷ số 2014 / 2015
Lao động,	46,1 ngày công	33,1 ngày công	= 13 ngày công	1,39
Chi phí	12,7 triệu đồng	9,3 triệu đồng	= 3,4 triệu đồng	1,37

Vậy tính trên tất cả các công việc (kể cả chuyên chở về lò sấy) áp dụng máy GDLH đã giảm được khoảng 38% cả về công lao động và chi phí thu hoạch.

Lưu ý, trừ công đoạn chuyên chở bắp về lò sấy, còn hai công đoạn hái trái và đập ra hạt, để có cùng khối lượng thành phẩm hạt trong cùng thời gian, cần khoảng 25 lao động, gấp 6 lần so với máy GDLH. Thực sự, tuy giảm chi phí lao động 3,4 tr.đ, nhưng do thuê dịch vụ, nông dân chỉ tiết kiệm được khoảng 1,0 triệu đồng/ha. Dầu sao, vừa thu hoạch nhanh gọn, không lo kiểm đầu ra 25 lao động để kịp thời vụ, đồng thời bảo đảm chất lượng hạt không bị giảm vì thu hoạch trễ. Tóm tắt, lợi cho cả nông dân và chủ máy làm dịch vụ.

Sấy bắp

Ở Đồng Nai người ta sử dụng nhiều loại máy để sấy bắp, từ máy sấy vi ngang đến máy sấy tháp. Tại HTX Xuân Tiến, sấy bắp hạt bằng máy sấy vi ngang (Hình 12). Với 10 tấn bắp tươi thu hoạch từ 1 ha, mẽ sấy 8 giờ ra được khoảng 8 tấn bắp khô. Chi phí sấy được khoán 300 000 đ/ tấn khô, qui ra 2,4 triệu đồng/ha, bao gồm chi phí lao động. Nếu tách rời ra, lao động bao gồm:



Hình 12. Máy sấy bắp hạt

- Trả công kỹ thuật cho thợ trông coi lò, 250 000 đ /mẻ 8 h;
- Bốc vác ra hạt từ máy sấy: 4 người * 1,5 h = 6 giờ công, khoán 30 000 đ/tấn, qui ra 240 000 đ / (1 ha 8 tấn).
- Bốc vác hạt vào máy sấy: được tính chung trong chi phí vận chuyển từ ngoài đồng về.

Tóm tắt: Lao động, và chi phí hoạt động máy /ha (Bảng 5)

Bảng 5: Lao động, và chi phí hoạt động máy /ha (chưa áp dụng máy GDLH)

	LĐ lái máy, giờ	LĐ phổ thông, giờ	Máy và LĐ lái máy, đồng	LĐ phổ thông, đồng
Xử lý dư thừa	5		350 000	
Làm đất				
Gieo	4	54	190 000	1 000 000
Xê mương nước	8	40	560 000	750 000
Tưới		56	2 800 000	1 050 000
Bón phân & Phun thuốc		54		1 350 000
Thu hoạch	11	123	450 000	3 700 000
Sấy	8	6	250 000	240 000
TỔNG:	36 giờ	333 giờ	4 600 000 đ	8 090 000 đ
Qui ra ngày công	4,5 ngày	41,6 ngày	-	-
Tỷ lệ (100%=máy đập+thủ công)	10%	90%	36%	64%

Từ Bảng 5 có thể hình dung các điểm sau:

- a) Tổng số công lao động 4,5 công lái máy + 41,6 công phổ thông = ≈46 công, tương đương hoặc hơi thấp hơn so với công canh tác lúa cần 40- 60 công /ha. Đã phân bác được câu nói phổ biến "trồng bắp tốn công gấp 2- 3 lần trồng lúa".
- b) Công lao động phổ thông chiếm 90% tổng số ngày công và 64% tổng số chi phí lao động, vẫn là quá nhiều.

- c) Chi phí dùng máy (khấu hao, nhiên liệu, thợ lái...) chiếm gần 30% chi phí vận hành.
- d) Như **Bảng 4**, áp dụng máy GDLH giảm lao động từ 46 ngày công xuống còn 33 ngày, nghĩa là giảm được gần một phần ba số công.
- e) → Cần tiếp tục cơ giới hóa các công đoạn cần nhiều lao động (**Bảng 5**), bao gồm:
Gieo hạt 54 giờ/ha; Tưới 56 giờ/ha; Bón phân và phun thuốc 54 giờ/ha.
- f) So với Tổng đầu tư (vật tư nông nghiệp, lao động, máy móc) = 24- 28 tr.đ/ha, công thì Chi phí vận hành máy (Lao động, và thuê máy, 12,69 tr.đ/ha) chiếm khoảng 44- 50%.

Về lợi nhuận giữa trồng bắp và trồng lúa

Tổng hợp các báo cáo (T.Quang 2015), lấy trung bình trên 3 vụ lúa và 3 vụ bắp:

- (a) Trồng lúa, lời ~ 14- 15 tr.đ /vụ. Trồng bắp, lời ~ 31- 33 tr.đ /vụ (với giá bán bắp lần lượt là 5500, 6000, 6500 đ/kg với ba vụ trên).
- (b) Nhưng nếu nông dân VN phải cạnh tranh với bắp nhập "rất rẻ" của thế giới, ví dụ (giả sử) 4500 đ/kg bắp nhập, thì trồng bắp (bán với giá 4500 đ/kg) chỉ lời 12 triệu đồng /vụ, như vậy còn thua trồng lúa !
- (c) Nếu không quá bi quan, giả sử bắp nhập giá 5000 đ/kg, tính lại thì trồng bắp (bán với giá 5000 đ/kg) lời được 16 triệu đồng /vụ, nghĩa là chỉ hơn trồng lúa chừng 10- 20%.
- (d) Vậy, *bài toán đặt ra là còn phải giảm chi phí trồng bắp hơn nữa*, không phải chỉ "ta đổi mặt với ta" mà là "ta đổi mặt với thế giới".
- (e) Đã đưa máy GDLH bắp PT-B1.7, kết quả thực tế nông dân đã tăng thêm lợi nhuận khoảng 1,0 triệu đồng /vụ, và chủ máy làm dịch vụ có thể thu hồi vốn đầu tư.
- (f) Còn phải tiếp tục giảm giá thành sản xuất, bao gồm cơ giới hóa các công đoạn khác.
- (g) Thử phân chia chi phí sản xuất thành hai mục: 1/ Vật tư (phân, thuốc...); 2/ Vận hành (phát ra, gieo, thu hoạch...) và sắp xếp lại. Kết quả:

	Thành tiền	Tỷ lệ
1/ Vật tư:	16,0 triệu đồng	56%
2/ Vận hành:	12,7 triệu đồng	44%
Cộng:	28,7 triệu đồng	100%

Tỷ lệ chi vật tư trong tổng chi phí khá cao (56%). Vậy vẫn còn nhiều vấn đề cho các nhà *Nông học* nỗ lực để giảm chi phí. Cũng cần nghiên cứu để áp dụng tương tự như đã làm với cây lúa "1 phải 5 giảm".

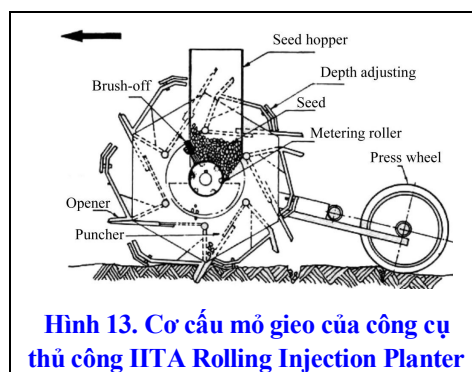
Một số nhận xét và đề xuất về cơ giới hóa

A. Ưu tiên các công đoạn cần cơ giới hóa

Xét các công đoạn cần tiếp tục cơ giới hóa:

- Bơm nước: đã dùng động cơ điện, chỉ có cầm vòi tưới thủ công. Việc này 10- 20 ngày mới làm một lần với chỉ một người, nên không căng thẳng lao động lắm.
- Bón phân và phun thuốc: Cả hai đều rải ra thành nhiều lần, hoặc chỉ phun khi có sâu rầy, nên chưa phải là ưu tiên số 1. Có thể ứng dụng các mẫu máy có sẵn, như phun thuốc dùng bình ac-quy, hoặc giàn phun tự hành lắp trên máy kéo, như đã ứng dụng cho canh tác lúa ở vùng Đồng Tháp Mười.

- Gieo hạt: Công đoạn bỏ hạt cần tập trung nhiều lao động nhất để kịp thời vụ, giảm căng thẳng lao động, cần *ưu tiên* nghiên cứu cơ giới hóa. Một đề xuất là thiết kế máy gieo hạt với cơ cấu mở gieo (như công cụ thủ công Rolling Injection Planter của IITA, Hình 13) gắn sau máy kéo bốn bánh 20-30 HP.



Hình 13. Cơ cấu mở gieo của công cụ thủ công IITA Rolling Injection Planter

B. San phẳng ruộng điều khiển bằng tia laser

(Hình 14) cho ruộng lúa tạo mặt ruộng rất bằng phẳng (độ dốc lý thuyết 0%, thực tế 0,04% nghĩa là hai điểm cách nhau 100 m chỉ chênh lệch 4 cm). Ở vùng nhiệt đới mưa nhiều, trồng bắp với lề lối canh tác có cây bừa, cần tạo độ dốc 0,25% (chênh đều 25 cm giữa hai điểm cách 100 m) để thoát nước, tránh xói mòn đất.



Hình 14. Máy san phẳng ruộng điều khiển bằng tia laser (Bà-Rịa Vũng Tàu, 2014)

Thiết bị laser tạo độ dốc 0,25% phức tạp hơn thiết bị cho lúa 0% dốc, và mắc hơn khoảng vài ngàn USD. Với phương thức trồng bắp luân canh với lúa như mô tả, chỉ cần sắm một bộ thiết bị laser cho lúa mà thôi, vừa rẻ hơn, vừa tăng thời gian sử dụng thiết bị.

C. Máy gặt đập liên hợp: Đã có sẵn giải pháp đa dụng với máy gặt đập liên hợp PT-B1.7 của Công ty Phan Tấn, chỉ cần tháo lắp đầu cắt (header) là có thể chuyển từ thu hoạch lúa sang thu hoạch bắp và ngược lại. Chi phí mua thêm một đầu cắt chỉ chiếm khoảng 10% giá máy; tăng được thời gian sử dụng máy trong năm (cho lúa và bắp) sẽ giảm khấu hao và chi phí sử dụng máy.

Thay lời kết

Đã đúc kết được thông tin về cơ giới hóa canh tác bắp, với trường hợp luân canh lúa-bắp ở Xuân Lộc: Trồng bắp không quá tốn lao động, không tốn công gấp 2-3 lần so với lúa như trước đây. Trồng bắp hiện lời gấp đôi lúa, nếu làm được như ở HTX Xuân Tiên.

Mấu chốt giảm công lao động là phương thức không làm đất, hoặc chỉ làm đất tối thiểu. Đã thấy khả năng giảm rất nhiều công lao động ở khâu thu hoạch bắp nhờ sử dụng máy gặt đập liên hợp PT-B1.7 và qua đó giảm tổng giá thành thu hoạch bắp còn 2 / 3 so với cách làm trước đây (từ 5,3 tr.đ /ha xuống còn 3,5 tr.đ /ha)..

Vẫn còn chỗ để *tiếp tục giảm chi phí* sản xuất bắp, cả *nông học* và *cơ khí*, trong đó có cơ giới hóa một số công đoạn khác, đặc biệt là khâu gieo bắp.

Dĩ nhiên, điều kiện mỗi nơi mỗi khác, đất đai, khí hậu, giống bắp v.v, nói chung là “thiên thời, địa lợi, nhân hòa”; bài báo cáo này chỉ là một thu thập ghi chép cụ thể. Cần nhiều theo dõi hơn, không phải chỉ ở Xuân Lộc, để góp phần tăng tính cạnh tranh của nông nghiệp Việt Nam, nhằm bớt nhập khẩu lượng hạt bắp rất lớn hiện nay.

Lời cảm ơn

Các tác giả cảm ơn ThS Nguyễn Đức Cảnh và KS Hầu Đức Hòa (Trung tâm Năng lượng và Máy nông nghiệp, Đại học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh) đã tham gia đo đạc độ chênh lệch mặt ruộng tại HTX Xuân Tiến, tháng 10-2014, với thiết bị laser của Trung tâm. Cảm ơn KS Phan Tấn Bện, GD Công ty Phan Tấn (Đồng Tháp) đã tạo điều kiện để các tác giả được quan sát và tìm hiểu về hoạt động của máy thu hoạch bắp ở Ninh Thuận và Đồng Nai.

Tài liệu tham khảo

Báo Nông Nghiệp Việt Nam. 2011. *Cây bắp ở ĐBSCL: Nhiều trở ngại!*. <http://nongnghiep.vn/nongnghiepvn/vi-VN/61/158/45/45/81938/Default.aspx>

Công ty Phan Tấn. 2014. *Tài liệu giới thiệu máy gặt đập liên hợp bắp PT-B1.7*.

Phan Hiếu Hiền. 2014. *Ghi chép và báo cáo về chuyển công tác Xuân Lộc (Đồng Nai) ngày 27-10-2014*. Trung tâm NL-MNN, ĐH Nông Lâm TP.HCM

Trần Quang. 2015. *Báo cáo kết quả thực hiện chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ ruộng sản xuất 2 vụ lúa 1 vụ bắp, sang 2 vụ bắp 1 vụ lúa, tại HTX Xuân Tiến, huyện Xuân Lộc Đồng Nai*. Tài liệu Hội thảo "Chuyển đổi cơ cấu cây trồng từ 2 lúa 1 bắp, sang 2 bắp 1 lúa" tổ chức tại huyện Xuân Lộc Đồng Nai, ngày 1-4-2015.

Lời bàn thêm [PHH, 2019]

Cập nhật về máy thu hoạch bắp 2019, chúng tôi ghi nhận được như sau:

* Ở hai xã Xuân Phú và Lang Minh, chiếm gần 1/2 sản lượng bắp của huyện Xuân Lộc (Đồng Nai), từ máy PT-B1.7 đầu tiên của Công ty Phan Tấn tại HTX Xuân Tiến, nông dân đã mua thêm 2 máy cùng mã hiệu; và có khoảng 15 máy gặt đập liên hợp lúa Kubota được nông dân cải biến để thu hoạch bắp (cũng 2-trong-1 = thu hoạch lúa và bắp). Ở hai xã này, hơn 90% diện tích trồng bắp lấy hạt được thu bằng máy gặt đập liên hợp, chủ máy thu phí dịch vụ là 4 tr.đ/ha (Vụ đông xuân 2019, thu hoạch vào cuối tháng 3 DL). Coi như đã giải quyết được vấn đề cơ giới hóa thu hoạch bắp trong địa bàn này.

* Vụ hè-thu (thu hoạch tháng 8 DL) trái bắp trên cây còn ẩm vì mưa, nên thu hoạch bằng máy khó khăn hơn, hạt lẫn nhiều tạp chất. Trong lúc cùng vụ này, trồng bắp lấy thân (làm thức ăn gia súc) doanh thu cũng như trồng bắp lấy hạt (48 tr.đ/ha), nhưng chi phí thấp hơn khoảng 10 tr.đ/ha (do giảm 01 lần bơm tưới, không thu hoạch hạt, và không sấy hạt). Vì vậy chuyển 3 vụ lúa thành 1 lúa + 2 bắp, thực sự chỉ có 1 vụ bắp hạt.

* Hai năm 2018-2019, giá bắp vẫn trong khoảng 5600- 6000 đ/kg hạt, nên trồng bắp vẫn lời hơn trồng lúa. Nhưng “ám ảnh” bắp nhập giá 4500 đ/kg vẫn như thanh kiếm treo lơ lửng trên đầu nông dân Việt Nam (thực sự có lúc bắp nhập xuống đến 5000 đ/kg). Vì vậy, giảm giá thành sản xuất, cả về mặt cơ giới hóa và mặt nông học (chiếm 60% chi phí) như đã thảo luận ở trên, vẫn là vấn đề thời sự. Chúng tôi vẫn lạc quan tin tưởng rằng, với bức xạ mặt trời và lượng mưa dồi dào của một nước nhiệt đới, Việt Nam sẽ đạt chi phí trồng bắp rẻ hơn ở Mỹ; cũng như chi phí trồng lúa của ta thực tế rẻ hơn ở Mỹ. Chỉ cần đạt được điển hình như bên trồng lúa, nghĩa là là lai tạo giống tốt phù hợp với môi trường, và cơ giới hóa hầu như toàn bộ với chi phí thấp.

* Một máy PT-B1.7 được bán ra tận tỉnh Cao Bằng. Phòng vấn nông dân chủ máy (Tel: 0382xxx609): Bốn vụ qua, máy đã thu hoạch 60 ha bắp và 60 ha lúa. Chi thu hoạch được khoảng 1 ha bắp/ngày, vì các thửa ruộng rất nhỏ, chỉ vài trăm m²; mỗi hộ nông dân chỉ thu được vài trăm kg hạt bắp. Nên, dịch vụ thu hoạch tính theo bao tải 50 kg, thu 30 000 đ/bao. Giả sử năng suất bắp 3,5 tấn/ha (theo GSO 2019, năng suất trung bình 2012-2016 ở Cao Bằng là 3,33 tấn/ha) tính ra chi phí thu hoạch bắp bằng máy là 2,1 tr.đ /ha. Nếu năng suất gấp đôi (7 tấn/ha) thì chi phí thu hoạch cũng như ở Xuân Lộc (4 tr.đ/ha).

8 Các đoạn phim video

Các đoạn phim video sau được tải từ Internet. Nguồn tài liệu này rất phong phú, nhưng độ tin cậy có thể rất khác nhau. Chúng tôi đã cố gắng chọn, nhưng có thể vẫn sai sót chọn nhầm. Nên người nghe ---ngoài chuyện giải trí--- cần xem xét kỹ lưỡng nếu muốn ứng dụng thực tế...

Đề vào các video clip này từ Google: • Hoặc chép /gõ các đề tựa, kể cả dấu “ ”
• Hoặc chép /gõ địa chỉ mạng, [https://....](https://...)

Máy sấy bằng vi-ba

“Drying Avocado with Industrial Microwave Tunnel Oven”
(Sấy trái bơ dùng lò sấy hầm vi-ba qui mô công nghiệp)

<https://www.youtube.com/watch?v=aZvfjTst-r4>

“Fast And High Quailty Apricots Microwave Dryer - DKÍ Machinery”

<https://www.youtube.com/watch?v=4uv6EpLMVZo>

Máy thu hoạch bắp

“John Deere corn harvester”

<https://www.youtube.com/watch?v=26VUIZFJ6Y0>

“Yanmar AW70V with Corn-Kit Attachment (for rice and corn combine harvester)”

<https://www.youtube.com/watch?v=ju59-eofX3w>

“Máy thu hoạch bắp”

<https://www.youtube.com/watch?v=gyXcsPNQf2A>

“MÁY THU HOẠCH BẮP - LÚA "2 trong 1" “

<https://www.youtube.com/watch?v=KYCh5SSwzbw>
