

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญ	ญ
สารบัญตาราง	ท
สารบัญภาพ	ฒ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ณ
สารบัญตารางภาคผนวก	ด
สารบัญภาพภาคผนวก	ธ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.2 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	
2.1 แพะ	3
2.2 สถานภาพการผลิตแพะในภาคเหนือของประเทศไทย	5
2.3 ข้าวโพด	5
2.4 เมล็ดข้าวโพด	6
2.5 วิธีการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7
2.6 การศึกษาคคุณค่าทางโภชนะในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยวิธี <i>In vitro</i> technique	11
2.7 การศึกษาคคุณค่าทางโภชนะในอาหาร โดยวิธี <i>In vitro</i> gas production technique	12
2.8 การศึกษาจลนศาสตร์การหมักของอาหารในกระเพาะรูเมนและ การทำงานการกินได้ ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	14
2.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง <i>In vitro</i> gas production และ <i>In vitro</i> microbial blomass yield	15
2.10 การศึกษาการสลายตัวของโภชนะภายในกระเพาะหมักโดยวิธีใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique)	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.11 การทำนายปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (DMI) ปริมาณวัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ (DDMI) อัตราการเจริญเติบโต (growth rate) และดัชนีบ่งชี้คุณภาพ (index value)	18
2.12 ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME)	19
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Chemical composition analysis)	21
3.2 ศึกษาการใช้เปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดต่อการย่อยได้และ ประสิทธิภาพการผลิตของแพะรุ่น	22
3.2.1 สัตว์ทดลอง	22
3.2.2 อาหารทดลอง	22
3.2.3 อุปกรณ์อื่นๆ	23
3.2.4 วิธีการทดลอง	23
3.2.5 การบันทึกข้อมูลการทดลอง	25
3.2.6 การวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาการย่อยได้	25
3.2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	26
3.3 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงาน โดยวิธีการวัดปริมาณ แก๊สที่เกิดขึ้น (Gas production technique)	27
3.3.1 สัตว์ทดลอง	27
3.3.2 อุปกรณ์	27
3.3.3 สารเคมี	28
3.3.4 วิธีการทดลอง	29
3.3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ	32
3.4 การศึกษาการย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique)	32
3.4.1 สัตว์ทดลอง	32
3.4.2 วิธีการทดลอง	32
3.4.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ	33
สถานที่ในการทดลอง	33
ระยะเวลาดำเนินการ	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดและอาหารทดลอง	34
4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด	34
4.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	34
4.2 การใช้เปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดต่อการย่อยได้และสมรรถภาพการผลิตของแพะรุ่น	35
4.2.1 ปริมาณการกินได้	35
4.2.2 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG)	38
4.2.3 สัมประสิทธิ์การย่อยได้และปริมาณ โภชนะย่อยได้	39
4.2.4 โภชนะรวมย่อยได้ (TDN) พลังงานรวม (GE) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME)	42
4.3 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงาน โดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (Gas production technique)	43
4.3.1 การวัดปริมาณแก๊สในการย่อยสลายของอาหารทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	43
4.3.2 การหาค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (OMD) พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) โดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	45
4.4 การศึกษาการย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique)	46
4.4.1 การสลายตัวของวัตถุแห้งของการทดลองทั้ง 3 กลุ่มการทดลองในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ	46
4.4.2 ค่าพารามิเตอร์ของการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารทั้ง 3 กลุ่มการทดลองในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ	48
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	
5.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดและอาหารทดลอง	50
5.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพด	50
5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	50

สารบัญ (ต่อ)

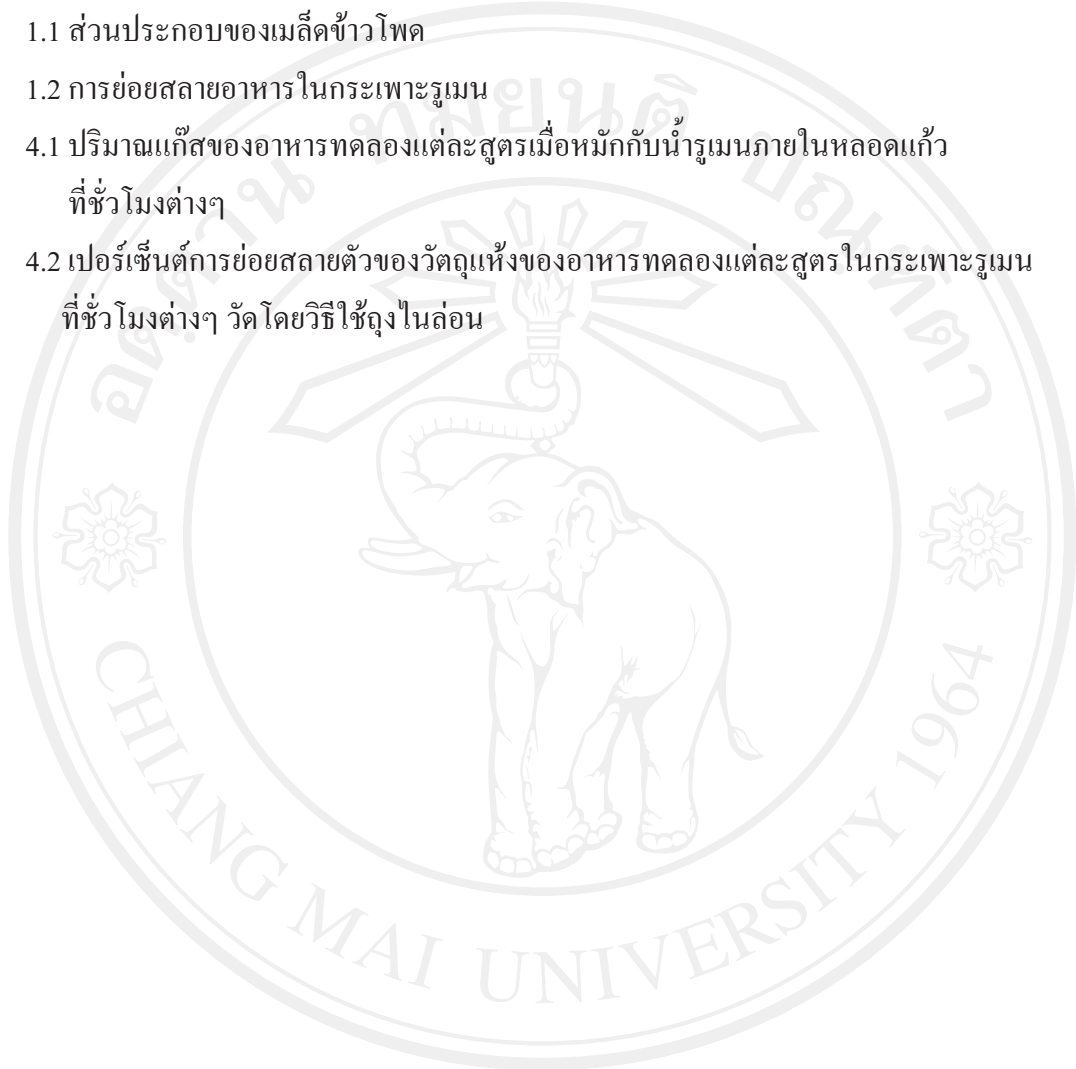
	หน้า
5.2 การใช้เปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพดต่อการย่อยได้และประสิทธิภาพ	
การผลิตของแพะรุ่น	51
5.2.1 ปริมาณการกินได้	51
5.2.2 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG)	52
5.2.3 สัมประสิทธิ์การย่อยได้และปริมาณโภชนะย่อยได้	53
5.2.4 โภชนะรวมย่อยได้ (TDN) พลังงานรวม (GE) และ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME)	55
5.3 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีการวัดปริมาณ แก๊สที่เกิดขึ้น (Gas production technique)	56
5.3.1 การวัดปริมาณแก๊สในการย่อยสลายของอาหารทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	56
5.3.2 การหาค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (OMD) พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) โดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	57
5.4 การศึกษาการย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนลอน (nylon bag technique)	58
5.4.1 การสลายตัวของวัตถุแห้งของการทดลองทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ	58
5.4.2 ค่าพารามิเตอร์ของการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหาร ทั้ง 3 กลุ่มการทดลองในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ	59
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	61
เอกสารอ้างอิง	63
ภาพผนวก	70
ภาพผนวก ก ภาพแสดงการทดลองและวิจัย	71
ภาพผนวก ข ข้อมูลการวิเคราะห์ผลทางสถิติ	74
ประวัติผู้เขียน	90

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 พันธุ์แพะที่สำคัญบางพันธุ์ในเขตร้อนและกึ่งร้อนแบ่งตามจุดประสงค์หลักของการเลี้ยง	4
2.2 จำนวนแพะของภาคเหนือตอนบนแยกเป็นจำนวนที่เลี้ยงและจำนวนเกษตรกรแสดงเป็นรายจังหวัด	5
3.1 ส่วนผสมของวัตถุดิบอาหารชั้นของแพะรุ่น	23
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดและอาหารทดลอง	35
4.2 ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของแพะที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร	37
4.3 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของแพะรุ่นทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	38
4.4 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของแพะรุ่นทั้ง 3 กลุ่มการทดลองในแต่ละช่วงการทดลอง	39
4.5 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแต่ละกลุ่มการทดลอง	40
4.6 ปริมาณโภชนะย่อยได้ของอาหารที่กินของแพะที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร	41
4.7 โภชนะรวมย่อยได้, พลังงานรวมและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของแพะที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร	42
4.8 ปริมาณแก๊สของอาหารทดลองแต่ละสูตรเมื่อหมักกับน้ำรูเมนภายในหลอดแก้วที่ชั่วโมงต่างๆ	44
4.9 ค่าแก๊สสุทธิ, การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ, พลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองแต่ละสูตรประเมิน โดยวิธีการวัดปริมาตรแก๊สที่ 24 ชั่วโมง	46
4.10 เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารทดลองแต่ละสูตรในกระเพาะรูเมนโคที่ชั่วโมงต่างๆ วัดโดยวิธีใช้ถุงในลอน	47
4.11 ค่าพารามิเตอร์ของการย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่มในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ	49

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพด	7
1.2 การย่อยสลายอาหารในกระเพาะรูเมน	17
4.1 ปริมาณแก๊สของอาหารทดลองแต่ละสูตรเมื่อหมักกับน้ำรูเมนภายในหลอดแก้ว ที่ชั่วโมงต่างๆ	45
4.2 เปรอ์เซ็นต์การย่อยสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารทดลองแต่ละสูตรในกระเพาะรูเมน ที่ชั่วโมงต่างๆ วัดโดยวิธีใช้ถุงไนลอน	48



อักษรย่อและสัญลักษณ์

a	=	immediately soluble part
A	=	washing loss
A+B	=	potential degradability
ADF	=	acid detergent fiber
ADG	=	average daily gain
b	=	insoluble fermentable material
B	=	degradability of water insoluble
BW	=	body weight
c	=	degradation rate
CP	=	crude protein
CRD	=	completely randomized design
df	=	degree of freedom
DADF	=	digestible acid detergent fiber
DADFI	=	digestible acid detergent fiber intake
DCP	=	digestible crude protein
DCPI	=	digestible crude protein intake
DDMI	=	digestible dry matter intake
DE	=	digestible energy
DEE	=	digestible ether extract digestibility
DEEI	=	digestible ether extract digestible intake
DM	=	dry matter
DMD	=	dry matter digestibility
DMI	=	dry matter intake
DMI/kg LW	=	dry matter intake per kilogram live weight
DNDF	=	digestible neutral detergent fiber
DNDFI	=	digestible neutral detergent fiber intake
DNFE	=	digestible nitrogen free extract
DNFEI	=	digestible nitrogen free extract intake

DOM	=	digestible organic matter
DOMI	=	digestible organic matter intake
ED _{0.05}	=	effective degradation at 0.05
EE	=	ether extract
FCR	=	feed conversion ratio
FW	=	final weight
g/day	=	gram per day
g DM/g LW	=	gram dry matter per gram live weight
g DM/kg	=	gram dry matter per kilogram
g/kg DM	=	gram per kilogram dry matter dry matter
g/kg	=	gram per kilogram
GE	=	gross energy
GP	=	gas production
hr	=	hour
IW	=	initial weight
kg	=	kilogram
kg DM/kg LW	=	kilogram dry matter per kilogram live weight
Kg LW	=	kilogram live weight
ME	=	metabolizable energy
Mg/100 ml	=	milligram per 100 milliliters
MJ	=	mega joule
MJ/day	=	mega joule per day
MJ/kg DM	=	mega joule per kilogram
N	=	nitrogen
NDF	=	neutral detergent fiber
NE _L	=	net energy for lactation
NFE	=	nitrogen free extract
NH ₃	=	ammonia
OM	=	organic matter
pH	=	potential hydrogen

SE = standard error of means
T = treatment
TDN = total digestible nutrient



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณวัตถุแห้งในอาหารชั้น ทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	74
2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของอินทรีย์วัตถุ ฝั่้า โปรตีนรวม และไขมัน ในอาหารชั้นทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	74
3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเยื่อใยหยาบ ใน โครเจนฟรีเอ็กซ์แทร็ก เยื่อใยที่ละลายในกรด และเยื่อใยที่ละลายในด่างในอาหารชั้น ทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	75
4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณการกิน ได้ของวัตถุแห้ง (DMI) ของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	76
5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณการกิน ได้ของโปรตีน (CPI) ของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	76
6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณการกิน ได้ของเยื่อใย (CFI) ของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	77
7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของร้อยละการกิน ได้น้ำหนักตัว (%DMI/BW) และอัตราเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	77
8 ผลการวิเคราะห์ โควาเรียนซ์ (Analysis of covariance) ของน้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง (initial weight, IW) (kg) ของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	78
9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง (IW) น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (FW), น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโต (ADG) ของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	78
10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของอัตราการเจริญเติบโต (ADG) ในแต่ละ ช่วงการทดลอง (period) ของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	79
11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนรวม และไขมันในแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	80
12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณ โภชนะย่อยได้ของเยื่อใยหยาบ เยื่อใยที่ละลายในด่าง เยื่อใยที่ละลายในกรด และใน โครเจนฟรีเอ็กซ์แทร็กในแพะ ทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	81

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณ โภชนะย่อยได้ของอาหารที่กิน (NDI) ประกอบด้วยวัตถุดิบแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีนรวม และไขมันในแพะ ทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	82
14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณ โภชนะย่อยได้ของอาหารที่กิน (NDI) ประกอบด้วยเยื่อใยหยาบ เยื่อใยที่ละลายในด่าง เยื่อใยที่ละลายในกรด และไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทร็ก ในแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	83
15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของโภชนะรวมย่อยได้ (TDN) พลังงานรวม (GE) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง	84
16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณแก๊สของอาหารทดลอง แต่ละสูตรเมื่อหมักกับน้ำรูเมนภายในหลอดแก้วชั่วโมงที่ 2 ถึง 8	85
17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณแก๊สของอาหารทดลอง แต่ละสูตรเมื่อหมักกับน้ำรูเมนภายในหลอดแก้วชั่วโมงที่ 16 ถึง 72	86
18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าแก๊สสุทธิ (GP) การย่อยได้ของ อินทรีย์วัตถุ (OMD) พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE _L) ของอาหารทดลองแต่ละสูตรประเมินโดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่ 24 ชั่วโมง	87
19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายตัวของ วัตถุดิบของอาหารทดลองแต่ละสูตรในกระเพาะรูเมน โคที่ชั่วโมงต่างๆ วัดโดยวิธีใช้ถุงไนลอน	88
20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าพารามิเตอร์ของการย่อยสลายตัวของ วัตถุดิบของอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่มในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ	89

สารบัญภาพภาคผนวก

รูปภาคผนวก	หน้า
1 ภาพเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดที่ใช้ในการศึกษานี้	71
2 ภาพแสดงเศษผักจากโรงงานคัดบรรจุ มูลนิธิโครงการหลวง ที่ใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับแพะในการศึกษานี้	71
3 แพะพันธุ์ชานเนน เพศผู้ อายุเฉลี่ย 3 เดือน ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้	72
4 ภาพแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างมูลแพะ	72
5 ภาพแสดงอ่างรูเมนเทียมที่ใช้ในการศึกษาการค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น	73
6 ถุงไนล่อนที่ใช้ในการศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน	73