

การนับเซลล์โซมาติกในน้ำนมโคแบบอัตโนมัติ
(Automatic counting of somatic cells in cow milk)

อนุวัฒน์ ภูมิเทศ

Anuwat Phumithet

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมนานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้งานระบบอัตโนมัติในการนับจำนวนเซลล์โซมาติกด้วยวิธีการประมวลผลภาพซึ่งการนับจำนวนเซลล์โซมาติกด้วยตาเปล่าโดยดูผ่านกล้องจุลทรรศน์เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการดำเนินการ และเกิดความผิดพลาดได้ง่ายจากความเมื่อยล้าของผู้นับ จึงมีการนำเทคนิคในการคัดแยกเซลล์โซมาติกโดยการประมวลผลภาพซึ่งเป็นวิธีที่ทันสมัยมีความรวดเร็ว ให้ผลที่แม่นยำและน่าเชื่อถือ จากการศึกษาการนับเซลล์โซมาติกโดยเทคนิคการประมวลผลภาพ วิธีที่ใช้ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ทดลองทั้งหมดจำนวน 20 ภาพ โดยให้ค่า Accuracy 88% วิธี Morphology image processing and BLOB Analysis โดยการทดลองเบื้องต้นใช้ภาพจำนวน 3 ภาพ ให้ค่า Accuracy 94% และได้ทำการทดลองซ้ำด้วยวิธีเดิม จำนวน 10 ภาพ ให้ค่า Accuracy 85% วิธีที่มีแนวโน้มที่จะนำมาพัฒนาคือวิธี โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งได้ทำการทดลองจำนวน 20 ภาพ และได้ค่า Accuracy ถึง 88% ซึ่งได้ข้อมูลที่แม่นยำ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม จึงเหมาะสำหรับการนำมาพัฒนาระบบนับเซลล์โซมาติกในน้ำนมโคแบบอัตโนมัติ

คำสำคัญ : เซลล์โซมาติก การประมวลผลภาพ ระบบอัตโนมัติ

บทนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงโคนมได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในประเทศไทย แต่เนื่องจากการที่คนไทยได้คำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมวัว ถึงแม้การเลี้ยงโคนมจะได้รับความนิยม แต่การที่จะเลี้ยงโคนมก็มีปัญหาอย่างมากในการที่จะทำให้น้ำนมวัวมีคุณภาพ ปัญหาที่พบเจอมากที่สุดของการเลี้ยงโคนมคือ ปัญหาโรคเต้านมอักเสบ (Mastitis) เป็นโรคที่เกิดจากการอักเสบของเนื้อเยื่อเต้านม ทำให้เต้านมและน้ำนมเกิดการเปลี่ยนแปลงผิดปกติ แม้อาจให้ผลผลิตและคุณภาพน้ำนมลดลง ทั้งนี้จึงมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมโคก่อนที่นำมาบริโภค

การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมมีด้วยกันหลายวิธี โดยเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการตรวจด้วย น้ำยาทดสอบซีเอ็มที (California mastitis test : CMT) ซึ่งเป็นการตรวจคุณภาพน้ำนมเบื้องต้น สามารถตรวจสอบได้ง่าย แต่การตรวจด้วยน้ำยา CMT เป็นการตรวจน้ำนมโคเบื้องต้น ไม่สามารถบอกจำนวนเซลล์โซมาติกได้ คุณภาพน้ำนมที่ดี ควรมีเซลล์โซมาติกไม่เกิน 500,000 cell/ml อีกวิธี การตรวจด้วยการส่องกล้องจุลทรรศน์ เป็นวิธีตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถรู้ถึงปริมาณของเซลล์โซมาติกและแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำนมโค แต่การตรวจต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการตรวจนับจำนวนเซลล์โซมาติก โดยการส่องกล้อง เกิดอาการเมื่อยล้า และใช้เวลานานในการตรวจนับเซลล์โซมาติก อาจส่งผลให้ข้อมูลที่ได้ผิดพลาดหรือล่าช้า อีกวิธีที่สามารถตรวจนับเซลล์โซมาติกได้เร็วคือ การตรวจด้วยเครื่องอัตโนมัติ ซึ่งจะมีการตรวจนับเซลล์โซมาติกได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว แต่ก็ยังเป็นเพียงการตรวจในเชิงปริมาณของเซลล์โซมาติกเท่านั้น ไม่สามารถตรวจได้ถึงแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำนมวัว ซึ่งต่างจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

สัมมนาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา การใช้งานระบบอัตโนมัติในการนับจำนวนเซลล์โซมาติกด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

ผลของการนับจำนวนเซลล์โซมาติกโดยใช้เครื่องนับระบบอัตโนมัติ

การที่ใช้เครื่องนับอัตโนมัติในการนับเซลล์โซมาติก ทำให้มีการตรวจนับเซลล์โซมาติกได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว โดยการที่จะใช้เครื่องนับอัตโนมัติได้นั้นจะต้องมี ศึกษาและวิธีขั้นตอนในการ ประมวลผลภาพดิจิทัล แล้วนำมาออกแบบ พัฒนาอัลกอริทึมและสร้างโปรแกรมให้สามารถตัดแยกภาพเซลล์ออกจากพื้นหลัง จากนั้นทำการนับจำนวนเซลล์ และแสดงผลลัพธ์ออกมาได้

ขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพและการนับจำนวนเซลล์โชมาทิกด้วยเครื่องนับอัตโนมัติ

การที่จะนำภาพจากกล้องจุลทรรศน์แล้วนำไปเข้าเครื่องนับจำนวนเซลล์โชมาทิกอัตโนมัติ ต้องผ่านกระบวนการประมวลผลของภาพเซลล์โชมาทิกนั้น เพื่อให้ได้ขั้นตอนที่เหมาะสมกับภาพเซลล์โชมาทิก โดยจะมีขั้นตอนการประมวลผลภาพหลักๆ ได้แก่

1. การเตรียมหรือรับภาพ เป็นภาพที่ได้จากการส่องนํ้ามโคด้วยกล้องจุลทรรศน์และได้ทำการแปลงภาพที่เหมาะสมที่สุดเพื่อที่จะนำไปใช้สำหรับการตัดแยกเซลล์โชมาทิกออกจากพื้นหลัง เพื่อง่ายต่อการนับจำนวนเซลล์โชมาทิก

2. การตัดแยกภาพเซลล์โชมาทิกออกจากพื้นหลังของภาพ จำเป็นต้องทำให้ภาพนั้นเป็นสีเทา เพื่อที่ทำให้ภาพของเซลล์โชมาทิกและภาพพื้นหลังเหมาะสมหรือชัดขึ้นจากนั้น เป็นการใช้วิธีการแปลงข้อมูลรูปภาพให้เป็นรูปภาพแบบขาวดำ โดยทำการแยกสีภาพของเซลล์โชมาทิกและภาพพื้นหลังให้แตกต่างกัน ซึ่งสีของเซลล์โชมาทิกเป็นสีขาว ส่วนภาพพื้นหลังจะเป็นสีดำ (Figure 1)

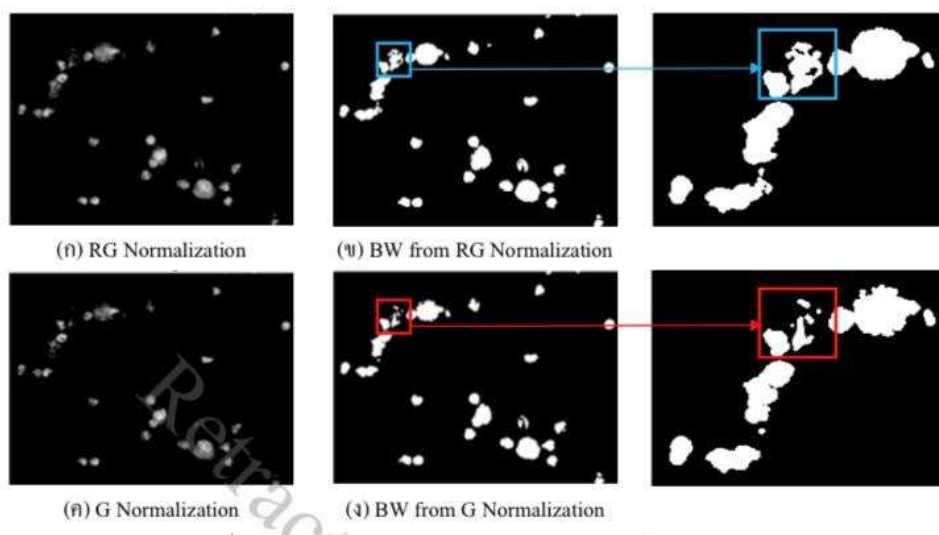


Figure 1 Result of normalization and binary image converter

Source: ประสิทธิ์ และคณะ (2018)

3. การตัดแยกภาพเซลล์และการกำจัดสิ่งที่รบกวน ภาพที่เราได้จากการตัดแยกเซลล์ออกจากพื้นหลัง ซึ่งจะมีสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่เซลล์โชมาทิก จึงต้องทำการกำจัดหรือแยกออกจากภาพและเอาแต่ส่วนที่เป็นเซลล์โชมาทิก วิธีการแยกลักษณะเด่นของวัตถุภาพออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มภาพเซลล์โชมาทิก และ กลุ่มสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่เซลล์โชมาทิก โดยที่จะทราบว่าวัตถุไหนเป็นเซลล์โชมาทิกหรือสิ่งแปลกปลอมนั้น ดูได้จากขนาดของภาพ ขนาดของภาพเซลล์โชมาทิกมีขนาดที่ใหญ่กว่าขนาดของภาพสิ่งแปลกปลอม จึงทำการตัดแยกเซลล์โชมาทิกและสิ่งแปลกปลอมออกจากกันได้

4. การจำแนกกลุ่มเซลล์โชมาทิก การจำแนกกลุ่มเซลล์โชมาทิกเพื่อต้องการดูภาพที่เซลล์โชมาทิกที่ติดกัน หรืออยู่กันเป็นกลุ่ม จำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเซลล์เดี่ยว และ กลุ่มเซลล์ที่ติดกัน จากนั้นทำการตัดแยกเซลล์โชมาทิกออกจากกัน และทำการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมด (Figure 2)



Figure 2 Cells Classification

Source: ประสิทธิ์ และคณะ (2018)

5. การตัดแยกภาพเซลล์โชมาทิกที่ติดกัน เซลล์โชมาทิกที่ติดกันอาจเกิดจากการ จัดการกับตัวอย่างน้ำนมวัวไม่ตีก่อนที่นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ทำให้เซลล์โชมาทิกติดกันจนเกินไปทำให้จำแนกได้ยาก โดยวิธีการตัดแยกภาพเซลล์ด้วยวิธี Merger of seed points จะเป็นวิธีการแยกภาพเซลล์ที่ติดกันได้ (Figure 3)



Figure 3 Touching cells image segmentation

Source: ประสิทธิ์ และคณะ (2018)

6. การนับและการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม โดยการนับเซลล์โซมาติกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเซลล์เดี่ยว และ กลุ่มเซลล์ที่ติดกัน ส่วนในด้านการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม โดยใช้วิธีการวัด (Precision) และ (Recall)

การพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อการตัดแยกและนับเซลล์โซมาติกในน้ำนมโคโดยใช้การประมวลผลภาพ

ประสิทธิ์ และคณะ (2018) ได้ทำการออกแบบ/พัฒนาปรับปรุงขั้นตอนวิธีเพื่อการประมวลผลภาพเซลล์โซมาติกที่ย้อม ด้วยเทคนิคสีเมทิลีนบลู ทำการทดลองกับภาพตัวอย่างจำนวน 20 ภาพ สามารถตัดแยกภาพเซลล์ออกจากพื้นหลัง คัดแยกภาพเซลล์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ต่อจากนั้นทำการจำแนกกลุ่มเซลล์ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ค่าย้อนกลับ ได้แก่ กลุ่มเซลล์เดี่ยวระบุด้วย Bounding box "สีเขียว" และกลุ่ม เซลล์ติดกันระบุการตัดแยกแล้วด้วย Bounding box "สีแดง" ส่วนของการตัดแยกเซลล์ติดกัน ทำได้โดยนำภาพ กลุ่มเซลล์ติดกันไปทำการแยก-รวมเซลล์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ค่าย้อนกลับเป็นเครื่องมือในการ พิจารณาตัดแยก แล้วจึงทำการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดนำมาเทียบกับการวิเคราะห์และนับจำนวนเซลล์ โดย ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ระบุด้วย ส่วนการวัดประสิทธิภาพของ อัลกอริทึมด้วยค่า Recall และ Precision แสดงดัง (Table 1)

การวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมนี้ ใช้วิธีการวัดค่า Precision และ ค่า Recall ถ้าอัลกอริทึมมีประสิทธิภาพดีจะมีค่าเข้าใกล้ หรือ เท่ากับ 1 ซึ่งสามารถคำนวณได้จาสมการดังนี้

$$Precision(Prec.) = \frac{Tp}{Tp+Fp}$$
$$Recall(Re.) = \frac{Tp}{Tp+Fn}$$

Precision หมายถึง ประสิทธิภาพในการตัดแยกและนับเซลล์โซมาติกระบุได้ถูกต้องตามความจริง

Recall หมายถึง ประสิทธิภาพในการคัดแยกหรือนับเซลล์โซมาติกได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นเซลล์โซมาติก

Table 1 พบว่าการประมวลผลภาพเซลล์โซมาติกด้วยขั้นตอนการเตรียมภาพและการตัดแยกภาพเซลล์ออกจากพื้นหลัง คัดแยกภาพเซลล์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ต่อจากนั้นทำการจำแนกกลุ่มเซลล์ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ค่าย้อนกลับ ความแม่นยำในการวัดค่าประสิทธิภาพของอัลกอริทึม ถ้าอัลกอริทึมมีประสิทธิภาพดีจะมีค่าเข้าใกล้ 1 ซึ่งค่าที่ได้ เฉลี่ยPrecision=0.92 และ ค่าเฉลี่ยRecall=0.95 ซึ่ง

สามารถนับจำนวนเซลล์ได้ใกล้เคียงกับผู้เชี่ยวชาญ และเวลาประมวลผลภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 2.3 วินาทีต่อภาพ
ระยะเวลาในการประมวลผลภาพขึ้นอยู่กับเซลล์โฆมาติกที่ติดกันของแต่ละภาพ โดยมีค่าความแม่นยำอยู่ที่ 88%

การคำนวณ Accuracy = (TP+TN)/(TP+FN+TN+FP) เช่น Accuracy = (265+0)/(265+15+0+20) = 0.883
หรือ คิดเป็น 88%

Table 1 The table describes the algorithm's performance measurement results.

ภาพที่	Tp(Exp.)	Fn.	Fp.	Recall	Precision	Time(sec.)
1	25(25)	0	1	1	0.961	2.043
2	26(27)	1	1	0.962	0.962	2.576
3	12(13)	1	1	0.923	0.923	2.064
4	14(16)	2	0	0.875	1	2.582
5	21(22)	1	3	0.954	0.875	2.439
6	5(5)	0	0	1	1	2.106
7	2(2)	0	0	1	1	2.35
8	14(14)	0	0	1	1	2.302
9	10(10)	0	2	1	0.833	2.113
10	15(16)	1	3	0.937	0.833	2.004
11	15(15)	0	0	1	1	2.418
12	3(3)	0	6	1	0.333	2.669
13	11(11)	0	0	1	1	2.043
14	18(21)	3	0	0.857	1	2.410
15	10(12)	2	2	0.833	0.833	2.765
16	16(18)	2	0	0.888	1	2.259
17	7(7)	0	0	1	1	2.104
18	8(8)	0	0	1	1	2.086
19	15(17)	2	1	0.882	0.937	2.290
20	18(18)	0	0	1	1	2.512
รวม	265(280)	15	20	19.11	18.49	46.135
			Average	0.955	0.924	2.306

Source: ประสิทธิ์ และคณะ (2018)

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนับเซลล์โชมาทิกโดยการย้อมสีน้ำนมโคที่ต่างกันสามแบบ

Saputra et al. (2020) ได้ทำการส่องตัวอย่างน้ำนมโคเพื่อดูเซลล์โชมาทิกด้วยกล้องจุลทรรศน์และได้ทำการบันทึกภาพโดยมีความละเอียดอยู่ที่ 850x850 พิกเซล ในรูปแบบ RGB ภาพที่ได้จากตัวอย่างจะมีพื้นหลังเป็นสีน้ำเงิน เนื่องจากการวิจัยนี้พยายามที่จะแก้ปัญหาความแปรผันของสีพื้นหลัง จึงได้ทำการจำลองภาพซ้ำโดยให้มีสีของภาพพื้นหลังเป็นสีม่วงและสีเขียวรวมเป็น 3 ภาพ (Figure 4) ด้วยการใช้ Adobe photoshop และ นักออกแบบมืออาชีพ การทำภาพซ้ำขึ้นมาจะต้องระมัดระวังเรื่องการลบส่วนประกอบใดๆของภาพ ขึ้นตอนต่อไปในการเตรียมภาพโดยจะทำให้ภาพที่ได้มา 3 ภาพนั้น มีพื้นหลังเป็นสีดำ และรูปภาพเซลล์โชมาทิกนั้นจะเป็นสีขาวต่อไปจะขึ้นตอนการ Morphological operation ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของภาพโดยการนำเอาสิ่งอื่นๆหรือสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่เซลล์โชมาทิกออกจากภาพ เพื่อให้เห็นรูปเซลล์โชมาทิกได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และขึ้นตอนสุดท้าย BLOB Analysis เป็นการวิเคราะห์ ที่ช่วยในการจดจำเอกลักษณ์หรือรูปร่างลักษณะของเซลล์โชมาทิก โดยที่ระบบจะทำการประมวลผลของภาพลักษณะของเซลล์โชมาทิกสามารถแยกจุดหรือ แยกกลุ่มภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งการใช้วิธี BLOB Analysis ยังสามารถแยกกลุ่มวัตถุที่อยู่ในรูปภาพให้แยกออกจากกัน และ ยังบอกค่าพื้นที่หรือตำแหน่งของวัตถุนั้น การใช้วิธีนี้เลยเหมาะที่จะนำมาปรับปรุงหรือนำมาประยุกต์ใช้ในการคัดแยกเซลล์โชมาทิกที่ติดกันและนับจำนวนเซลล์ได้ง่ายยิ่งขึ้น แสดงดัง (Table 2)

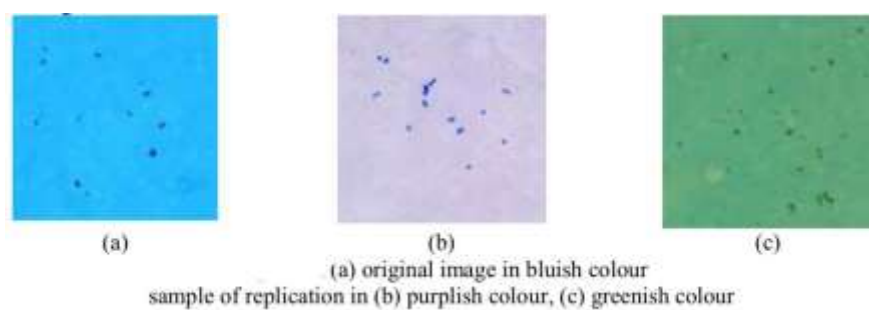


Figure 4 Image replication

Source: Saputra et al. (2020)

Table 2 BLOB Accuracy

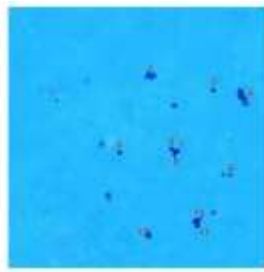
No	Predicted object detected	Actual number	Percentage
1	14	14	100%
2	18	20	90%
3	12	13	100%
Average			94%

Source: Saputra et al. (2020)

Table 2 พบว่าการปรับภาพเซลล์ไขมันดำให้เป็นสีน้ำเงินผลลัพธ์จากระบบการนับเซลล์ไขมันดำมีความแม่นยำถึง 96% ในทำนองเดียวกันการจำลองภาพเซลล์ไขมันดำให้มีพื้นหลังเป็นสีม่วงและสีเขียว ระบบสามารถตรวจจับตำแหน่งของเซลล์ไขมันดำได้ง่ายเช่นเดียวกัน การ Morphological operation ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของภาพโดยการนำเอาสิ่งอื่นๆหรือสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่เซลล์ไขมันดำออกจากภาพ เพื่อให้เห็นรูปเซลล์ไขมันดำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การใช้วิธีการ BLOB Analysis สามารถช่วยในการจำแนกเซลล์ไขมันดำได้ง่ายขึ้น ซึ่งดูได้จากค่าที่ขาดการไว้กับค่าจำนวนจริง ความแม่นยำในการนับจำนวนเซลล์ไขมันดำนั้นอยู่ที่ 94%

การดำเนินการประมวลผลภาพทางสัญญาณวิทยาและการวิเคราะห์ BLOB Analysis ในการหาเซลล์ไขมันดำในน้ำมันโค

Saputra et al. (2021) ได้ทำการส่องตัวอย่างน้ำมันโคเพื่อที่จะดูเซลล์ไขมันดำ และได้ทำการบันทึกภาพเซลล์ไขมันดำโดยมีความละเอียด 850x850 พิกเซล (Figure 5) ขั้นตอนต่อไปเป็นการทำให้ภาพมีพื้นหลังเป็นสีดำ และรูปภาพเซลล์ไขมันดำนั้นจะเป็นสีขาว เพื่อที่จะแยกและมองเห็นส่วนที่เป็นเซลล์ไขมันดำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ต่อไปจะขั้นตอนการ Morphological operation ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของภาพโดยการนำเอาสิ่งอื่นๆหรือสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่เซลล์ไขมันดำออกจากภาพ เพื่อให้เห็นรูปเซลล์ไขมันดำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์ BLOB Analysis เป็นเทคนิคในการประมวลผลภาพ ที่สามารถแยกจุดหรือ แยกกลุ่มภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งการใช้วิธี BLOB Analysis ยังสามารถแยกกลุ่มวัตถุที่อยู่ในรูปภาพให้แยกออกจากกัน และ ยังบอกค่าพื้นที่หรือตำแหน่งของวัตถุนั้น การใช้วิธีนี้เลยเหมาะที่จะนำมาปรับปรุงหรือนำมาประยุกต์ใช้ในการคัดแยกเซลล์ไขมันดำที่ติดกันและนับจำนวนเซลล์ได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยจะทำการทดลองระบบจำนวน 10 ครั้ง เพื่อที่จะหาความแม่นยำของระบบ แสดงดัง (Table 3)



Images obtained by spectroscopy of somatic cells from cow milk samples.

Figure 5 Sample of counting of somatic cells conducted by expert

Source: Saputra et al. (2021)

Table 3 System testing

Intake of	Counted by system	Counted by experts	Accuracy
1	18	20	90%
2	21	24	88%
3	17	21	81%
4	14	19	73%
5	18	20	90%
6	17	22	77%
7	21	27	78%
8	22	24	92%
9	20	22	90%
10	22	24	92%
Average	19	22.3	85%

Source: Saputra et al. (2021)

Table 3 พบว่าการที่นำภาพเซลล์โซมาติกที่มีพื้นหลังที่เป็นสีน้ำเงิน สามารถบอกได้แค่ว่าเป็นแค่เซลล์โซมาติก การที่จะนับจำนวนเซลล์โซมาติกได้ดีขึ้น จึงต้องนำภาพไปปรับสีพื้นหลังให้เป็นสีดำโดยเซลล์ที่มีสีขาว เพื่อที่จะแยกจำนวนเซลล์โซมาติกได้ดียิ่งขึ้น ต่อไปจะทำการวิเคราะห์ BLOL Analysis จะเป็นการนับจำนวนเซลล์โซมาติกที่อยู่ในภาพ จากการทดสอบระบบนับจำนวนเซลล์โซมาติก ผลลัพธ์ที่ออกมา มีความใกล้เคียงกับผู้เชี่ยวชาญซึ่งทำให้รู้ว่าการที่ใช้ระบบหรือเครื่องนับอัตโนมัติแล้วมาเทียบกับผู้เชี่ยวชาญความแม่นยำอยู่ที่ 85%

การคำนวณหาค่า Accuracy จากตาราง นำค่า Counted by system / Counted by experts = Accuracy
 เช่น $18 / 20 = 0.9$ หรือ คิดเป็น 90%

Table 4 Accuracy analysis comparison

ประสิทธิ์ และคณะ (2561)		Saputra et al. (2020)	Saputra et al.(2021)
ประเภทของน้ำนม	น้ำนมโค	น้ำนมโค	น้ำนมโค
วิธีการ	โครงข่ายประสาทเทียม	Morphology Image Processing and BLOB Analysis	Morphology Image Processing and BLOB Analysis
จำนวนภาพ	20	3	10
Accuracy	88%	94%	85%

Source: ประสิทธิ์ และคณะ (2018); Saputra et al. (2020); Saputra et al.(2021)

Table 4 เปรียบเทียบจาก 3 งานวิจัยพบว่า ประสิทธิ์ และคณะ (2561) ได้ใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม ทดลองทั้งหมดจำนวน 20 ภาพ โดยให้ค่า Accuracy 88% Saputra et al. (2020) ได้ใช้วิธี Morphology image processing and BLOB Analysis จำนวน 3 ภาพ ให้ค่า Accuracy 94% Saputra et al.(2021) ได้ใช้วิธี Morphology image processing and BLOB Analysis จำนวน 10 ภาพ ให้ค่า Accuracy 85% โดยการทดลองที่ใช้จำนวนภาพมากให้ค่า Accuracy ที่น่าเชื่อถือมากกว่าการใช้จำนวนภาพน้อย

สรุปผล

การใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการนับเซลล์โซมาติก โดยระบบเครื่องอัตโนมัติ ทั้ง 3 งานวิจัย พบว่า วิธี โครงข่ายประสาทเทียม ทดลองทั้งหมดจำนวน 20 ภาพ โดยให้ค่า Accuracy 88% วิธี Morphology image processing and BLOB Analysis โดยการทดลองเบื้องต้นใช้ภาพจำนวน 3 ภาพ ให้ค่า Accuracy 94% และได้ทำการทดลองซ้ำด้วยวิธีเดิม จำนวน 10 ภาพ ให้ค่า Accuracy 85% วิธีที่ได้ผลลัพธ์และความน่าเชื่อถือมากที่สุด คือ วิธี โครงข่ายประสาทเทียม ได้ทำการ ทดลองจำนวน 20 ภาพ ซึ่งมีจำนวนภาพที่เยอะกว่าและได้ค่า Accuracy ถึง 88% จึงเหมาะสำหรับการนำมาใช้พัฒนาเทคนิคประมวลผลภาพในการนับเซลล์โซมาติก เพื่ออำนวยความสะดวก

สะดวกในการทำงาน วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีแนวโน้มที่ดีในการพัฒนาการนับเซลล์โซมาติกในน้ำนมโคแบบอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

ประสิทธิ์ นางทิน, สุวิทย์ เมษาราชิ, ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล และ อรัญ จันทร์สุน. 2561. “การพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อการตัดแยกและนับเซลล์โซมาติกในน้ำนมโค โดยใช้การประมวลผลภาพ”. Pathumwan Academic Journal. 8(21): 57 -74.

Saputra, W.A., Fitriana, G.F. and Usada, E. 2020. “Computer-Aided Somatic Cells Counting on Three Different Milk Staining Condition”. In **Proceedings of the 3rd International Conference On Multidisciplinary Approaches For Sustainable Rural Development**, 5 July.

Saputra, W.A., Fitriana, G.F., Usada, E., and Widodo, H.S. 2021. “Implementation of Morphology Image Processing And BLOB Analysis In Cow’s Milk Somatic Cell Content Calculation”. **Informatika Pertanian**. 30(1): 29 – 38.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2552. ตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบ. <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3179/>. 8 กุมภาพันธ์.