

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาปริมาณคาเฟอีนเบื้องต้นในผลิตภัณฑ์กาแฟ

1.1) การวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนในเครื่องดื่มกาแฟชนิดผงสำเร็จรูป

การวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนในเครื่องดื่มกาแฟชนิดผงสำเร็จรูป ที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์กาแฟชนิดผงสำเร็จรูป จำนวน 6 ยี่ห้อ ได้แก่ เนสกาแฟ โพรเทค เนสกาแฟ เรดคัพ, มอคโคน่า ซีเลค, บัคดี ดีน, เขาช่องผสมชนิดเกล็ด และโคลัมเบีย ตรา ทชิโบ ได้ผลดังนี้ ค่าเฉลี่ยปริมาณสารคาเฟอีนในเครื่องดื่มกาแฟชนิดผงสำเร็จรูปแสดงไว้ใน ตารางที่ 1 จากการศึกษาพบว่า กาแฟชนิดผงสำเร็จรูป ยี่ห้อมอคโคน่า ซีเลค และบัคดี ดีน มีปริมาณคาเฟอีนมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 9.67 และ 9.44 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักผงกาแฟ รองลงมาคือ เนสกาแฟ โพรเทค และ เนสกาแฟ เรดคัพ มีค่าเท่ากับ 8.21 และ 8.19 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักผงกาแฟ ส่วนยี่ห้อเขาช่องผสมชนิดเกล็ด และโคลัมเบีย ตรา ทชิโบ มีค่าเท่ากับ 7.05 และ 6.19 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักผงกาแฟ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารคาเฟอีนในเครื่องดื่มกาแฟชนิดผงสำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาด จำนวน 6 ยี่ห้อ

ยี่ห้อกาแฟ	ค่าเฉลี่ยปริมาณคาเฟอีน (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ^{1/}
เนสกาแฟ โพรเทค	8.22b
เนสกาแฟ เรดคัพ	8.19b
มอคโคน่า ซีเลค	9.69a
บัคดี ดีน	9.44a
เขาช่อง ผสมชนิดเกล็ด	7.05c
โคลัมเบีย ตรา ทชิโบ	6.19c
LSD _{0.05}	0.61
CV (%)	8.36

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

1.2) การศึกษาผลของการคั่วและการบดต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอาราบิก้า

การศึกษาผลของการคั่วและการบดต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอาราบิก้า ได้ดำเนินการศึกษาในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 โดยสุ่มเก็บตัวอย่าง ผลกาแฟอาราบิก้าพันธุ์ LC 1662 จากแปลงปลูกกาแฟในสถานีวิจัยและฝึกอบรมที่สูงขุนช่างเคี่ยน ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ นำไปผ่านกระบวนการผลิตสารกาแฟแบบเปียก และคั่วที่ระดับต่างๆ กัน 3 ระดับ ได้แก่ คั่วอ่อน คั่วกลาง และคั่วเข้ม แล้วนำมาบดที่ระดับต่างกัน 2 ระดับคือ บดหยาบและบดละเอียด จากนั้นนำไปสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีน

จากผลการศึกษาพบว่า การคั่วกาแฟมีผลต่อปริมาณคาเฟอีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยการคั่วอ่อน พบปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด เท่ากับ 2.86 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงกว่า การคั่วกลาง การไม่คั่ว และการคั่วเข้ม โดยมีค่าเท่ากับ 2.52, 2.32 และ 2.18 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สำหรับการบดสารกาแฟนั้นพบว่า มีผลต่อปริมาณคาเฟอีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับการคั่ว โดย พบว่า การบดละเอียด มีปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.61 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงกว่าการบดหยาบ ที่พบเพียง 2.33 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 3)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย พบว่า การคั่วและการบด มีผลต่อปริมาณคาเฟอีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) ดยพบว่า ผงกาแฟที่ผ่านการคั่วอ่อนและบดละเอียด มีผลให้ ปริมาณคาเฟอีน มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.94 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งมากกว่า การคั่วอ่อนและบดละเอียด การคั่วกลางและบดหยาบ การคั่วเข้มและบดละเอียด การคั่วเข้มและบดหยาบ โดยมีค่าเท่ากับ 2.77, 2.69, 2.34, 2.34, และ 2.03 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลของระดับการคั่วต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอาราบิก้า พันธุ์ LC 1662

ระดับการคั่ว	ปริมาณสารคาเฟอีน ^{1/} (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)
คั่วอ่อน	2.86a
คั่วกลาง	2.52b
คั่วเข้ม	2.18d
LSD _{0.05}	0.19

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสมรรมเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ตารางที่ 3 ผลของระดับการบดต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอราบิก้า พันธุ์ LC 1662

ระดับการบด	ปริมาณสารคาเฟอีน ^{1/} (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)
บดหยาบ	2.33b
บดละเอียด	2.61a
LSD _{0.05}	0.23

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ตารางที่ 4 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการคั่วและการบดต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอราบิก้า

ระดับการบด	ระดับการคั่ว	ปริมาณสารคาเฟอีน ^{1/} (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)
บดหยาบ	คั่วอ่อน	2.77b
	คั่วกลาง	2.36d
	คั่วเข้ม	2.03e
บดละเอียด	คั่วอ่อน	2.94a
	คั่วกลาง	2.69c
	คั่วเข้ม	2.34d
LSD _{0.05}		0.07
CV (%)		1.47

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของพันธุ์และช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอาราบิก้าปลูกในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง)

2.1) การศึกษาลักษณะคุณภาพ ทางด้านกายภาพของผลกาแฟอาราบิก้า 4 สายพันธุ์

ความแตกต่างของลักษณะคุณภาพทางด้านกายภาพของผลกาแฟอาราบิก้าทั้ง 4 สายพันธุ์ ซึ่งได้แก่ พันธุ์คาติมอร์ ไฮบริด 528/46 ML 2/10, พันธุ์คาติมอร์ ไฮบริด 420/9 ML 2/4 พันธุ์คาติมอร์ CIFIC 7963-13-28 และพันธุ์ทึบปีก้า ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 จากการศึกษาพบว่าลักษณะคุณภาพทางด้านกายภาพของผลกาแฟอาราบิก้าทั้ง 4 สายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) โดยพบว่า ความกว้างของผล กาแฟอาราบิก้าพันธุ์ CIFIC 7963-13-28 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 1.09 เซนติเมตร รองลงมาคือ พันธุ์ H 420/9 ML 2/4 พันธุ์ 528/46 ML 2/10 และพันธุ์ทึบปีก้า มีค่าเท่ากับ 1.03, 0.99 และ 0.88 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่ความยาวของผลกาแฟอาราบิก้าพันธุ์ CIFIC 7963-13-28 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 1.29 เซนติเมตร รองลงมาคือ พันธุ์ H 420/9 ML 2/4 พันธุ์ 528/46 ML 2/10 และพันธุ์ทึบปีก้า มีค่าเท่ากับ 1.20, 1.18 และ 1.10 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในด้านน้ำหนักผลกาแฟอาราบิก้า จำนวน 100 ผล พบว่า น้ำหนักผลสดกาแฟอาราบิก้าพันธุ์ CIFIC 7963-13-28 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 214.14 กรัม รองลงมาคือ พันธุ์ H 420/9 ML 2/4 พันธุ์ 528/46 ML 2/10 และพันธุ์ทึบปีก้า มีค่าเท่ากับ 184.09, 169.24 และ 167.20 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักกาแฟกะลา พบว่า กาแฟอาราบิก้าพันธุ์ CIFIC 7963-13-28 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 41.62 กรัม รองลงมาคือ พันธุ์ H 420/9 ML 2/4 พันธุ์ 528/46 ML 2/10 และพันธุ์ทึบปีก้า มีค่าเท่ากับ 38.36, 31.28 และ 29.63 กรัม ตามลำดับ ขณะที่น้ำหนักสารกาแฟอาราบิก้าพันธุ์ CIFIC 7963-13-28 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 24.10 กรัม รองลงมาคือ พันธุ์ H 420/9 ML 2/4 พันธุ์ 528/46 ML 2/10 และพันธุ์ทึบปีก้า มีค่าเท่ากับ 23.59, 22.64 และ 20.08 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงขนาดเฉลี่ยของผล น้ำหนักเฉลี่ยผลสด 100 ผล น้ำหนักกาแฟกะลา และน้ำหนักสารกาแฟ ของกาแฟอราบิก้า 4 สายพันธุ์ ของ 3 ช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต

พันธุ์กาแฟ	ขนาดของผล (เซนติเมตร)		น้ำหนัก 100 ผล (กรัม)		
	กว้าง ^{1/}	ยาว ^{1/}	ผลสด ^{1/}	กาแฟกะลา ^{1/}	สารกาแฟ ^{1/}
H 528/46 ML 2/10	0.99b	1.18b	169.24b	31.28c	22.64a
H 420/9 ML 2/4	1.03ab	1.20b	184.09b	38.36b	23.59a
CIFC 7963-13-28	1.09a	1.29a	214.14a	41.62a	24.10a
Typica	0.88c	1.10c	167.20b	29.63c	20.08b
LSD _{0.05}	0.07	0.05	14.70	1.74	1.51
CV (%)	7.29	4.53	8.33	5.14	6.94

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสควมเดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

2.2) ผลของพันธุ์และช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอราบิก้า

ผลการศึกษาผลของพันธุ์และช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีผลต่อปริมาณคาเฟอีนในสารกาแฟ แสดงไว้ในตารางที่ 6 และ 7 จากการศึกษาพบว่า กาแฟอราบิก้าแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณคาเฟอีนในสารกาแฟที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) โดยพบว่า พันธุ์ทึบปีก้ามีค่าเฉลี่ยปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์คาติมอร์ CIFC 7963-13-28 พันธุ์คาติมอร์ ไฮบริด 420/9 ML 2/4 และพันธุ์คาติมอร์ ไฮบริด 528/46 ML 2/10 มีปริมาณคาเฟอีนเท่ากับ 4.38 4.36, 4.36 และ 4.19 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณคาเฟอีนระหว่างพันธุ์ของกาแฟอาราบิก้า 4 สายพันธุ์
ของ 3 ช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต

พันธุ์กาแฟอาราบิก้า	ค่าเฉลี่ยปริมาณคาเฟอีน ^{1/} (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)
H 528/46 ML 2/10	4.20b
H 420/9 ML 2/4	4.36a
CIFC 7963-13-28	4.36a
Typica	4.38a
LSD _{0.05}	0.04
CV (%)	1.01

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ≤ 0.05

สำหรับช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตก็มีผลต่อปริมาณคาเฟอีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกันสายพันธุ์ของกาแฟ (ตารางที่ 7) ซึ่งพบว่า ในช่วงปลายฤดูการเก็บเกี่ยว ผลผลิต มีปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 4.60 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ ช่วงกลาง และต้นฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าเท่ากับ 4.36 และ 4.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณคาเฟอีนระหว่างฤดูการเก็บเกี่ยวของกาแฟอาราบิก้า
4 สายพันธุ์ ของ 3 ช่วงฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิต

ช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว	ค่าเฉลี่ยปริมาณคาเฟอีน ^{1/} (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)
ต้นฤดู	4.01a
กลางฤดู	4.36b
ปลายฤดู	4.60c
LSD _{0.05}	0.04
CV (%)	2.14

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามหลังด้วยอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ≤ 0.05

ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และช่วงฤดูเก็บเกี่ยว พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณคาเฟอีนในสารกาแฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) อย่างไรก็ตามกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์ทึบปีก้า พันธุ์ C1FC 7963-13-28 และพันธุ์คาติมอร์ ไฮบริด 420/9 ML 2/4 ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงปลายฤดูเก็บเกี่ยว จะพบปริมาณคาเฟอีนในสารกาแฟมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.67, 4.66 และ 4.65 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ในขณะที่กาแฟอราบิก้าสายพันธุ์คาติมอร์ไฮบริด 528/46 ML 2/4 ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงต้นฤดู มีปริมาณคาเฟอีนต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.92 15 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 8 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และช่วงฤดูเก็บเกี่ยวต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอราบิก้า

พันธุ์กาแฟอราบิก้า	ช่วงฤดูเก็บเกี่ยว	ค่าเฉลี่ยปริมาณคาเฟอีน ^{NS/} (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)
H 528/46 ML 2/10	ต้นฤดู	3.92
	กลางฤดู	4.21
	ปลายฤดู	4.46
H 420/9 ML 2/4	ต้นฤดู	4.03
	กลางฤดู	4.41
	ปลายฤดู	4.65
C1FC 7963-13-28	ต้นฤดู	4.04
	กลางฤดู	4.40
	ปลายฤดู	4.66
Typica	ต้นฤดู	4.04
	กลางฤดู	4.41
	ปลายฤดู	4.67
CV (%)		2.14

^{NS/} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.3) ความสัมพันธ์ของพันธุ์ ช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว และสภาพแวดล้อมต่อปริมาณคาเฟอีนใน กาแฟอราบิก้า

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารคาเฟอีนกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูก กาแฟอราบิก้า โดยศึกษาทางสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ ด้านคุณสมบัติ ทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารในดิน ใน 3 ช่วงฤดู การเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่ ต้นเดือนกุมภาพันธ์ กลางเดือนกุมภาพันธ์ และต้นเดือนมีนาคม ผลการ ทดลองมีดังนี้

จากการศึกษาสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ดังตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ย และ ความชื้นสัมพัทธ์ ใน 3 ช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากต้นฤดูการเก็บ เกี่ยวผลผลิต ช่วงกลางฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต และช่วงปลายฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต มีค่าเท่ากับ 18.30 20.70 และ 23.60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ช่วงต้นฤดูการเก็บ เกี่ยวผลผลิต ค่าสูงที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 93.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ช่วงปลายฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต และช่วงกลางฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต มีค่าเท่ากับ 90.50 และ 88.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ ของ 3 ช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต ใน 3 ช่วงฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิต

ช่วงฤดู การเก็บเกี่ยว	สภาพภูมิอากาศของพื้นที่	
	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์
ต้นฤดู	18.6	93.3
กลางฤดู	20.9	88.1
ปลายฤดู	23.5	90.5

ผลจากการศึกษาคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการปลูกกาแฟ แสดงไว้ในตารางที่ 10 จากผล การศึกษาพบว่า ดินในแปลงปลูกกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์ 528/46 ML 2/10 มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด เป็นด่างเท่ากับ 4.46 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 11.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนรวม เท่ากับ 0.56 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 80.49 และ 279.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ขณะที่แปลงกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์ 420/9 ML 2/4 มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 4.73 มีค่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 10.04 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณธาตุอาหาร พบว่า มีธาตุไนโตรเจนรวม

เท่ากับ 0.50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 76.70 และ 160.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับแปลงกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์ CIFIC 7963-13-28 มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 4.85 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 8.34 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณธาตุอาหารในดิน มีปริมาณไนโตรเจนรวม เท่ากับ 0.42 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 988.81 และ 403.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนแปลงกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์ ทิปปีก้า มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 6.02 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 5.39 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณธาตุอาหาร พบว่า มีธาตุไนโตรเจนรวม เท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 186.56 และ 420.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

สำหรับปริมาณธาตุอาหารหลักในสารกาแฟ พบว่า กาแฟอราบิก้าสายพันธุ์ H528/46 ML 2/10 มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.51, 0.14 และ 1.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กาแฟอราบิก้าสายพันธุ์ 420/9 ML 2/4 มีธาตุไนโตรเจน 1.56 เปอร์เซ็นต์ ธาตุฟอสฟอรัส 0.15 เปอร์เซ็นต์ และธาตุโพแทสเซียม 1.27 เปอร์เซ็นต์ กาแฟอราบิก้าสายพันธุ์ CIFIC 7963-13-28 มีธาตุไนโตรเจน 1.51 เปอร์เซ็นต์ ธาตุฟอสฟอรัส 0.14 เปอร์เซ็นต์ และธาตุโพแทสเซียม 1.27 เปอร์เซ็นต์ และกาแฟพันธุ์ทิปปีก้า มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.81, 0.15 และ 1.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติทางเคมีในตัวอย่างสารกาแฟและในดิน 4 สายพันธุ์ ใน 3 ช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิต

Variety	Harvesting periods	Coffee bean properties					Soil properties				
		Caffeine (mg/g)	Nitrogen (%)	Phosphorus (%)	Potassium (%)	soil pH	O.M. (%)	Total N (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)	
H 526/46	Early period	3.92	1.51	0.14	1.27	4.83	11.52	0.58	75.92	526.85	
	Middle period	4.21	1.52	0.14	1.27	4.38	11.24	0.56	81.55	176.31	
	Last period	4.46	1.51	0.15	1.28	4.17	10.55	0.53	83.99	134.32	
	Average	4.20	1.51	0.14	1.27	4.46	11.11	0.56	80.49	279.16	
H 420/9	Early period	4.04	1.60	0.18	1.27	4.73	10.49	0.53	67.00	247.45	
	Middle period	4.41	1.53	0.12	1.27	4.64	9.40	0.47	19.55	188.03	
	Last period	4.65	1.54	0.14	1.27	4.83	10.22	0.51	43.54	145.35	
	Average	4.37	1.56	0.15	1.27	4.73	10.04	0.50	76.70	160.28	
CIFC 7963-12-28	Early period	4.04	1.51	0.14	1.27	4.92	7.10	0.36	966.00	670.17	
	Middle period	4.40	1.52	0.14	1.27	4.72	9.13	0.46	956.63	204.51	
	Last period	4.66	1.51	0.15	1.28	4.91	8.81	0.44	1043.81	337.15	
	Average	4.37	1.51	0.14	1.27	4.85	8.34	0.42	988.81	403.94	
Typica	Early period	4.04	1.81	0.15	1.27	6.83	5.19	0.26	215.84	580.46	
	Middle period	4.41	1.81	0.15	1.25	5.57	5.65	0.28	193.96	326.56	
	Last period	4.67	1.80	0.15	1.25	5.67	5.32	0.27	149.87	353.95	
	Average	4.37	1.81	0.15	1.26	6.02	5.39	0.27	186.56	420.33	

จากผลการทดลอง การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคาเฟอีนต่อพันธุ์และสภาพแวดล้อม นั้น ได้นำทั้ง 2 ปัจจัยคือ พันธุ์และสภาพแวดล้อมที่ปลูกกาแฟ มาศึกษาร่วมกันเพื่อ พิจารณาความสัมพันธ์ที่มีต่อคาเฟอีนใน สารกาแฟ โดยการรวมทั้ง 4 พันธุ์ ภายใต้สภาพแวดล้อมในทั้ง 3 ช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต แล้วจึงทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม โดยกำหนดให้คาเฟอีนเป็นตัวแปรตาม (Y) และปัจจัยสภาพแวดล้อมเป็นตัวแปรอิสระได้แก่ อุณหภูมิ (X_1), ความชื้นสัมพัทธ์ ในอากาศ (X_2), ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (X_3), ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (X_4), ปริมาณธาตุไนโตรเจนในดิน (X_5), ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดิน (X_6), ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดิน (X_7), ปริมาณธาตุไนโตรเจนในพืช (X_8), ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในพืช (X_9), ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในพืช (X_{10}) ซึ่งจะได้สมการถดถอยดังนี้

$$Y = 1.538 + 0.058X_1 + 0.000X_2 - 0.226X_3 + 0.394X_4 - 2.101X_5 + 0.000X_6 - 0.003X_7 + 0.287X_8 + 0.676X_9 + 0.657X_{10}$$

ในตารางที่ 11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ผลปรากฏว่าได้ค่า F มีค่าเท่ากับ 162.07 และ Sig. F มีค่าเท่ากับ 0.000 หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามในรูปเชิงเส้น เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple Coefficient of Determination, R^2) ตัวแปร R^2 มีค่าเท่ากับ 0.979 หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรตาม ได้ร้อยละ 97.9 ในตัวแปรอิสระทั้ง 9 ตัวแปร และมี 1 ตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ (X_1) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจะมีผลให้ปริมาณคาเฟอีนเพิ่มสูงขึ้นตามด้วย

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยพหุคูณของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อสารคาเฟอีน โดยรวม ทั้ง 4 สายพันธุ์ จาก 3 ช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ ของการถดถอย (b)	ค่ามาตรฐาน ของสัมประสิทธิ์ การถดถอย (Beta)	ค่าสถิติ t	Sig. t
ค่าคงที่ : constant	1.583		-0.455	0.652
x_1 : อุณหภูมิ	0.053	0.561	10.278	0.000*
X_2 : ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ	0.000	0.002	0.078	0.938
X_3 : ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	-0.226	-0.183	-0.582	0.564
X_4 : ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน	0.394	1.707	1.466	0.152
X_5 : ปริมาณธาตุไนโตรเจนในดิน	-2.010	-0.432	-0.551	0.585
X_6 : ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดิน	0.000	-0.140	-0.042	0.967
X_7 : ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดิน	-0.003	-1.102	-1.163	0.253
X_8 : ปริมาณธาตุไนโตรเจนในพืช	0.287	0.015	0.410	0.410
X_9 : ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในพืช	0.676	0.027	0.713	0.713
X_{10} : ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในพืช	0.657	0.046	1.713	0.096

$R = 0.989$, $R^2 = 0.979$, $R^2_{adj} = 0.974$, $SSE = 0.06$, $F = 162.07$, $Sig. F = 0.0001$

*Significant 0.05

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้ง 9 กับสารกาแฟในโดยรวมทั้ง 4 สายพันธุ์ จาก 3 ช่วงฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิต

Factors	Caffeine	Temp. (°C)	HM (%)	pH	O.M. (%)	Soil N (%)	Soil P (mg/kg)	Soil K (mg/kg)	Coffee Bean N (%)	Coffee Bean P (%)	Coffee Bean K (%)
Caffeine	1.000										
Temp. (%)	0.952	1.000									
HM (%)	-0.228	-0.205	1.000								
pH	-0.877	-0.746	0.281	1.000							
O.M. (%)	0.400	0.239	-0.278	-0.741	1.000						
Soil N (%)	0.383	0.223	-0.273	-0.728	0.999	1.000					
Soil P (mg/kg)	0.234	0.080	-0.268	-0.605	0.983	0.986	1.000				
Soil K (mg/kg)	0.181	0.029	-0.247	-0.560	0.971	0.975	0.998	1.000			
Coffee Bean N (%)	-0.534	-0.424	-0.059	0.628	-0.465	-0.454	-0.378	-0.48	1.000		
Coffee Bean P (%)	-0.352	-0.239	0.086	0.579	-0.712	-0.705	-0.679	-0.667	0.318	1.000	
Coffee Bean K (%)	-0.085	-0.150	0.175	0.129	-0.169	-0.169	-0.171	-0.167	-0.120	0.076	1.000