

การพัฒนาคู่มือการวิเคราะห์ขนสัตว์ในวงศ์กวาง และวงศ์กระจัด
ด้วยกล้องจุลทรรศน์สำหรับการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์

Development of Microscopic Hair Analysis Guide in Family
Cervidae and Family Tragulidae for Forensic Science Verification



โดย ดร. ศักดิ์สิทธิ์ ชุ่มเจริญ ดร.ศศิธร หาสิน และ นางสาว กীরติ บินชั้น

2021

เรื่อง	สารบัญ	หน้า
สารบัญ		ก
สารบัญภาพ		ข
1. โครงสร้างพื้นฐานของเส้นขน (Basic Structure of Hair)		1
2. การเก็บขนสัตว์ตัวอย่าง (Experimental design of Hair sampling)		2
3. วิธีการเตรียมขนตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาทางอนุกรมวิธาน		2
4. การจัดจำแนกขนสัตว์		5
5. การจัดจำแนกชนิดของสัตว์วงศ์กวางและกระเจิงโดยเส้นขน		13
6. ลักษณะขนของสัตว์แต่ละประเภท		17
กวาง		17
แก้ง		29
แก้งหม้อ		41
เนื้อทราย		53
กระเจิงหนู		63
กระเจิงควาย		78
ละมั่งไทย		93
ละมั่งพม่า		104

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างพื้นฐานของ ก) เส้นขนที่งอกขึ้นจากรูขุมขนบนผิวหนังบริเวณ และ ข) ขนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประกอบด้วยโครงสร้างเคราติน (keratin) 3 ชั้น ประกอบด้วย เปลือกขน กระพี้ขน และแกนขน	1
2 จุดเก็บขนตัวอย่างบนตัวสัตว์ 5 จุด ได้แก่ 1) ขนบริเวณส่วนหัว 2) หัวไหล่ 3) ส่วนท้อง 4) ส่วนหลัง และ 5) สะโพก	2
3 การทำความสะอาดขนตัวอย่างโดยเริ่มจาก (ก) แช่ขนในน้ำยาล้างจาน เพื่อขจัดคราบไขมัน และเศษฝุ่น (ข) นำเส้นขนสัตว์มาล้างด้วยน้ำเปล่าเพื่อขจัดคราบไขมันซิลิโคน นำมาล้างน้ำเปล่าและ (ค) นำมาผึ่งให้แห้งโดยอุณหภูมิห้อง	3
4 การทำความสะอาดขนตัวอย่างโดย (ก) การแช่ขนด้วย Xylene และ (ข) เส้นขนที่ผ่านการแช่ Xylene นำมาผึ่งให้แห้ง	3
5 ขั้นตอนในการเตรียมสไลด์ถาวร (ก) นำเส้นขนตัวอย่างมาวางในสไลด์ (ข) ใส่ น้ำยา Permout และ ปิดตัวอย่างขนด้วยด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์	4
6 ขั้นตอนในการพิมพ์ลายเส้นขน (ก) นำน้ำยาทาเล็บป้ายบนแผ่นสไลด์บางๆ (ข) นำเส้นขนวางบน แม่พิมพ์และใช้แผ่นพลาสติกทาบกดเบาๆตามแนวเส้นขน และ (ค) ดึงขนจากแม่พิมพ์ โดยใช้เข็มสะกิดบริเวณโคนขนและใช้ปากคีบหนีบขึ้นมา	5
7 ตัวอย่างการบันทึกรูปร่างของกลุ่มขนที่ใช้ประกอบการบรรยายรูปร่างของเส้นขน จากภาพจะเห็นได้ว่า กลุ่มขน (ก) มีลักษณะของขนโดยภาพรวม ลักษณะขนเส้นตรงที่มี ลักษณะโค้งทางด้านปลาย และรูปร่างของเส้นขนในส่วนกลางขน และปลายขนมีลักษณะหยิก ส่วนบริเวณโคนขนมีลักษณะตรง ความหนาของเส้นผ่านศูนย์กลางจะมีขนาดลดลงจากทางโคนผม ไปทางปลายผม และ กลุ่มขน (ข) มีลักษณะของขนโดยภาพรวม ลักษณะขนเส้นตรงที่ และรูปร่างของเส้นขนบางส่วนมีลักษณะหยิกทั้งเส้น ตั้งแต่ส่วนโคนขน กลางขน จนถึงปลายขน ความหนาของเส้นผ่านศูนย์กลางจะมีขนาดลดลงจากทางโคนผมไปทางปลายผม	6
8 ตัวอย่างการบันทึกรูปร่างของเส้นขนที่ใช้ประกอบการบรรยายรูปร่างของเส้นขน (ก) ลักษณะขนเส้นตรงที่มีขนาดสม่ำเสมอทั้งในส่วนโคนขน กลางขน และปลายขนมี ลักษณะกลม (ข) ลักษณะขนเส้นตรงที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอทั้งเส้น โดยเส้นขนในบริเวณ ส่วนโคนขน กลางขน มีรูปร่างแบบเส้นตรง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน และปลายขนมี ลักษณะเป็นข้อปลายแหลม (ค) ลักษณะขนเส้นตรงที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอทั้งเส้น โดยเส้นขน ในบริเวณส่วนโคนขน กลางขนและปลายขน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน และส่วนปลายขนมี ลักษณะปลายแหลมปลายแหลม และ (ง) ลักษณะขนเส้นตรงที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอทั้งเส้น โดยเส้นขนในบริเวณส่วนโคนขน กลางขนและปลายขน ที่มีลักษณะเป็นเกล็ดเรียงซ้อนกัน และส่วนปลายขนมีลักษณะปลายแหลม	6

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
9 ลักษณะทั่วไปของรากขนสัตว์ ตัวอย่าง เช่น (ก) ลักษณะทั่วไปของรากขนสุนัขเมื่อมองด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ข) ตัวอย่างทั่วไปของการหลุดร่วงของปลายผมที่ถูกทำลายและ (ค) ลักษณะทั่วไปของรากขนหมู (Sus scrofa) แสดงให้เห็นถึงการผันแปรของรากขนและปลายขนที่ผันแปรไปตามกฎรูปร่างของเส้นขนและประเภทของเส้น	7
10 ตัวอย่างลักษณะของเปลือกขนสัตว์ที่ใช้สำหรับการจัดจำแนก	9
11 ตัวอย่างลักษณะของแกนขนสัตว์	11
12 ภาพถ่ายแสดงโครงสร้างขององค์ประกอบของเนื้อขนบริเวณส่วนโคนของละมั่งไทย แสดงให้เห็นเนื้อขน ส่วนใหญ่พบเม็ดสีกระจายอยู่ในเนื้อขน	11
13 การวัดขนาดภาพตัดขวางของเส้นขน 4 ตำแหน่ง คือ (ก) เส้นผ่านศูนย์กลางด้านกว้าง (ข) เส้นผ่าน ศูนย์กลางด้านยาว (ค) เยื่อหุ้มแกนขนด้านขวา และ (ง) เยื่อหุ้มแกนขนด้านซ้าย ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	12
14 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกว้างบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	19
15 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกว้างบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	20
16 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกว้างบริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	21
17 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกว้างบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	22
18 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกว้างบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	23
19 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกว้างบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	24
20 ลักษณะชั้นกระพี้ขน (Cortex) ของเส้นขนกว้างบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	25
21 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนกว้างบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	26
22 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนกว้างบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	27

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
23 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนกว้าง บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	28
24 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	31
25 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	32
26 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งบริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	33
27 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	34
28 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	35
29 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	36
30 ลักษณะชั้นกระพี้ขน (Cortex) ของเส้นขนแก้งบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	37
31 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนแก้งบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	38
32 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนแก้งบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	39
33 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนแก้ง บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	40
34 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งหม้อบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	43
35 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งหม้อบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	44
36 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งหม้อบริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	45
37 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนแก้งหม้อบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	46

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
38 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกึ่งหม้อบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	47
39 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกึ่งหม้อบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)	48
40 ลักษณะชั้นกระพี้ขน (Cortex) ของเส้นขนกึ่งหม้อบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	49
41 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนกึ่งหม้อบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	50
42 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนกึ่งหม้อบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	51
43 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนกึ่งหม้อ บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	52
44 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนเนื้อทรายบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	54
45 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนเนื้อทรายบริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	55
46 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนเนื้อทรายบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	56
47 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนเนื้อทรายบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	57
48 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนเนื้อทรายบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	58
49 ลักษณะชั้นกระพี้ขน (Cortex) ของเส้นขนเนื้อทรายบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	59
50 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนเนื้อทรายบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	60
51 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนเนื้อทรายบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	61
52 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนเนื้อทราย บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	62

สารบัญญภาพ(ต่อ)

[illegible]

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
68	ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระดูกขาบริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้าง ของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	82
69	ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระดูกขาบริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้างของ แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	83
70	ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระดูกขาบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้างของ แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	84
71	ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระดูกขาบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้างของ แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	85
72	ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระดูกขาบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้าง ของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	86
73	ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระดูกขาบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้าง ของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	87
74	ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระดูกขาบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้าง ของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	88
75	ลักษณะชั้นกระพี้ขึ้น (Cortex) ของเส้นขนกระดูกขาบริเวณส่วน (ก,ข) หัว (ค,ง) ไหล่ (จ,ฉ) หลัง (ช,ซ) สะโพก และ (ณ) ท้อง (20X)	89
76	ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนกระดูกขาบริเวณส่วน (ก,ข) หัว (ค,ง) ไหล่ (จ,ฉ) หลัง (ช,ซ) สะโพก และ (ณ) ท้อง (20X)	90
77	ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนกระดูกขาบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	91
78	ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนกระดูกขาบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	92
79	ลักษณะ (ก) ภายนอกของละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้าง ของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	95
80	ลักษณะ (ก) ภายนอกของละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้าง ของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	96
81	ลักษณะ (ก) ภายนอกของละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้าง ของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	97
82	ลักษณะ (ก) ภายนอกของละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้าง ของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	98

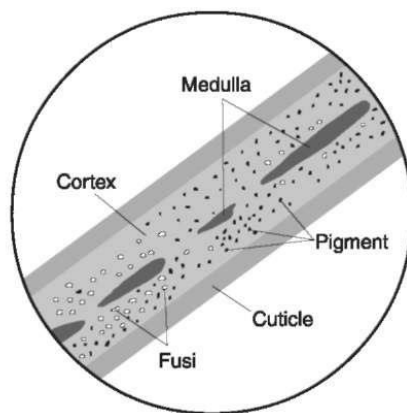
สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
83 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	99
84 ลักษณะชั้นกระพี้ขน (Cortex) ของเส้นขนละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	100
85 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	101
86 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	102
87 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	103
88 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	106
89 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	107
90 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	108
91 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	109
92 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)	110
93 ลักษณะชั้นกระพี้ขน (Cortex) ของเส้นขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	111
94 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	112
95 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	113
96 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)	114

1. โครงสร้างพื้นฐานของเส้นขน (Basic Structure of Hair)

ขนจะงอกขึ้นจากรูขุมขนบนผิวหนังบริเวณที่ผิวหนังมีเซลล์ที่มีเส้นขน แบ่งตามการเชื่อมต่อกับผิวหนัง แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโคนขนหรือรากขน (papilla) ที่ฝังอยู่ในผิวหนัง และส่วนของเส้นขน ที่อยู่เหนือผิวหนัง (ภาพที่ 1ก) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบนบก ผิวหนังและร่างกายจะได้รับความปกป้องจากเส้นขน อาทิ เช่น ทาหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกายของตัวสัตว์ ป้องกันการอากาศร้อน หนาว และขึ้นจากสภาพแวดล้อมรอบตัวสัตว์

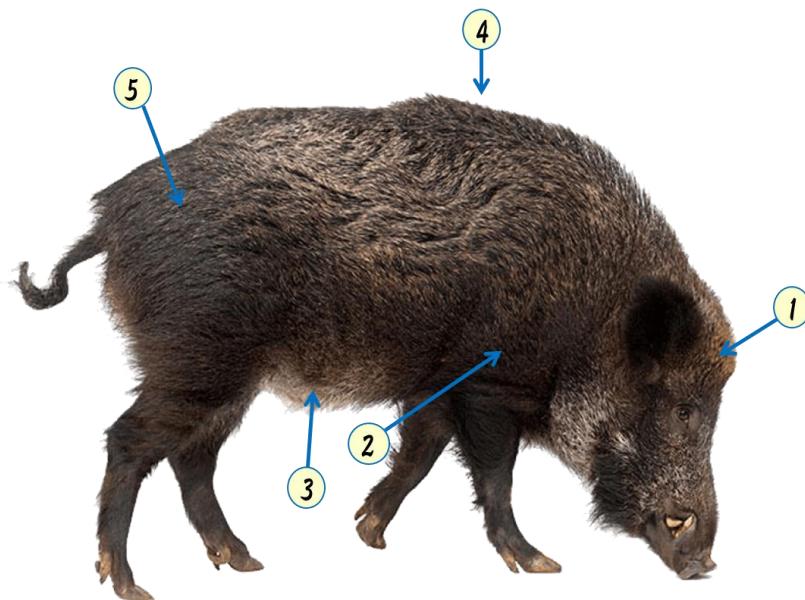
เส้นขนมีโครงสร้างพื้นฐานแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ขนแข็ง (guard hairs) และ ขนอ่อน (Fur hairs) และขนที่มีความสำคัญในการวินิจฉัยกลุ่มสัตว์และการระบุชนิดสัตว์ เนื่องจากโครงสร้างเส้นขนมีความผันแปรของ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาขน แกนขน เปลือกขน และเนื้อขน น้อยกว่าขนอ่อน เส้นขนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประกอบด้วยโครงสร้างเคราติน (keratin) 3 ชั้นซึ่งเป็นเซลล์ที่ตายแล้วทั้งสิ้น คือ ชั้นนอกสุด เรียกเปลือกขน (cuticle) ชั้นกลาง หรือกระพี้ขน (cortex) และชั้นในสุดเรียกแกนขน (medulla) ส่วนประกอบพื้นฐานที่พบในบริเวณแกนขนและเยื่อหุ้มแกนขน ได้แก่ เม็ดสี (pigment granule) และรงควัตถุอื่น (ภาพที่ 1ข) ในทางอนุกรมวิธานเลือกใช้เฉพาะเปลือกขนและแกนขนเป็นลักษณะทางอนุกรมวิธาน



ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของเส้นขน เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เส้นขนทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์เลี้ยงในบ้านหรือสัตว์ป่ามีโครงสร้างเหมือนกันคือประกอบด้วย เปลือกขน กระพี้ขน และแกนขน
ที่มา: Forensic Hair Comparison (<http://what-when-how.com/forensic-sciences/comparison-microscopic/>)

2. การเก็บขนสัตว์ตัวอย่าง (Experimental design of Hair sampling)

ขนตัวอย่างที่ใช้ในการคู่มือการจัดจำแนกขนของสัตว์ป่าวงศ์กวาง และวงศ์กระเจิง ที่มีการรายงานการพบปรากฏในเมืองไทย จำนวน 8 ชนิด (ตารางที่ 1) ในการเก็บขนตัวอย่าง ตัวอย่างส่วนมากจะทำการเก็บขนตัวอย่างโดยตรงจากตัวสัตว์ที่เลี้ยงไว้ในสถานีวิจัยสัตว์ป่าและสวนสัตว์ ในกรณีกลุ่มสัตว์ป่าหายาก ขนตัวอย่างจะใช้ขนตัวอย่างจากซากสัตว์ที่ถูกรักษาไว้ที่อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ขนตัวอย่างจะเก็บจากสัตว์อายุเต็มวัย อย่างน้อย 3 ตัว ถอนขนตัวอย่างจาก 5 ตำแหน่งบนร่างกายของสัตว์แต่ละตัว (ภาพที่ 2) เก็บขนตำแหน่งละ 30 (ตารางที่1) เส้นขนถูกดึงออกในลักษณะที่ไม่ทำให้ขนเสียหาย อาทิเช่น โคนรากขาด และเส้นขนขาด เก็บตัวอย่างขนในถุงกระดาษเพื่อให้มีการระบายอากาศได้ดี นำขนที่ได้ไปเข้าสู่กระบวนการวิธีการเตรียมขนตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาทางอนุกรมวิธาน



ภาพที่ 2 จุดเก็บขนตัวอย่างบนตัวสัตว์ 5 จุด ได้แก่ 1) ขนบริเวณส่วนหัว 2) หัวไหล่ 3) ส่วนท้อง 4) ส่วนหลัง และ 5) สะโพก

3. วิธีการเตรียมขนตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาทางอนุกรมวิธาน

1. การทำความสะอาดขนตัวอย่าง

ทำความสะอาดขนตัวอย่างด้วยการล้างคราบไขมันเสียดิน และฝุ่น ที่เคลือบอยู่บนผิวของเส้นขนออก แบ่งการทำความสะอาดขนได้เป็น 2 วิธี คือ

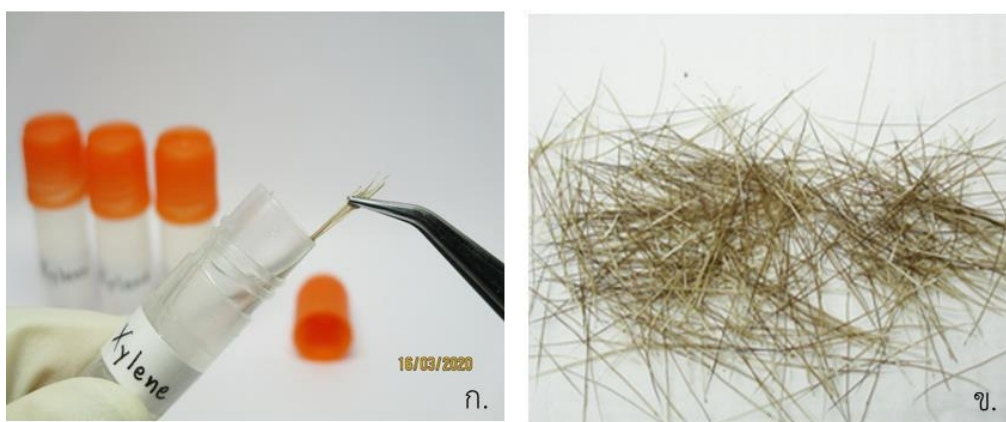
1.1 ล้างหรือแช่น้ำยาล้างจานหรือผงซักฟอกที่ผสมน้ำ แช่ทิ้งมากกว่า 2 ชม. คนเส้นขนที่แช่อยู่ในภาชนะ เบา ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นการหลุดและล้างคราบที่คลุมเปลือกขนออก หลังจากนั้น ล้างน้ำเปล่า

และนำมาฟุ้งให้แห้งโดยอุณหภูมิต่ำ หรือ นำเส้นขนที่ล้างสะอาดแล้วห่อด้วยผ้าขาวบางและนำไปอบ เพื่อขจัดความชื้นออกจากเส้นขน (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 การทำความสะอาดขนตัวอย่างโดยเริ่มจาก (ก) แช่ขนในน้ำยาล้างจาน เพื่อขจัดคราบไขมัน และเศษฝุ่น (ข) นำเส้นขนสัตว์มาล้างด้วยน้ำเปล่าเพื่อขจัดคราบไขมันซัลไฟด์ นำมาล้างน้ำเปล่าและ (ค) นำมาฟุ้งให้แห้งโดยอุณหภูมิต่ำ

1.2 แช่เส้นขนด้วย Xylene ใช้สำหรับการจัดสิ่งสกปรกออกจากขนตัวอย่าง แช่ไว้ประมาณ 30 นาที หรือ 1 ชม. นำเส้นขนที่ผ่านการแช่ Xylene นำมาฟุ้งให้แห้งโดยอุณหภูมิต่ำภายในตู้ดูดควันเพื่อขจัดความชื้นออกจากเส้นขน ในกรณีที่มีการใช้เม็ดยาในเส้นขนในการจำแนกความแตกต่างของเส้นขนระหว่างชนิดสัตว์ ไม่ควรแช่เส้นขนไว้ใน Xylene เป็นเวลานาน เนื่องจาก Xylene จะชะล้างเม็ดยาที่อยู่ในเส้นขนออกมาด้วย (ภาพที่ 4) กรณีที่ขนตัวอย่างเก่าและเก็บไว้เป็นเวลานาน ไม่ต้องผ่านกระบวนการแช่เส้นขนด้วย Xylene



ภาพที่ 4 การทำความสะอาดขนตัวอย่างโดย (ก) การแช่ขนด้วย Xylene และ (ข) เส้นขนที่ผ่านการแช่ Xylene นำมาฟุ้งให้แห้ง

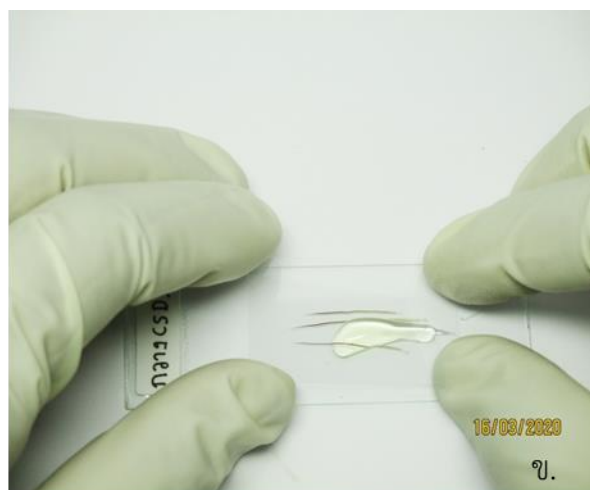
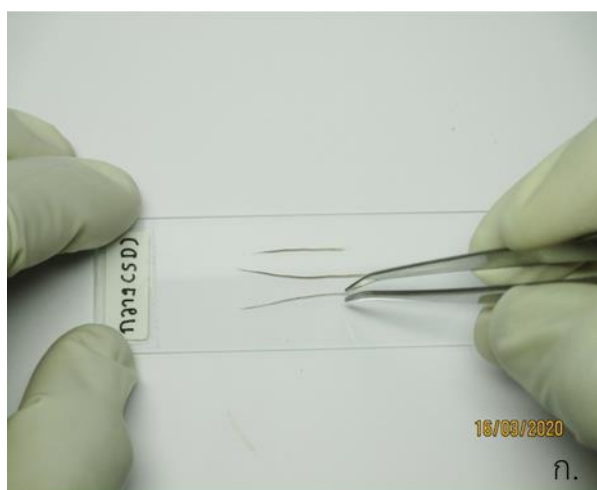
ขนตัวอย่างที่ได้จะนำไป วิเคราะห์ลักษณะของเส้นขน (Hair morphology examination) ที่ประกอบด้วย 1) การศึกษาลักษณะของเส้นขนภายนอก ได้แก่ วิเคราะห์ลักษณะกายภาพของเส้นขน (Hair morphology examination) และลักษณะลายเปลือกขน (Cuticle examination) 2) การศึกษาลักษณะ

ของเส้นขนภายใน ได้แก่ วิเคราะห์ลักษณะของแกนขน (medulla) และ วิเคราะห์ลักษณะขององค์ประกอบของเนื้อขน

2. วิธีการเตรียมขนตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ลักษณะกายภาพของเส้นขนภายนอก (Hair morphology examination) และลักษณะของแกนขน (medulla)

เตรียมขนตัวอย่าง โดยการทำสไลด์ถาวร ขั้นตอนในการเตรียมสไลด์ถาวรดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ภาพที่ 5)

- 1) การเตรียมแผ่นสไลด์ และน้ำยาเคลือบเส้นขน (Permunt)
- 2) นำเส้นขนตัวอย่างวางลงไปบนแผ่นสไลด์และปิดด้วย cover slide



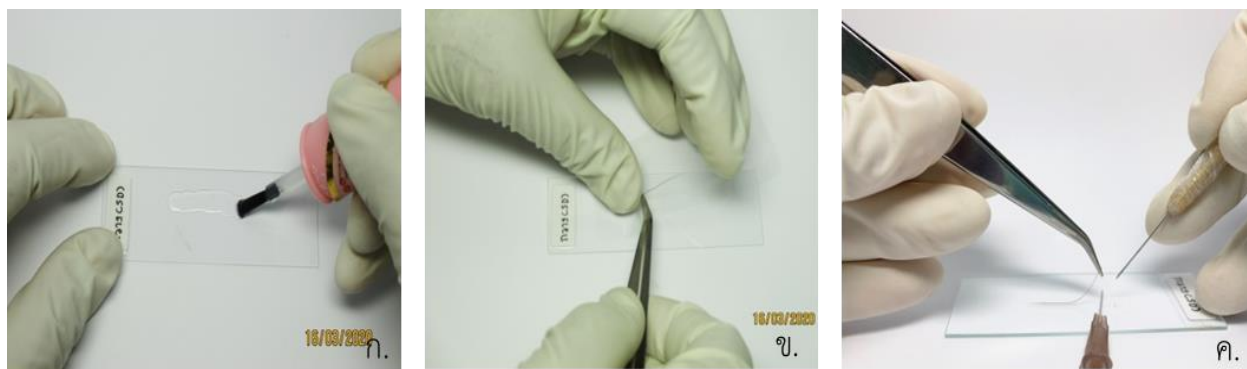
ภาพที่ 5 ขั้นตอนในการเตรียมสไลด์ถาวร (ก) นำเส้นขนตัวอย่างมาวางในสไลด์ (ข) ใส่น้ำยา Permunt และปิดตัวอย่างขนด้วยด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์

3. วิธีการเตรียมขนตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ลักษณะลายเปลือกขน (Cuticle examination)

วิเคราะห์ลักษณะลายเปลือกขน ทำโดยการนำขนตัวอย่างที่แห้งแล้วมาพิมพ์ลายเส้นขน บนน้ำยาทาเล็บ ขั้นตอนในการทำดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ภาพที่ 6)

- 1) การเตรียมแม่พิมพ์ โดยการใช้ น้ำยาทาเล็บป้ายลงบนแผ่นสไลด์บางๆ รอให้ผิวสัมผัสของน้ำยาทาเล็บแห้งพอสมควร สามารถทดสอบได้โดยการใช้นิ้วกดบริเวณด้านข้างของน้ำยาทาเล็บเพื่อทดสอบ
- 2) นำเส้นขนตัวอย่างวางลงไปบนแม่พิมพ์ ใช้พลาสติกใสวางทับเส้นขนและใช้แท่งแก้วกดเบาๆตามความยาวของเส้นขน ให้เส้นขนจมลงในผิวสัมผัสของน้ำยาทาเล็บที่แห้งพอสมควร เพื่อให้เกิดรอยลายของเส้นขนอย่างสม่ำเสมอทั้งเส้นขน
- 3) การดึงขนจากแม่พิมพ์ จะทำหลังจากกดพิมพ์เส้นขนตัวอย่างบนแม่พิมพ์ ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที ดึงขนจากแม่พิมพ์ โดยใช้ปากคีบ คีบบริเวณส่วนโคนขนและค่อยดึงออกในลักษณะคล้ายกับการเปิดหนังสือ

Note สิ่งนี้ควรทำให้การระบุลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลายเปลือกขนเป็นงานที่ต้องอาศัยความละเอียดในการรวบรวมข้อมูลตั้งนั้นในการจัดจำแนกควรใช้ขนตัวอย่างมากกว่า 20 และหลากหลายขนาดในการจัดจำแนก



ภาพที่ 6 ขั้นตอนในการพิมพ์ลายเส้นขน (ก) นำน้ำยาทาเล็บป้ายบนแผ่นสไลด์บางๆ (ข) นำเส้นขนวางบนแม่พิมพ์และใช้แผ่นพลาสติกทาและกดเบาๆตามแนวเส้นขน และ (ค) ดึงขนจากแม่พิมพ์ โดยใช้เข็มสะกิดบริเวณโคนขนและใช้ปากคีบหนีขึ้น

4. การจัดจำแนกขนสัตว์

การจัดจำแนกขนตัวอย่างของสัตว์ในคู่มือฉบับนี้จะใช้ลักษณะของเส้นขน ที่ประกอบด้วย ลักษณะกายภาพของเส้นขน เปลือกขน แกนขน และ องค์ประกอบของเนื้อขน

4.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของเส้น (Hair morphology examination)

4.1.1 ประเภทของเส้นขน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิดมีขนขึ้นอยู่ 2 ชั้น (Ryder, 1973) คือ

1) ขนชั้นนอก (outer hair, guard hair) เป็นขนที่เจริญมาจาก primary follicle มีลักษณะหยาบ แข็ง และยาวโผล่พ้นออกมาปกคลุมขนชั้นใน เส้นขนในชั้นนี้มีขนาดใหญ่สุด เรียก primary guard hair ซึ่งมีความสำคัญยิ่งในการใช้จัดจำแนกลักษณะโครงสร้างของเส้นขน เส้นในชั้นนี้สามารถจำแนกตามลักษณะที่ปรากฏ คือ

Spines คือ เป็นขนแข็ง มีความยาว และตั้งชัน เช่น ขนเม่น

Bristles เป็นขนแข็งที่มีสารสีหนาแน่นขึ้นกระจายอยู่ทั่วร่างกาย รวมถึงขนแผงคอสัตว์ชนิดต่างๆ

Awns เป็นขนที่หยาบมีปลายแบนแข็งแต่ที่โคนบาง และนุ่ม

2) ขนชั้นใน (under hair) เป็นขนที่เจริญมาจาก secondary follicle มักมีขนาดสั้น นุ่มมีสารสีน้อย มักไม่นำมาใช้ในการวินิจฉัย จำแนกออกเป็น

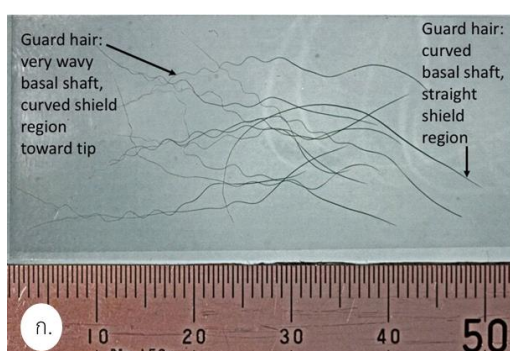
Vellus เป็นเส้นขนที่นุ่ม บาง และสั้นที่สุด

Fur เป็นขนสั้น หนา และละเอียด

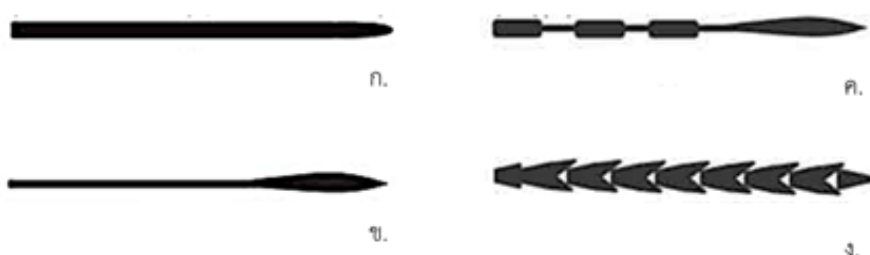
Wool เป็นขนยาวที่อ่อนนุ่มและมักหยิกงอ

4.1.2 โครงสร้างกลุ่มขนกับเส้นขน สามารถอธิบายได้ด้วยการมองด้วยตาเปล่าหรือใช้กำลังขยายต่ำรวมถึงการใช้แว่นขยาย (ภาพที่ 7 และ 8) การบรรยายรูปร่างของขนทั้งแบบกลุ่มขนกับเส้นขนที่ควรทำการบันทึก ได้แก่

- 1) ความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดของเส้นผม
- 2) การผันแปรของรูปร่างทั่วไปของผม เช่น การเปลี่ยนแปลงของเส้นผ่านศูนย์กลางและสี ที่แตกต่างกัน ในส่วนของ โคนขน กลางเส้นขนและ ส่วนปลายขน
- 3) รูปร่างทั่วไปของผม เช่น เส้นตรง, เส้นโค้งที่เรียบง่าย, หยัก, เป็นคลื่นมาก และ
- 4) การมีหรือไม่มีข้อ
- 5) สี บันทึกการเปลี่ยนแปลงหรือการผันแปรใด ๆ ตามความยาวของผม



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการบันทึกรูปร่างของกลุ่มขนที่ใช้ประกอบการบรรยายรูปร่างของเส้นขน จากภาพจะเห็นได้ว่า กลุ่มขน (ก) มีลักษณะของขนโดยภาพรวม ลักษณะขนเส้นตรงที่มีลักษณะโค้งทางด้านปลาย และรูปร่างของเส้นขนในส่วนกลางขน และปลายขนมีลักษณะหยัก ส่วนบริเวณโคนขนมีลักษณะตรง ความหนาของเส้นผ่านศูนย์กลางจะมีขนาดลดลงจากทางโคนผมไปทางปลายผม และ กลุ่มขน (ข) มีลักษณะของขนโดยภาพรวม ลักษณะขนเส้นตรงที่ และรูปร่างของเส้นขนบางส่วนมีลักษณะหยักทั้งเส้น ตั้งแต่ส่วนโคนขน กลางขน จนถึงปลายขน ความหนาของเส้นผ่านศูนย์กลางจะมีขนาดลดลงจากทางโคนผมไปทางปลายผม



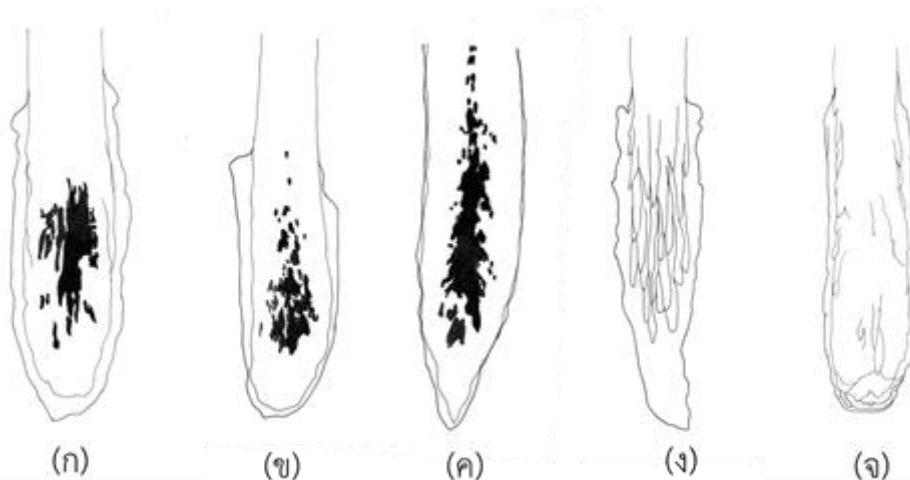
ภาพที่ 8 ตัวอย่างการบันทึกรูปร่างของเส้นขนที่ใช้ประกอบการบรรยายรูปร่างของเส้นขน

- (ก) ลักษณะขนเส้นตรงที่มีขนาดสม่ำเสมอทั้งในส่วนโคนขน กลางขน และปลายขนมีลักษณะกลมมน
- (ข) ลักษณะขนเส้นตรงที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอทั้งเส้น โดยเส้นขนในบริเวณส่วน

โคนขน กลางขน มีรูปร่างแบบเส้นตรง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน และปลายขนมีลักษณะเป็นข้อปลายแหลม (ค) ลักษณะขนเส้นตรงที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอทั้งเส้น โดยเส้นขนในบริเวณส่วนโคนขน กลางขนและปลายขน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน และส่วนปลายขนมีลักษณะปลายแหลมปลายแหลม และ (ง) ลักษณะขนเส้นตรงที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอทั้งเส้น โดยเส้นขนในบริเวณส่วนโคนขน กลางขนและปลายขน ที่มีลักษณะเป็นเกล็ดเรียงซ้อนกัน และส่วนปลายขนมีลักษณะปลายแหลม

4.1.3 รากขนและปลายขน (Root and tip)

รากของผมคือปลายขนที่ฝังอยู่ในผิวหนังของสัตว์ (ภาพที่ 9ก และ 9ข) รูปร่างของรากผม เป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้ในการประกอบการจำแนกสัตว์บางชนิด อย่างไรก็ตามรูปร่างของรากขนยังไม่ได้รับการยอมรับในการจัดจำแนก เนื่องจาก รากขนมีปัจจัยในการผันแปรไปตามสุขภาพของผิวหนัง การหลุดร่วงและการถอนออกจากผิวหนัง ในทำนองเดียวกันปลายผม สามารถจำแนกสัตว์ได้บางชนิด เช่นกัน อาทิเช่น เส้นขนของหนูป่า ที่มีลักษณะของปลายขนหลากหลายรูปร่าง ด้วยเหตุนี้ ในการนำส่วนของรากขนและปลายขนมาใช้ในการจัดจำแนก ควรทราบและคำนึงถึง การผันแปรของรูปร่างในการจำแนกชนิดสัตว์ด้วย



ภาพที่ 9 ลักษณะทั่วไปของรากขนสัตว์ตัวอย่าง a) Wineglass-shaped root, b) Club-shaped root, c) Spade-shaped root, d) No distinct shape to root, e) Elongated with medulla continuing into root และ f) Fibrils frayed root

4.1.2 การวิเคราะห์ลักษณะของเปลือกขน

เปลือกขน เป็นส่วนที่หุ้มเนื้อขนและแกนขนอยู่ชั้นนอก ลักษณะของเปลือกขนมีรูปร่าง แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ เกล็ด และริ้วคลื่น การวิเคราะห์และตรวจสอบลักษณะของเปลือกขน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จะแบ่ง เส้นขนออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนโคนขน ส่วนกลางขนและส่วนปลายขน บันทึกรูปร่างของเปลือกขนทั้ง 3 ส่วน

เปลือกขน เป็นชั้นโครงสร้างด้านนอกสุดของเส้นขน ส่วนมากมักใส ไม่มีสารสี มีเส้นขนสัตว์บางชนิดเท่านั้นที่มีสารสีในชั้นโครงสร้างนี้ เช่น ค้างคาวบางชนิด ชั้นโครงสร้างนี้มีความหนาประมาณ 0.5 ไมครอน โดยความหนาขึ้นอยู่กับ การซ้อนทับกันของเซลล์ที่มีรูปร่างคล้ายเกล็ด ขนหยาบมีแนวโน้มที่มีชั้นเปลือกขน ที่หนามากขึ้น ส่วนขนนุ่มมีเปลือกขนที่บางเพราะมีการซ้อนทับกันของเกล็ดน้อยมาก การเรียงตัวของเกล็ดและรูปร่างของเกล็ดมีความแตกต่างกันระหว่างประเภทของขนและระหว่างชนิดสัตว์ในการจัดจำแนกรูปแบบของเปลือกขนจะพิจารณาจากลักษณะต่างๆ ของรูปแบบเปลือกขน และขอบของเปลือกขน (the form of the scale pattern and margin) สามารถจัดออกเป็นขอบแบบต่างๆ (ภาพที่ 10) อาทิเช่น เรียบ (smooth) หยักตื้น (crenate) หยักลึก (rippled) ฝ่าหอยแครง (scalloped) และ ฟันปลา (dentate)

ระยะห่างระหว่างเกล็ด (the distance apart of the margin) แบ่งออกเป็น 3 ระดับ โดยพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความยาวของเกล็ด ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

- 1) ห่าง (distant) หมายถึง เกล็ดมีความกว้างไม่เกิน 3 เท่าของความยาว
- 2) ใกล้ (near) หมายถึง เกล็ดมีความกว้างอยู่ในช่วง 3-8 เท่าของความยาว
- 3) ชิด (close) หมายถึง เกล็ดมีความกว้างมากกว่า 8 เท่าของความยาว

รูปแบบของแผ่นเปลือกขน (the overall pattern) การซ้อนทับกันของ แผ่นเปลือกขน มักใช้เป็นหลักในการจัดจำแนกกลุ่มสัตว์ โดยรูปแบบของเกล็ดที่ปรากฏภายในขนแต่ละเส้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดความยาวของเส้นขน มีการจำแนกรูปแบบของเกล็ดเป็นแบบต่างๆ ดังนี้

- 1) แบบกลีบดอกไม้ออก (petal type) เกล็ดมีการเรียงตัวซ้อนทับกันคล้ายกลีบดอกไม้ออกเป็น Diamond petal คือ เกล็ดที่ปรากฏมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดเรียงซ้อนทับกัน
Broad petal คือ เกล็ดมีรูปร่างมนกลมขนาดต่างๆ กัน เรียงซ้อนทับกัน
- 2) แบบโมเสก (mosaic type) รูปร่างของเกล็ดมักมีมุมหรือเป็นเหลี่ยมจำแนกย่อยออกเป็น
Regular mosaic คือ เกล็ดที่มีขนาดความกว้างและความยาวใกล้เคียงกัน เรียงต่อกัน
Irregular mosaic คือ เป็นลักษณะที่เกล็ดมีขนาด และรูปร่างแตกต่างกันมาก เรียงต่อกัน อาจเรียกว่า flattened mosaic
- 3) แบบคลื่น (waved type) ขอบเกล็ดที่เรียงซ้อนทับกัน มีลักษณะคล้ายคลื่น จำแนกออกเป็น
Irregular wave คือ แต่ละเกล็ดที่ปรากฏมีขนาดความกว้างและความยาวไม่เท่ากัน เรียงตัวไม่ เป็นระเบียบ
Single chevron คือ เกล็ดเป็นคลื่นที่มียอดแหลมสูง เป็นรูปตัววี
Double chevron คือ เกล็ดที่มียอดแหลมเป็นตัววีแต่อยู่เป็นคู่
Streaked wave คือ เป็นชุดเกล็ดที่มีเป็นคลื่นลึกสลับกับคลื่นตื้น

4) แบบรอยต่อ (transitional patterns) ช่วงเกล็ดที่ปรากฏเป็นการเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบหนึ่งเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง มักพบเป็นช่วงสั้นๆ ตลอดความยาวของเส้นขน (Ryder, 1973; Brunner and Coman, 1974)

Position	 Transversal	 Intermediate		
Structure of scale margin	 Smooth	 Slightly	 Rippled	 Heavily
Distance between scale margin	 Distant	 Near		
Scale pattern	 Regular mosaic	 Regular wave	 Irregular wave	 Ω-shaped

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างลักษณะของเปลือกขนสัตว์ที่ใช้สำหรับการจัดจำแนก

4.2 การวิเคราะห์ลักษณะกายภาพของเส้นขนภายใน

4.2.1 การวิเคราะห์ลักษณะของแกนขน

แกนขน เป็นแกนกลางของเส้นขน ลักษณะของเปลือกขน มีรูปร่างหลากหลายดังแสดงในภาพที่ 10 และในสัตว์บางชนิดมีแกนขนเป็นท่อนกลวง และที่บไม่มีแกนขน การวิเคราะห์และตรวจสอบลักษณะของเปลือกขน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จะแบ่งเส้นขนออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนโคนขน ส่วนกลางขนและส่วนปลายขน แกนขน เป็นโครงสร้างชั้นในสุดของเส้นขนโดยอาจมีสารสีปรากฏอยู่ด้วย ประกอบด้วยเซลล์ที่หดสั้นในระหว่างเซลล์เป็นช่องที่มีอากาศแทรกอยู่ จึงทำให้เกิดรูปแบบของแกนขนแบบต่างๆขึ้น รูปแบบแกนขนนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นขนและชนิดของสัตว์ ได้มีการจำแนกรูปแบบแกนขนตามลักษณะรูปร่างและการจัดเรียงตัวของช่องอากาศ เป็น 4 กลุ่มหลัก และในแต่ละกลุ่มสามารถแบ่งออกเป็นแบบต่างๆได้รวม 12 แบบ คือ

1. แบบต่อเนื่อง (unbroken medullae) เซลล์แกนขนต่อเนื่องกันเป็นแท่งมีทั้งแคบและกว้าง
จำแนกออกเป็น

1.1 แบบตาข่าย (medullae lattice) แกนขนเกิดจากเซลล์ขนาดเล็กหลายรูปแบบเรียงต่อกันเป็นชั้น และเป็นช่องคล้ายตาข่าย แกนขนแบบนี้มีความกว้างน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างเส้นขน เรียกเป็น narrow medulla lattice ส่วน wide medulla lattice หมายถึง ลักษณะแกนขนที่มีความกว้างมากกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างเส้นขน

1.2 แบบมีช่องอากาศ (aeriform lattice) แกนขนที่มีอากาศแทรกอยู่แต่ไม่ทำให้แกนขนขาดออกจากกัน เพื่อความสะดวกในการกล่าวถึงจึงแบ่งออกเป็น narrow aeriform lattice และ wide aeriform lattice โดยใช้เกณฑ์เช่นเดียวกับแบบตาข่าย

1.3 แบบแท่งทึบ (simple) แกนขนประเภทนี้ไม่มีโครงสร้างที่เด่นชัดมีทั้งกว้างและแคบ โดยลักษณะของแกนขนเป็นแท่งทึบตลอดความยาวของเส้นขน

2. แบบไม่ต่อเนื่อง (broken medullae) แท่งแกนขนที่ปรากฏตลอดความยาวของเส้นขน ถูกแบ่งออกเป็นช่วงๆ โดยชั้นของ corticle จำแนกออกเป็น

2.1 แบบท่อนขาด (Interrupted) เป็นลักษณะที่แกนขนมีชั้น cortical แทรกอยู่เป็นช่วงสั้นๆตลอดความยาวเส้นขน

2.2 แบบท่อนห่าง (fragmented) เป็นลักษณะของแกนที่ชั้น corticle แทรกอยู่เป็นช่วงยาวกว่าแบบท่อนขาด

3. แบบแถวขั้นบันได ในชั้นของแกนขนมีอากาศแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ ทำให้เกิดแกนขน เรียงเป็นแถวๆ โดยอาจมีมากกว่า 1 แถว จำแนกออกเป็น

3.1 แบบบันไดเดี่ยว (uniserial ladder) แกนขนมีเพียงแถวเดียว และมีอากาศแทรกอยู่ทำให้แกนขนขาดเป็นช่วงๆ โดยเซลล์แกนขนมีหลายรูปร่าง เช่น เป็นเหลี่ยม กลม หรือแบน หรือเป็นรูปถ้วย แต่เรียงต่อกันเป็นแถว

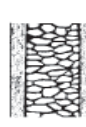
3.2 แบบบันไดหลายแถว (multiserial ladder) มีเซลล์แกนขน มากกว่า 1 แถว เรียงต่อกันและมีอากาศแทรกอยู่เป็นช่วงๆ

4. แบบอื่นๆ (miscellaneous medullae) เป็นลักษณะของแกนขนที่พบไม่บ่อยนักและมักพบในเส้นขนที่มีลักษณะพิเศษ เช่น ขนหาง จำแนกออกเป็นแบบต่างๆ คือ

4.1 แบบก้อนกลม (globular) แกนขนมีลักษณะเป็นก้อนกลมมาเรียงต่อกัน หรือซ้อนทับกัน

4.2 แบบแฉก (stellate) แกนขนแยกเป็นกิ่งยื่นเข้าไปในชั้นกระพี้ขน มักพบในเส้นขนหางของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

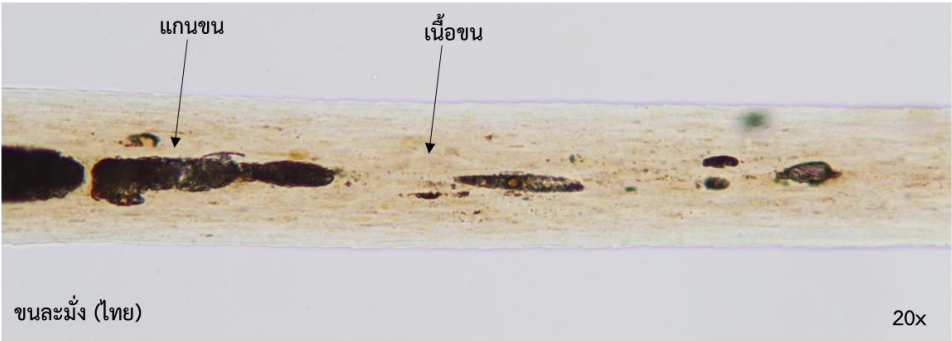
4.3 แบบกระจาย (intruding) เซลล์ของแกนขน กระจายไม่มีทิศทางที่แน่นอนแทรกเข้าไปในชั้นกระพี้ขน

Compo- sition						
	Unicellular irregular			Multicellular		
Structure						
	Amorphous	Uniseriate	Multiseriate	Filled lattice	Partially filled lattice	Vacuolated
Pattern						
	Continuous			Fragmental		
Form of the margins						
	Irregular		Straight		Scalloped	

ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างลักษณะของแกนขนสัตว์

4.2.2 การวิเคราะห์ลักษณะองค์ประกอบของเนื้อขน

เนื้อขน เป็นส่วนที่อยู่ภายในเส้นขน อยู่ระหว่าง แกนขนและเปลือกขนด้านใน ส่วนใหญ่พบเม็ดสี (melanin) ที่เป็นส่วนทำให้เกิดสีที่แตกต่างกันอยู่เส้นขน (ภาพที่ 12) การกระจายเม็ดสีที่อยู่ในเนื้อขนในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดไม่สม่ำเสมอ



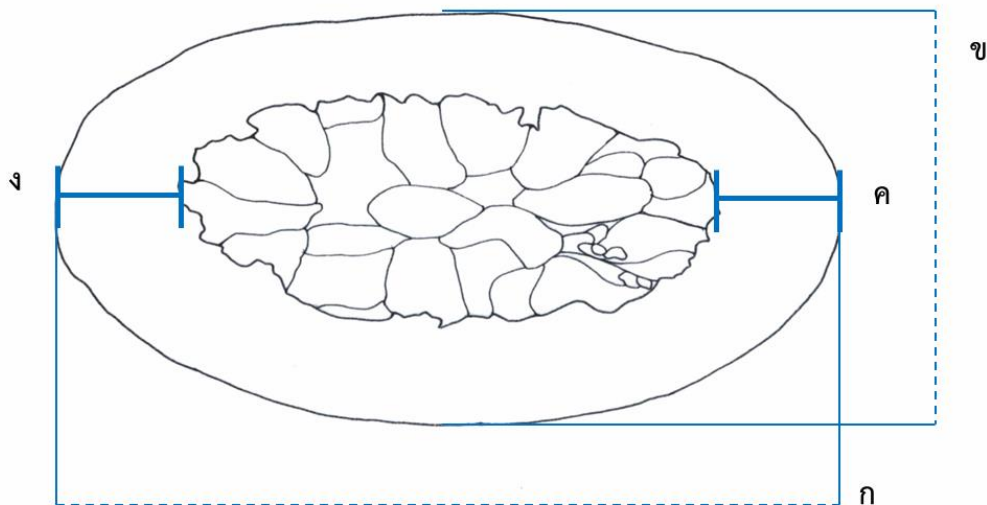
ภาพที่ 12 ภาพถ่ายแสดงโครงสร้างขององค์ประกอบของเนื้อขนบริเวณส่วนโคนของละมั่งไทแสดงให้เห็นเนื้อขน ส่วนใหญ่พบเม็ดสีกระจายอยู่ในเนื้อขน

4.2.3 การวิเคราะห์ลักษณะองค์ประกอบของเนื้อขน แกนขน โดยภาพตัดขวาง

การศึกษาในครั้งนี้ใช้การเตรียมตัวอย่างด้วย การทำสไลด์ชั่วคราว (wet mount) โดยเตรียมเส้นขนที่ต้องการศึกษาให้เป็นชิ้นบางๆ (Section) โดยการตัดขวาง (Cross section, X-S) ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำสไลด์ที่สะอาด 1 แผ่นพร้อมกระจกปิดสไลด์ (cover slide)
2. วางชิ้นวัตถุบนสไลด์
3. หยดน้ำหรือสีย้อมลงบนสไลด์ 1-2 หยด
4. ปิดกระจกปิดสไลด์ โดยวางกระจกปิดสไลด์ให้ด้านหนึ่งแตะสไลด์ตรงที่ริมของหยดน้ำ โดยให้เอียงกระจกปิดสไลด์ทำมุม 45 องศา ค่อยๆ ปล่อยอีกด้านหนึ่งลงหรือใช้เข็มช่วยก็ได้

การวิเคราะห์ลักษณะองค์ประกอบของเนื้อขน แกนขน โดยภาพตัดขวาง จะทำโดยการวิเคราะห์บริเวณส่วนกลางของเส้นขนที่ได้จากการส้อมตัวอย่างในแต่ละส่วน จำนวน 5 เส้น คือ หัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง โดยตัดบริเวณส่วนปลายและส่วนโคนออกและนำชิ้นส่วนบริเวณส่วนกลางของเส้นขนที่ได้จากการ Cross section ในแต่ละส่วน จำนวน 3 ตัวอย่างมาวัดขนาดด้วยโปรแกรม AxioVision Rel. 4.8 และนำมาหาค่าเฉลี่ย ประกอบด้วย 4 ตำแหน่ง คือ เส้นผ่านศูนย์กลางด้านกว้าง (ก) เส้นผ่านศูนย์กลางด้านยาว (ข) เยื่อหุ้มแกนขนด้านขวา (ค) และเยื่อหุ้มแกนขนด้านซ้าย (ง) (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 แสดงการวัดขนาดภาพตัดขวางของเส้นขน 4 ตำแหน่ง คือ (ก) เส้นผ่านศูนย์กลางด้านกว้าง (ข) เส้นผ่านศูนย์กลางด้านยาว (ค) เยื่อหุ้มแกนขนด้านขวา และ(ง) เยื่อหุ้มแกนขนด้านซ้าย

5. การจัดจำแนกชนิดของสัตว์วงศ์กวางและกระจงโดยเส้นขน

1. a. ไม่พบแกนขนหรือพบแกนขนน้อยมากในส่วนของโคน และพบแกนขนในส่วนของกลาง และปลายขน2
- b. พบแกนขนทั้งส่วนของ โคน กลาง และปลาย.....4

1. a. แกนขนส่วนกลางและปลายเป็นแบบ Globular Lattice และ Narrow Lattice ภาพตัดขวางเป็นแบบ Circular.....3
- b. แกนขนส่วนกลางและปลายเป็นแบบ Narrow Lattice ภาพตัดขวางเป็นแบบ Oval; Scale ส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Irregular wave.....แก้งหม้อ (หัว)
3. a. Scale ส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Irregular wave.....แก้ง (หัว)
- b. Scale ส่วนโคน และกลาง เป็นแบบ Regular wave และส่วนปลายเป็นแบบ Irregular waveละมั่งไทย (หัว)

4. a. Medulla ของส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Narrow Lattice และ Uniseriate Ladder และ Wide Lattice5
- b. Medulla ของส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Narrow Lattice และ Globular และ Wide Lattice13

5. a. Medulla ของส่วนโคน เป็นแบบ Ladder-wide.....6
- b. Medulla ของส่วนโคน ไม่เป็นแบบ Ladder-wide.....7

6. a. ภาพตัดหน้าขวาง เป็นแบบ Oblong; Scale ส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Regular wave.....กระจงหนู (สะโพก)
- b. ภาพตัดหน้าขวาง เป็นแบบ Circular; Scale ส่วนโคนและกลาง เป็นแบบ Regular wave และส่วนปลายเป็นแบบ Irregular wave.....เนื้อทราย (หัว)

7. a. Medulla ของส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Wide Lattice.....8
- b. Medulla ของส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Wide Lattice และ Narrow Lattice.....10

8. a. ภาพตัดหน้าขวาง เป็นแบบ Oblong; Scale ส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Regular wave.....กระจงหนู (ไหล่ ท้อง และหัว)
- b. ภาพตัดหน้าขวาง เป็นแบบ Oval.....9

- 9 a Medulla ของภาพหน้าตัดขวางมีสัดส่วนมากกว่า 50% ของพื้นที่หน้าตัดรวม; Scale ส่วนโคนเป็นแบบ Regular wave ส่วนกลางและปลายเป็นแบบ Irregular wave..... ละมั่งพม่า (หัว)
b Medulla ของภาพหน้าตัดขวางมีสัดส่วนน้อยกว่า 50% ของพื้นที่หน้าตัดรวม; Scale ส่วนโคนกลาง และปลายเป็นแบบ Regular wave..... กระเจิงหนู (หลัง)
- 10 a แกนขนส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Narrow Lattice..... 11
b แกนขนส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Narrow Lattice และ Wide Lattice 12
- 11 a ภาพหน้าตัดขวางเป็นแบบ Oval; Medulla ของภาพหน้าตัดขวางมีสัดส่วนมากกว่า 50% ของพื้นที่หน้าตัดรวม..... กระเจิงควาย(หัว)
b ภาพหน้าตัดขวางเป็นแบบ Oblong; Medulla ของภาพหน้าตัดขวางมีสัดส่วนมากกว่า 50% ของพื้นที่หน้าตัดรวม Scale ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลาย เป็นแบบ Regular wave กระเจิงควาย (ไหล่ หลัง สะโพกและท้อง)
- 12 a ภาพหน้าตัดขวางเป็นแบบ Oblong; Scale ส่วนโคน เป็นแบบ Irregular wave ส่วนกลางและปลาย เป็นแบบ Regular wave..... ละมั่งพม่า(หลัง)
b ภาพหน้าตัดขวางเป็นแบบ Oval; Scale ส่วนโคน เป็นแบบ Regular wave ส่วนกลาง และปลายเป็นแบบ Irregular wave..... ละมั่งไทย (หลัง)
- 13 a แกนขนส่วนโคน และกลาง เป็นแบบ Globula และ Wide Lattice ส่วนปลายเป็นแบบ Narrow Lattice..... 14
b แกนขนส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Globular..... 17
- 14 a แกนขนส่วนปลาย เป็นแบบ Narrow Lattice ส่วนโคน และกลาง เป็นแบบ Globular..... 15
b แกนขนส่วนปลาย เป็นแบบ Narrow Lattice ส่วนโคน และกลาง เป็นแบบ Polygon..... 16
- 15 a ภาพหน้าตัดขวาง เป็นแบบ Oblong ; Scale ส่วนโคนและกลาง เป็นแบบ Regular wave ส่วนปลาย เป็นแบบ Irregular wave; โคนขนมีลักษณะเป็น wide-wine glass..... ละมั่งไทย (ไหล่)
b ภาพหน้าตัดขวาง เป็นแบบ Oval หรือ Circular; Scale ส่วนโคนและกลาง เป็นแบบ Regular wave ส่วนปลาย เป็นแบบ Irregular wave; โคนขนมีลักษณะเป็น middle-wine glass แก้ง (ท้อง)
- 16 a ภาพหน้าตัดขวาง เป็นแบบ Oval หรือ Oblong; Scale ส่วนโคนและกลาง เป็นแบบ Regular wave ส่วนปลาย เป็นแบบ Irregular wave..... เนื้อทราย (ท้อง)
b ภาพหน้าตัดขวาง เป็นแบบ Circular; Scale ส่วนโคนและกลาง เป็นแบบ Regular wave ส่วนปลาย เป็นแบบ Irregular wave..... เนื้อทราย (ไหล่ หลัง สะโพก)

17	a แกนขนส่วนโคนขนมีลักษณะเป็น narrow wine-glass shape.....	18
	b แกนขนส่วนโคนขนมีลักษณะเป็น wine-glass shape.....	20
18	a ภาพหน้าตัดขวาง เป็นแบบ Circular; Scale ส่วนโคน กลาง และปลาย เป็นแบบ Irregular waveแก้งหม้อ (สะโพก)	
	b ภาพหน้าตัดขวาง เป็นแบบ Oval หรือ Oblong.....	19
19	a Scale ส่วนโคน เป็นแบบ Regular wave ส่วนกลาง และปลายเป็นแบบ Irregular wave.....แก้งหม้อ (หลัง)	
	b Scale ส่วนโคน และกลาง เป็นแบบ Regular wave ส่วนปลาย เป็นแบบ Irregular wave.....แก้ง (หลัง สะโพก)	
20	a ภาพหน้าตัดขวาง เป็นแบบ Oval.....	21
	b ภาพหน้าตัดขวาง เป็นแบบ Oblong.....	23
21	a Medulla ของภาพหน้าตัดขวางมีสัดส่วนประมาณ 50% ของพื้นที่หน้าตัดรวม Scale ส่วนโคน เป็นแบบ Regular wave ส่วนกลางและปลายเป็นแบบ Irregular waveกว้าง (ท้อง หลัง สะโพก ไหล่)	
	b Medulla ของภาพหน้าตัดขวางมีสัดส่วนมากกว่า 50% ของพื้นที่หน้าตัดรวม.....	22
22	a สัดส่วนของกระดูกสัน/แกนขน ประมาณ 23% ของพื้นที่หน้าตัดรวม.....แก้ง (ไหล่)	
	b สัดส่วนของกระดูกสัน/แกนขน ประมาณ 18% ของพื้นที่หน้าตัดรวม.....แก้งหม้อ (ท้อง)	
23	a scale ส่วนโคน กลาง และปลาย ไม่เหมือนกัน.....	24
	b scale ส่วนโคน กลาง และปลาย เหมือนกัน.....	25
24	a Medulla ของภาพหน้าตัดขวางมีสัดส่วนประมาณ 50% ของพื้นที่หน้าตัดรวม Scale ส่วนโคน เป็นแบบ Regular wave ส่วนกลางและปลายเป็นแบบ Irregular wave.....ละมั่งพม่า(ท้อง)	
	b Medulla ของภาพหน้าตัดขวางมีสัดส่วนมากกว่า 50% ของพื้นที่หน้าตัดรวม: Scale ส่วนโคน และกลาง เป็นแบบ Regular wave ส่วนปลาย เป็นแบบ Irregular waveละมั่งไทย (สะโพก)	
25	a Scale ส่วนโคน ส่วนกลาง และปลาย เป็นแบบ Irregular waveสัดส่วนของกระดูกสัน/แกนขน ประมาณ 28% ของพื้นที่หน้าตัดรวม.....ละมั่งไทย (ท้อง)	
	b Scale ส่วนโคน ส่วนกลาง และปลาย เป็นแบบ Regular wave.....	26

- 26 a Cross section : Bubble ขนาดใหญ่และเล็ก ไม่ล้อมรอบเป็นวงกลม; สัดส่วนของกระพี้ขน/แกน
ขน ประมาณ 27% ของพื้นที่หน้าตัดรวม.....แก้งหม้อ(ไหล)
- b Cross section : Bubble ขนาดเล็กล้อมรอบขนาดใหญ่; สัดส่วนของกระพี้ขน/แกนขน
ประมาณ 8% ของพื้นที่หน้าตัดรวม ละมั่งพม่า (ไหล สะโพก)

6. ลักษณะขนของสัตว์แต่ละประเภท

กวาง

ลักษณะภายนอกของเส้นขน มีสีน้ำตาลอ่อนและสีครีม มีความยาวโดยเฉลี่ย ส่วนหัว 2.82 ± 0.39 ส่วนไหล่ 2.34 ± 0.19 ส่วนหลัง 3.11 ± 0.20 ส่วนสะโพก 3.19 ± 0.61 และส่วนท้อง 3.53 ± 0.48 ของขนแต่ละส่วนบนตัวกวาง มีลักษณะรูปร่าง ขนาด ของเส้นขน มีลักษณะทั่วไปของเส้นขนแข็ง เส้นยาวและหยาบเป็นเส้นตรงจนถึงเป็นรูปคลื่นเล็กน้อย เส้นขนส่วนมากส่วนโคนกว้างมากกว่าส่วนกลางขนและปลายขน ยกเว้นเส้นขนที่พบบริเวณส่วนหัวและไหล่จะมีส่วนของกลางขนมีขนาดกว้างมากกว่าส่วนอื่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างของแกนขน เปลือกขน รากขน และ หน้าตัดขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และหลัง ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของแกนขน

บริเวณขนส่วนไหล่ หลัง และสะโพกส่วนปลาย กลางและโคน มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน แบบ Globular

บริเวณขนส่วนหัว ส่วนปลาย และกลาง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ซึ่งส่วนปลายเป็นแบบ Narrow Lattice หรือ Globular และส่วนกลางขน เป็นแบบ Globular ขนส่วนโคนไม่พบแกนขน ดังนั้น จึงพบแกนขนยาวต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงกลาง

บริเวณขนส่วนท้อง ส่วนปลาย กลางและโคน มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน โดย ส่วนปลายและโคนมีโครงสร้างของแกนขนแบบ Globularหรือ Wide Lattice ส่วนกลางขนเป็นแบบ Globular

รูปแบบของขอบแกนขนบริเวณส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง ทั้ง 3 ส่วน คือ ปลาย กลางและโคนมีลักษณะแบบ Scalloped

2. เปลือกขน

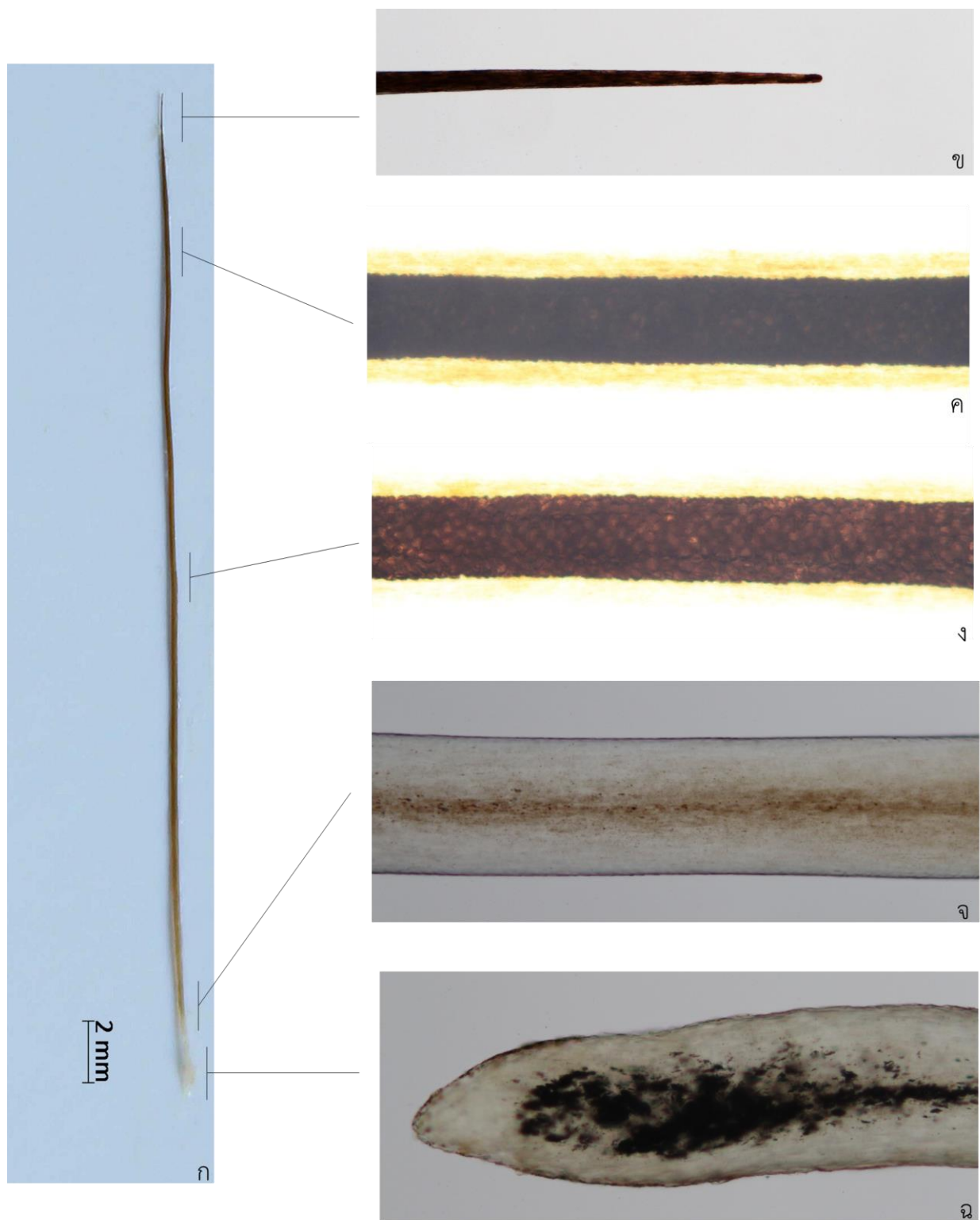
บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง มีขนส่วนปลายและกลางมีรูปร่างของเปลือกขนแบบ Irregular wave และส่วนโคน มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกันแบบ Regular wave

3. รูปร่างโคนขนและปลายรากขน

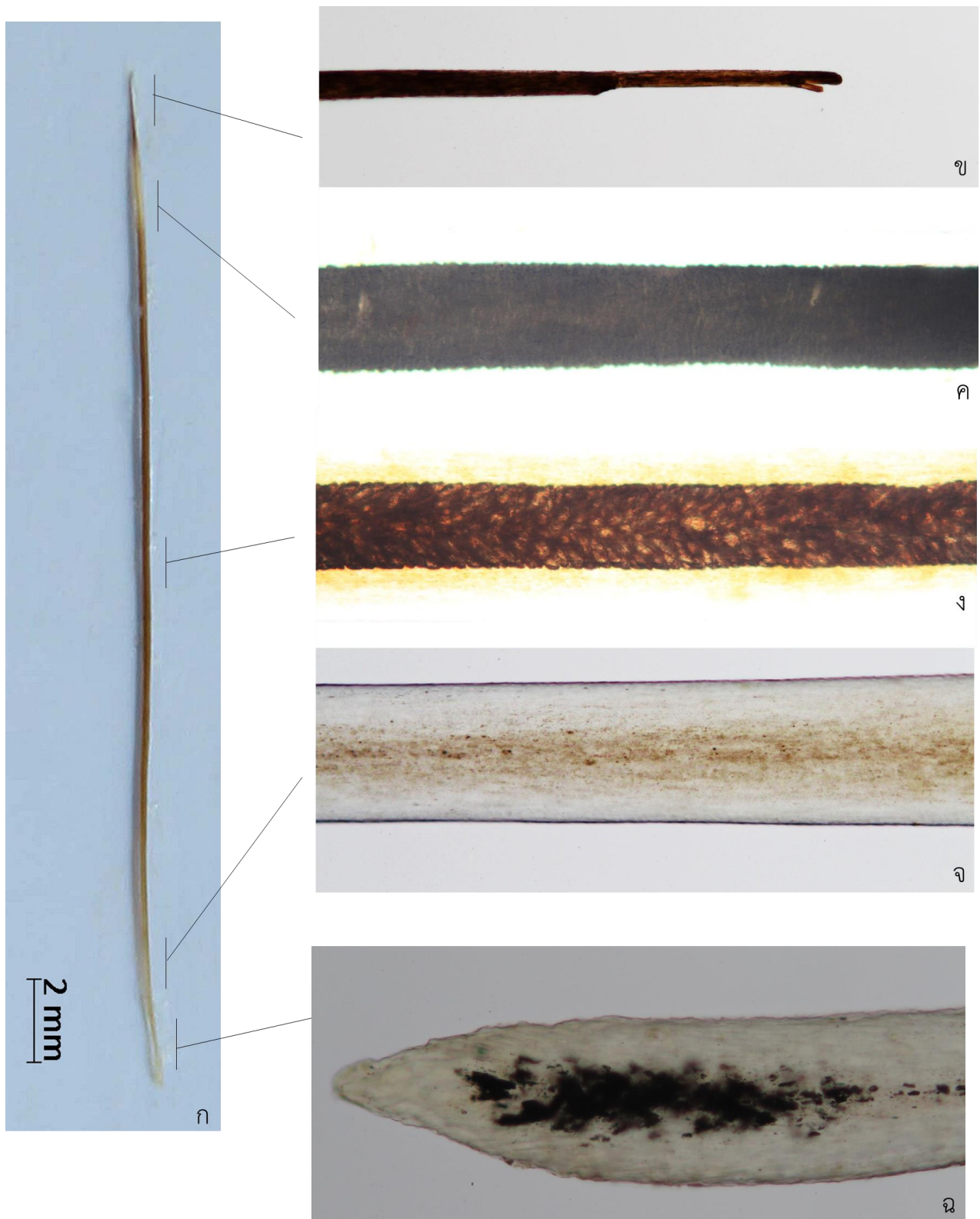
บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง รากขนมีลักษณะเหมือนกันแบบ Elongated ที่มีเม็ดสีภายในขนแตกออกเป็นเส้นฝอย รูปร่างของโคนขนบริเวณส่วนหัวมีลักษณะแบบ None ส่วนบริเวณไหล่ หลัง สะโพก และท้องมีลักษณะเหมือนกัน แบบ Wineglass-shaped root และรูปร่างของปลายรากขนบริเวณส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง มีลักษณะเหมือนกันแบบ Tube-shape

4. หน้าตัดขน

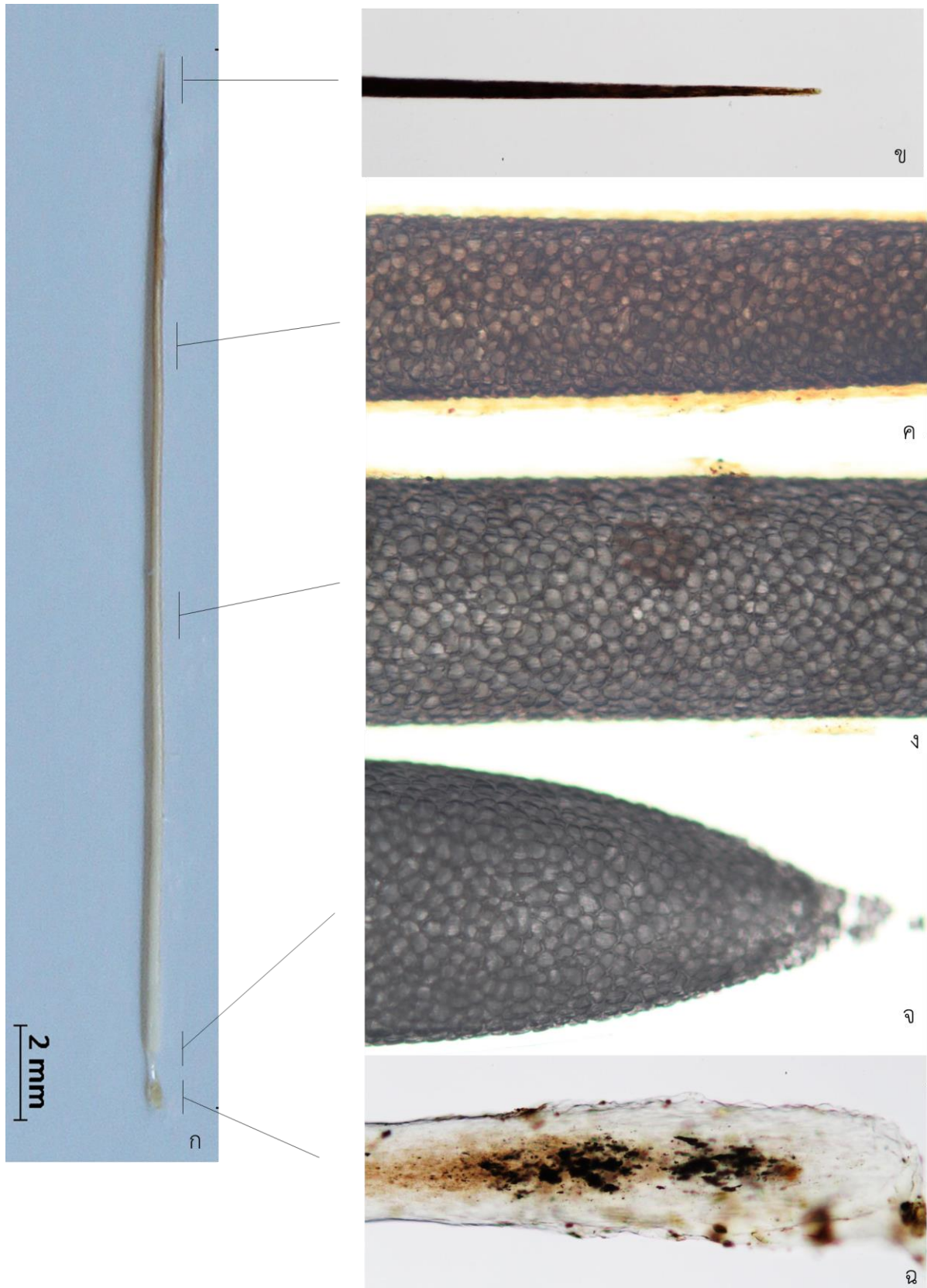
รูปร่างของเส้นขน บริเวณส่วน ใหญ่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Oval Large Medulla และใน บริเวณ หัว แบบ Circular medium size medulla รูปร่างหน้าตัดขนของแกนขนบริเวณส่วนใหญ่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Wide Lattice และ บริเวณหัว แบบ Round-Comb



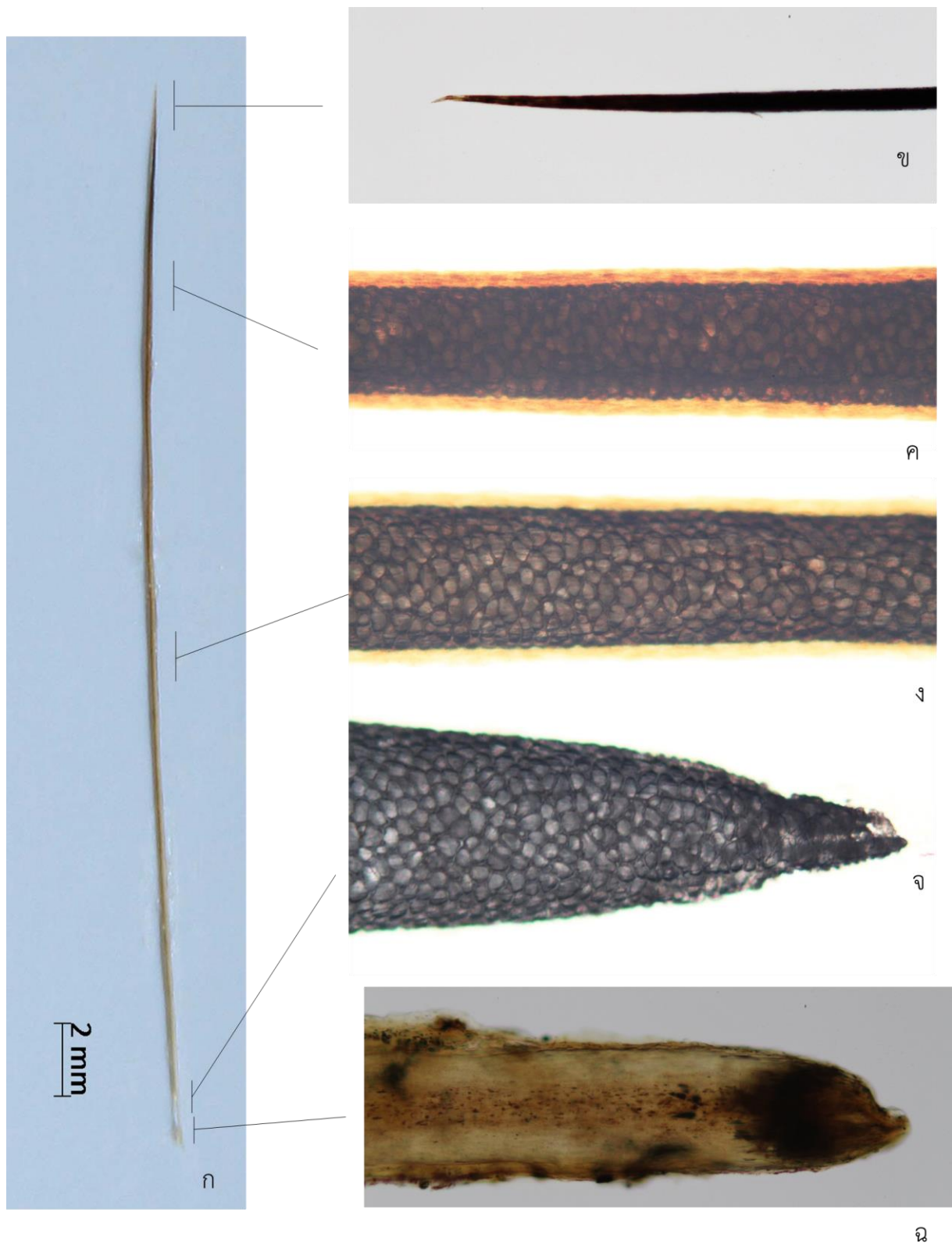
ภาพที่ 14 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกวางบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรอกขน (10X)



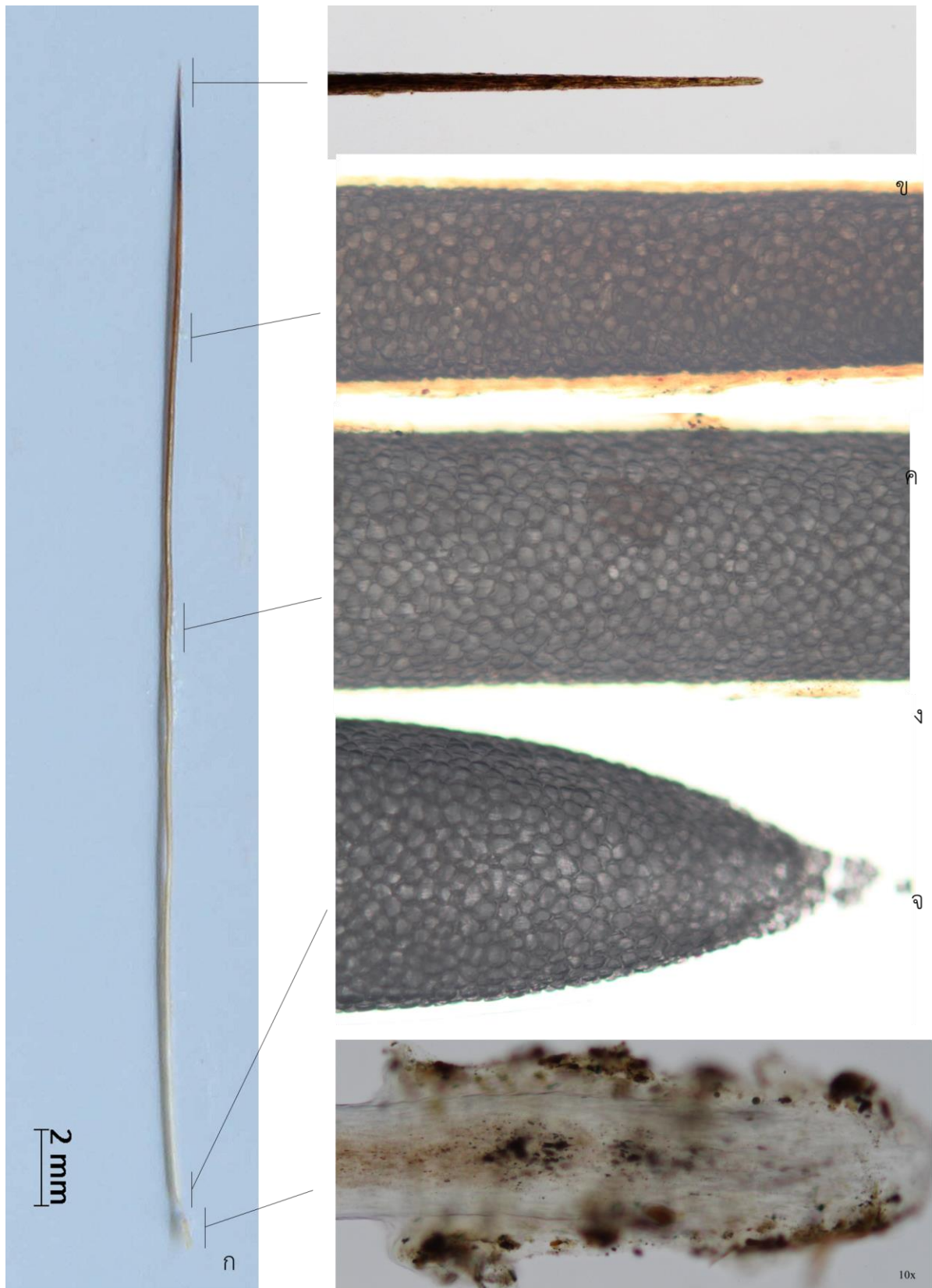
ภาพที่ 15 ลักษณะ (ก) ภายนอกนกวางบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



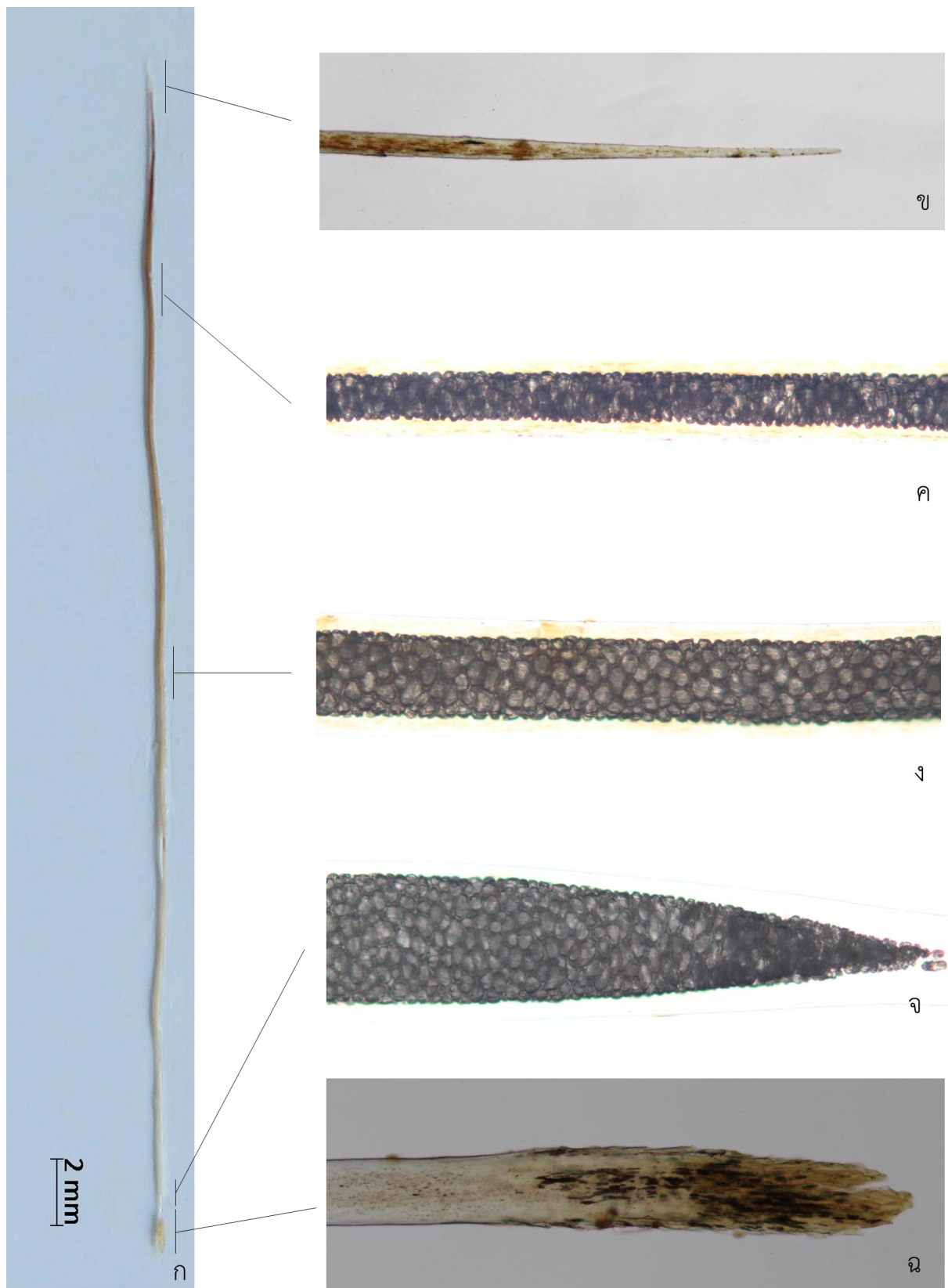
ภาพที่ 16 ลักษณะ (ก) ภายนอกของบริเวณส่วนใหญ่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



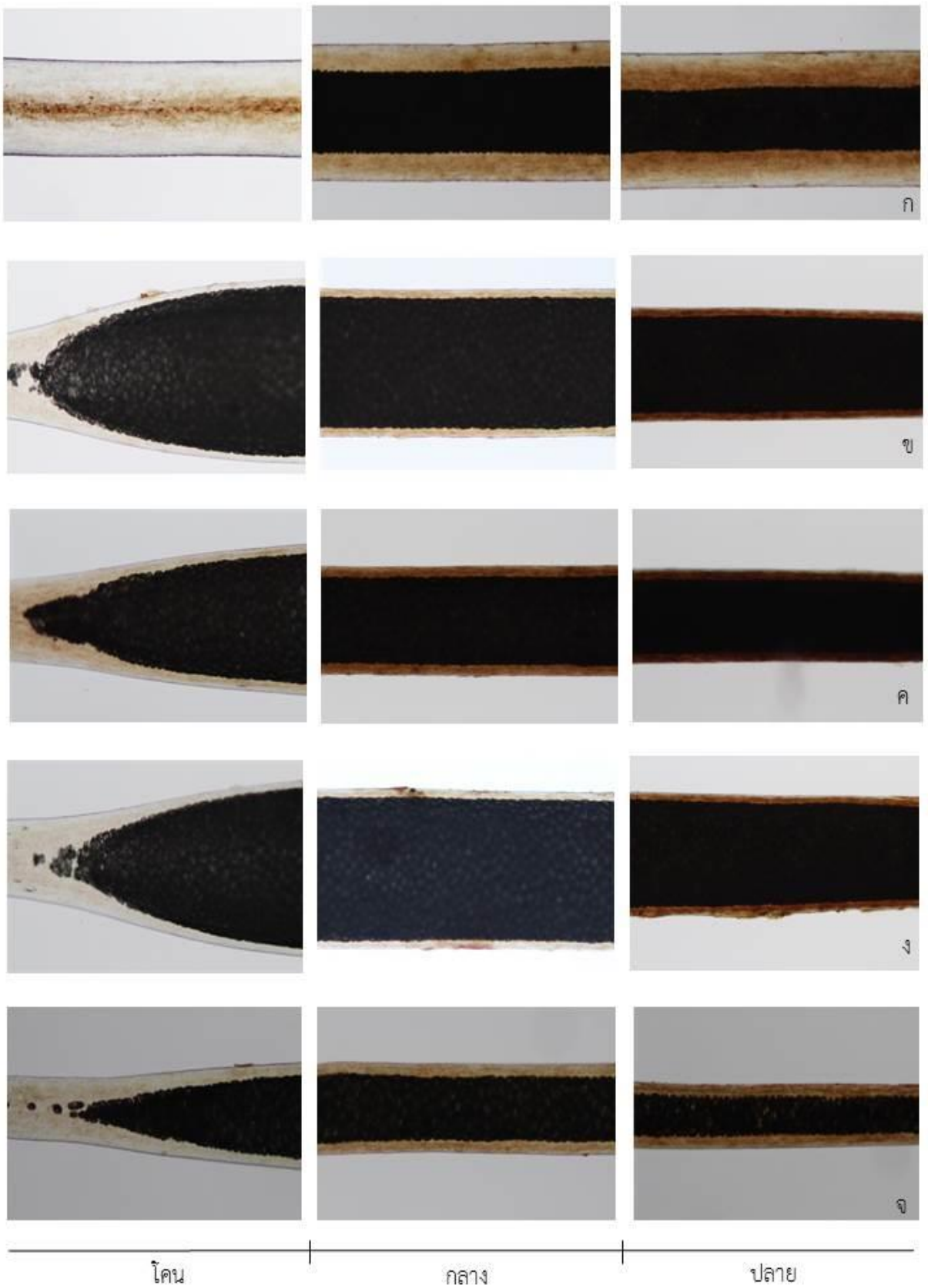
ภาพที่ 17 ลักษณะ (ก) ภายนอกนกวางบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



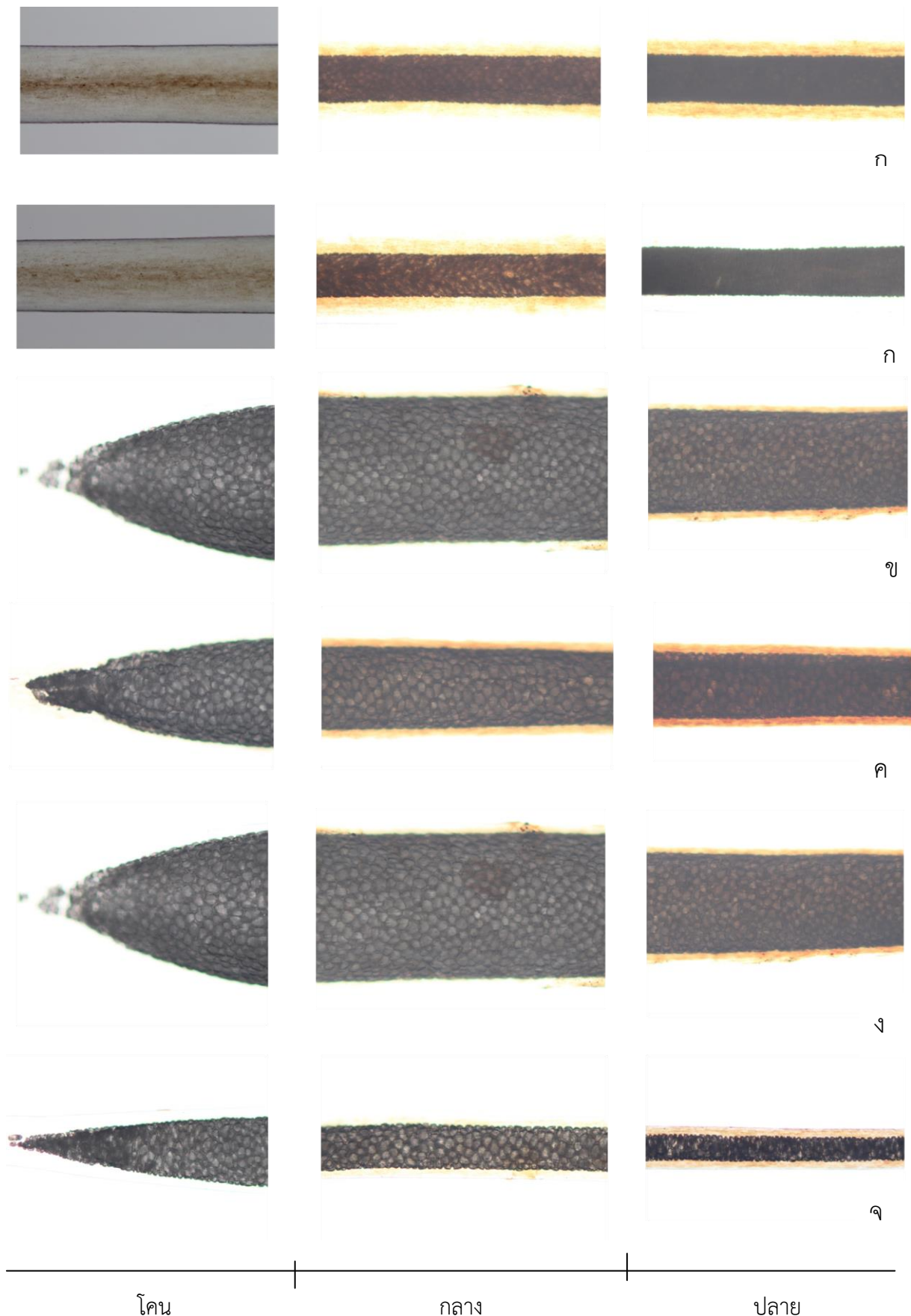
ภาพที่ 18 ลักษณะ (ก) ภายนอกของบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



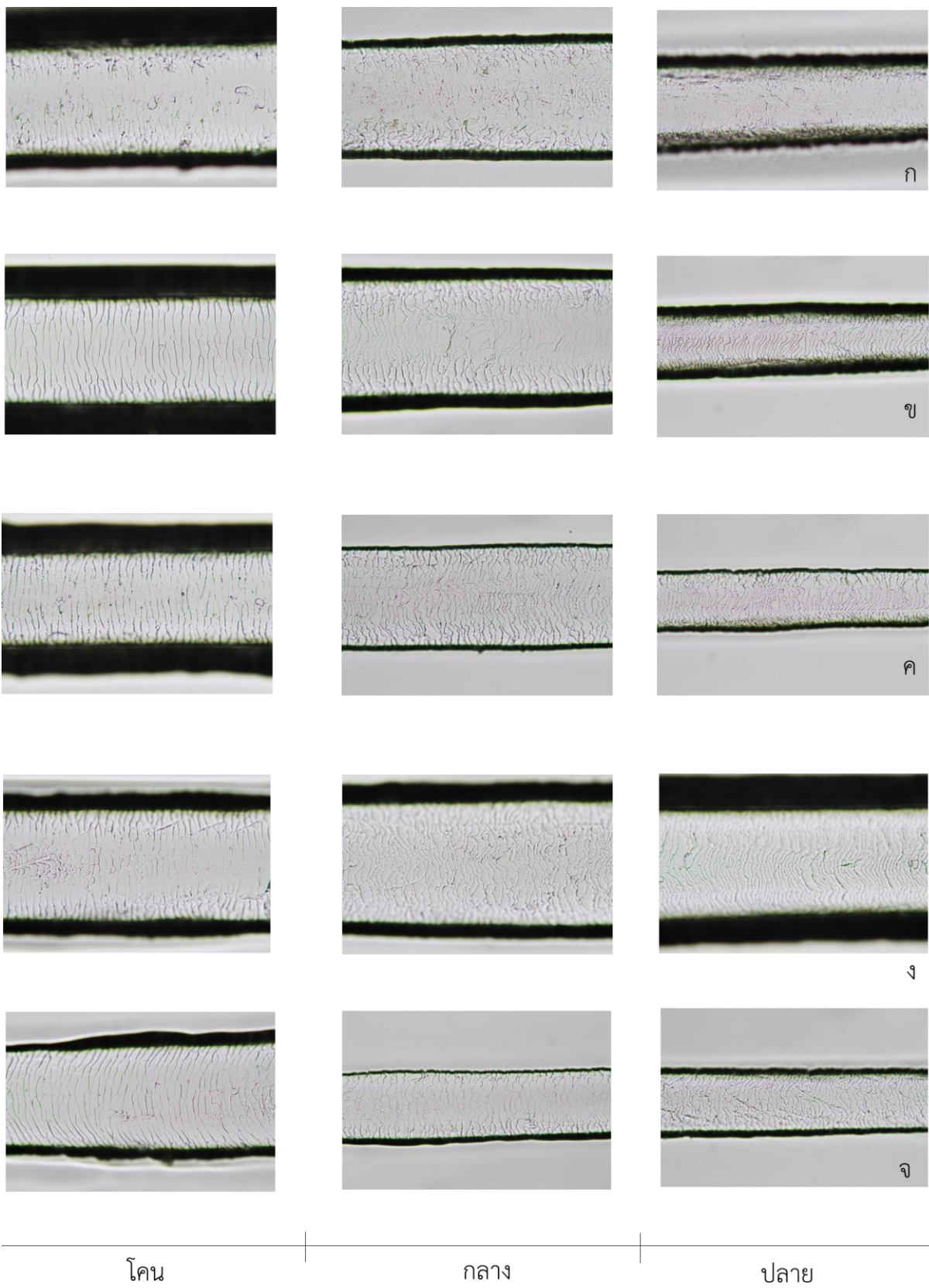
ภาพที่ 19 ลักษณะ (ก) ภายนอกนกกวางบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



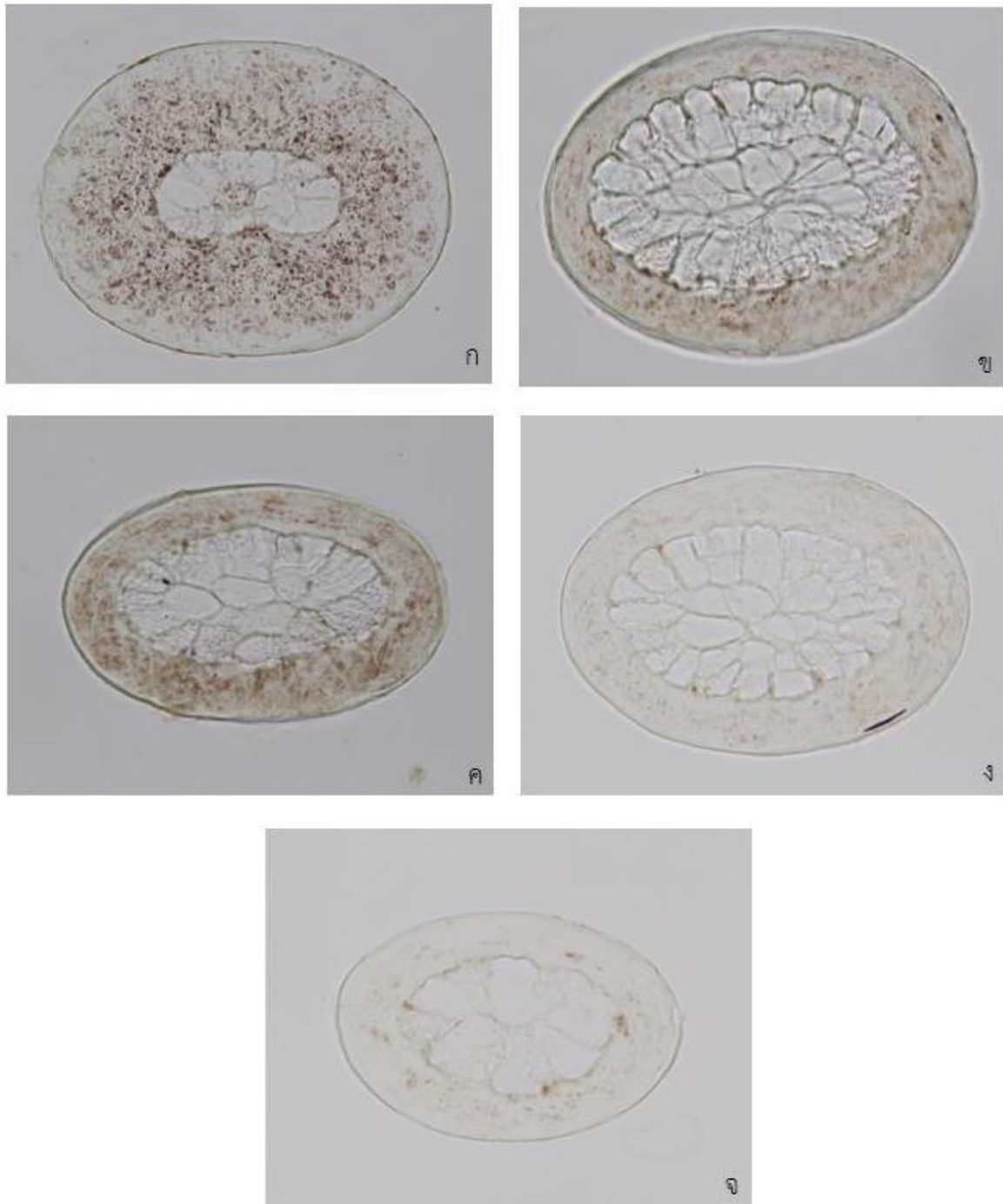
ภาพที่ 20 ลักษณะชั้นกระพี้ (Cortex) ของเส้นขนกวางบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) โหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 21 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนกวางบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 22 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนกวางบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 23 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนกวาง บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) โหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)

แก้ง

ลักษณะภายนอกของเส้นขนมีสีน้ำตาลแดงและสีครีม มีความยาวโดยเฉลี่ย ส่วนหัว 1.28 ± 0.17 ส่วนไหล่ 1.09 ± 0.14 ส่วนหลัง 2.86 ± 0.22 ส่วนสะโพก 2.90 ± 0.23 และส่วนท้อง 2.66 ± 0.26 ของขนแต่ละส่วนบนตัวแก้ง มีลักษณะรูปร่าง ขนาด ของเส้นขน มีลักษณะทั่วไปของเส้นขน เส้นยาว เส้นเล็กและขนนุ่ม เป็นเส้นตรงจนถึงเส้นโค้งเล็กน้อย เส้นขนส่วนมากส่วนกลางกว้างมากกว่าส่วนโคนขนและปลายขน ยกเว้น เส้นขนที่พบบริเวณส่วนไหล่จะมีส่วนของโคนขนมีขนาดกว้างมากกว่าส่วนอื่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างของแกนขน เปลือกขน รากขน และ หน้าตัดขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของแกนขน

บริเวณขนส่วนไหล่ หลัง และสะโพก มีส่วนปลาย กลางและโคน มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน แบบ Globular

บริเวณขนส่วนหัว มีส่วนปลาย และกลาง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ซึ่งส่วนปลายเป็นแบบ Narrow Lattice และส่วนกลางขน เป็นแบบ Globular แกนขนจะยาวมีความต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ส่วนโคนขน มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ที่ไม่ต่อเนื่องกันหรือไม่พบแกนขน (Absent/Fragmental)

บริเวณขนส่วนท้อง มีส่วนปลาย กลางและโคน มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน โดย ส่วนปลายโครงสร้างของแกนขนแบบ Narrow Lattice และ ส่วนกลางขนและโคนขนเป็นแบบ Globular

รูปแบบของขอบแกนขนบริเวณหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้องทั้ง 3 ส่วน คือ ปลาย กลางและโคนมีลักษณะแบบ Scalloped

2. เปลือกขน

บริเวณขนส่วนไหล่ หลัง และท้อง มีส่วนปลาย กลางและโคน มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Regular wave

บริเวณขนส่วนหัว มีส่วนปลาย และกลาง มีรูปร่างของเปลือกขน แบบ Irregular wave และส่วนโคนขนแบบ Regular wave

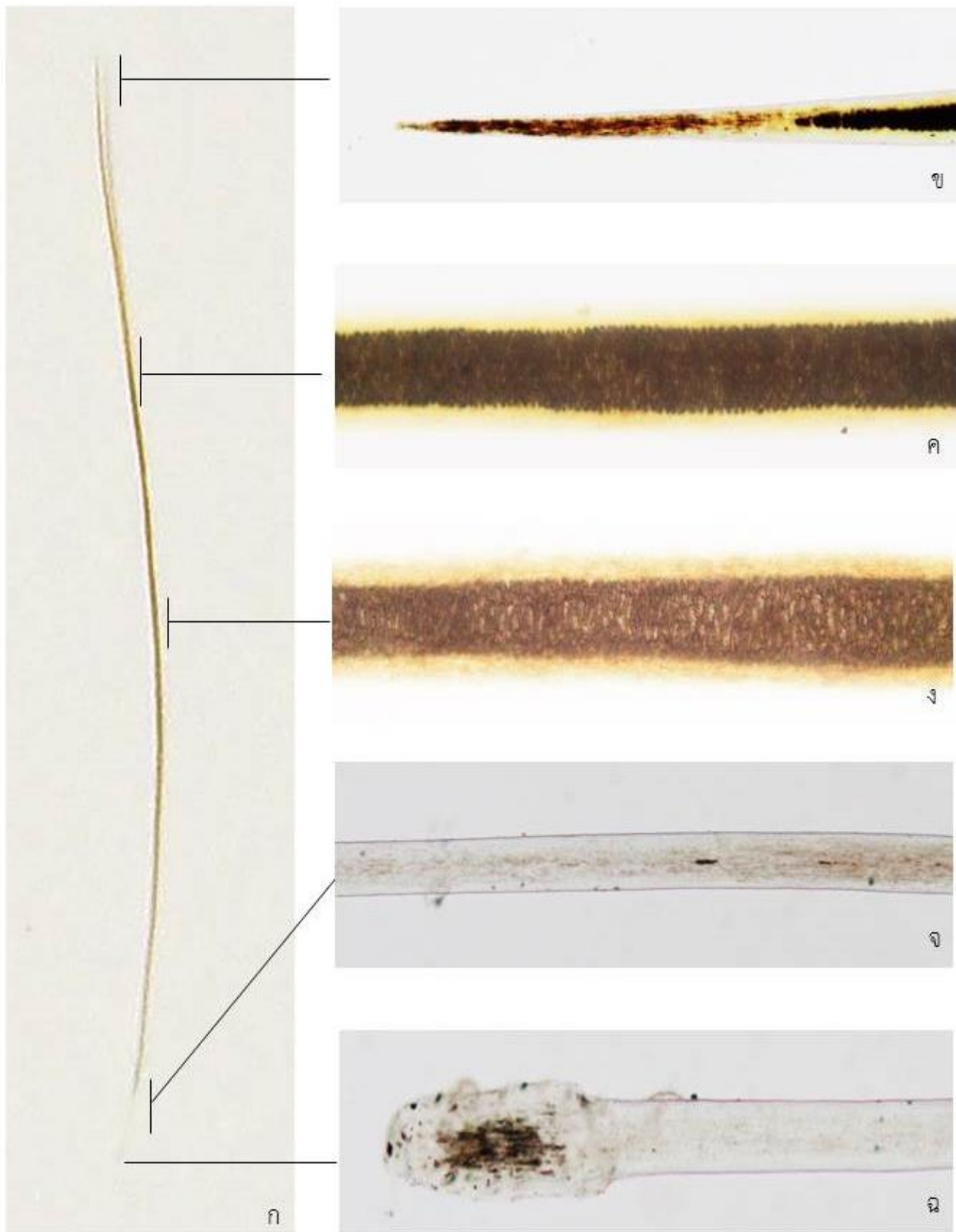
บริเวณขนส่วนสะโพก มีส่วนปลายมีรูปร่างของเปลือกขน แบบ Irregular wave ส่วนกลางขนและโคนขนแบบ Regular wave

3. รากขน

บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง รากขนมีลักษณะเหมือนกัน แบบ Elongated ที่มีเม็ดสีภายในขนแตกออกเป็นเส้นฝอย รูปร่างของโคนขนบริเวณส่วนหัวมีลักษณะแบบ None ส่วนบริเวณไหล่ หลัง สะโพก และท้อง มีลักษณะเหมือนกัน แบบ Wineglass-shaped root และรูปร่างของปลายรากขนบริเวณส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง มีลักษณะเหมือนกัน แบบ Tube-shape

4. หน้าตัดขน

รูปร่างของเส้นขน บริเวณส่วน ใหญ่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Oval Large Medulla และในบริเวณหัว แบบ Circular Large medulla รูปร่างหน้าตัดขนของแกนขนบริเวณส่วนใหญ่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Wide Lattice และ บริเวณหัว แบบ Round-Comb



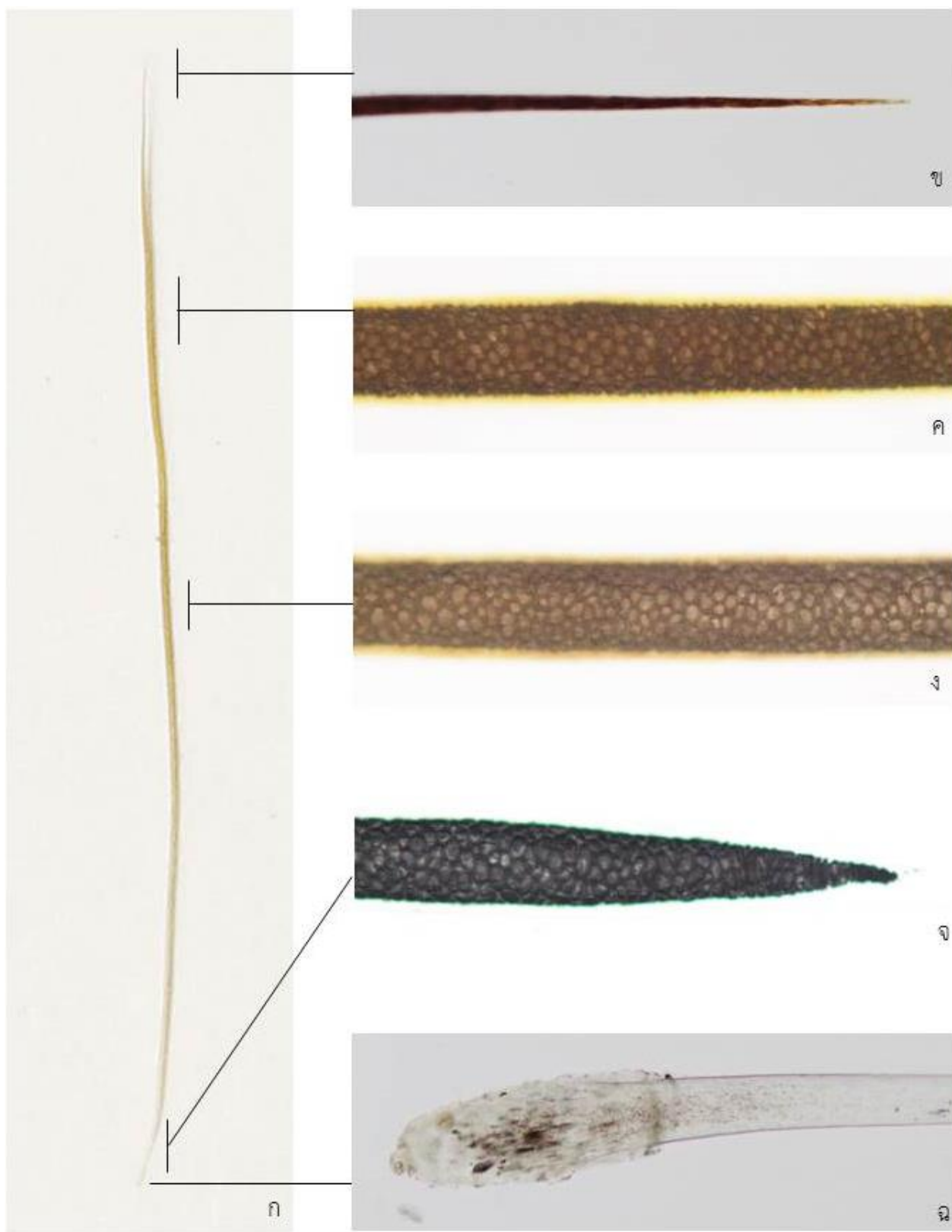
ภาพที่ 24 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกิ้งบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



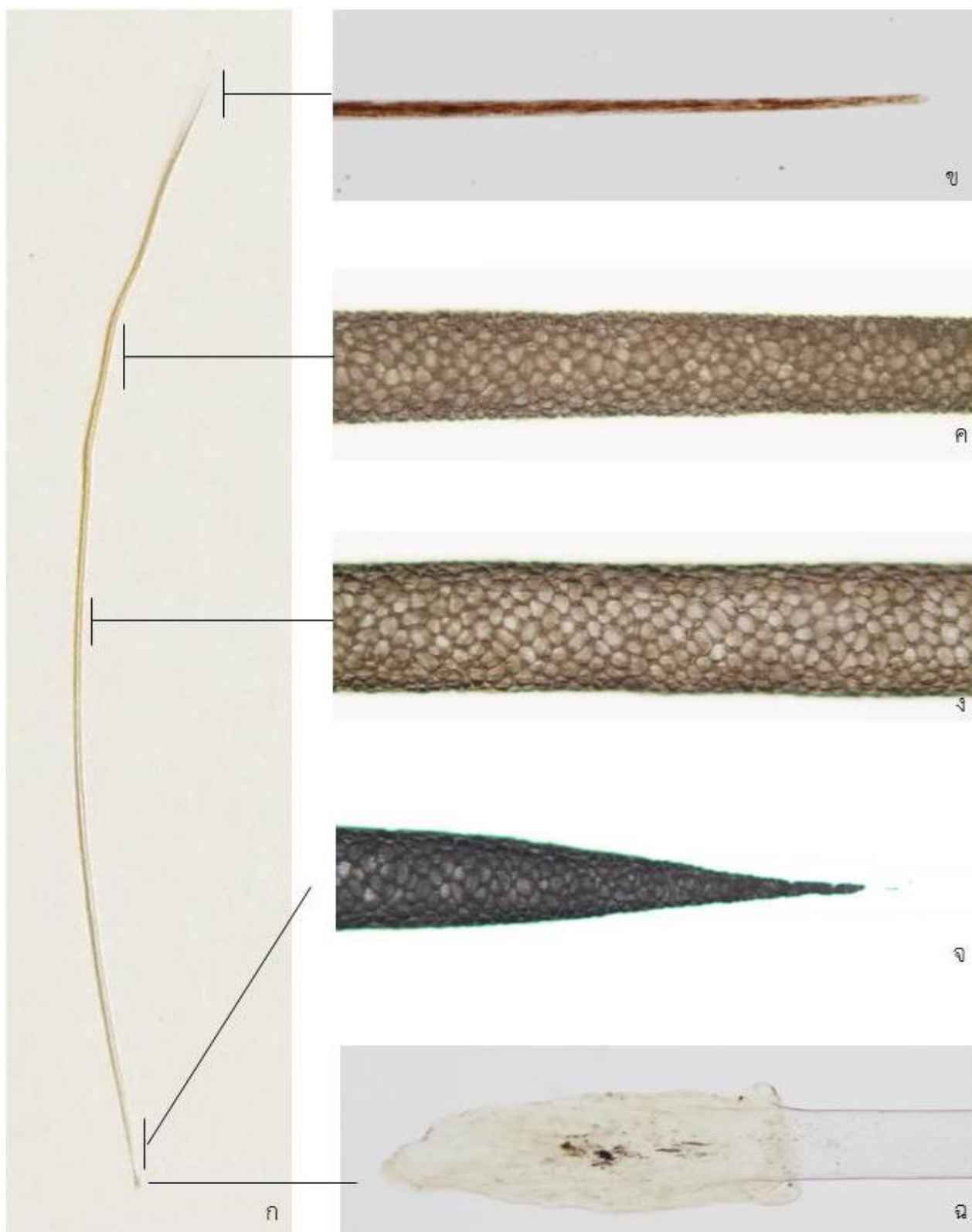
ภาพที่ 25 ลักษณะ (ก) ภายนอกของตัวเต็มวัย (ข) รูปร่างของปลายหาง (ค) โครงสร้างของกล้ามเนื้อส่วนหาง (ง) กลาง และ (จ) ไคโนโซม และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



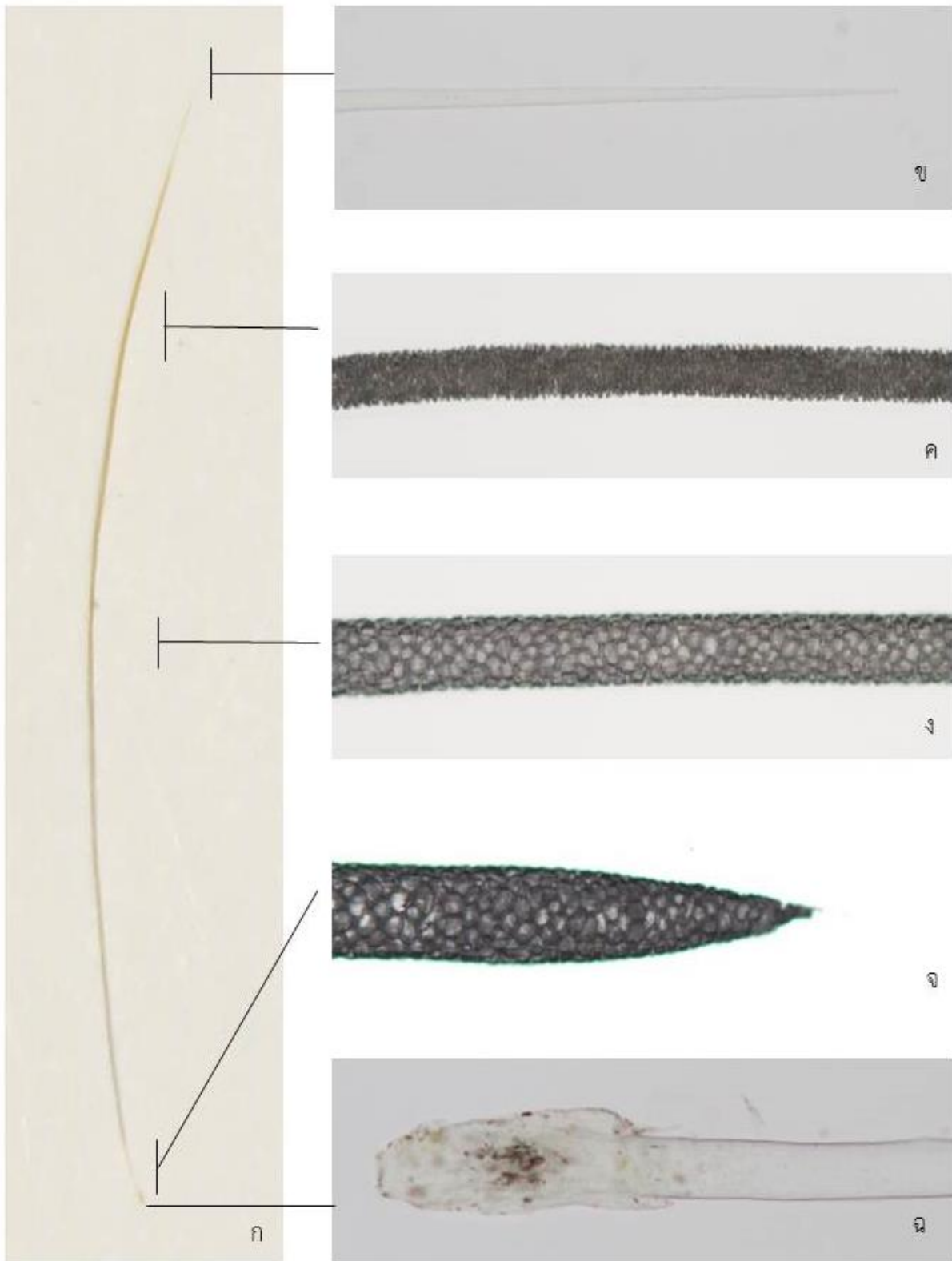
ภาพที่ 26 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกิ่งบริเวณส่วนใหญ่ (ข) รูปร่างของปลายกิ่ง (ค) โครงสร้างของปล้องกิ่ง ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนกิ่ง และ (ฉ) รูปร่างของราก (10X)



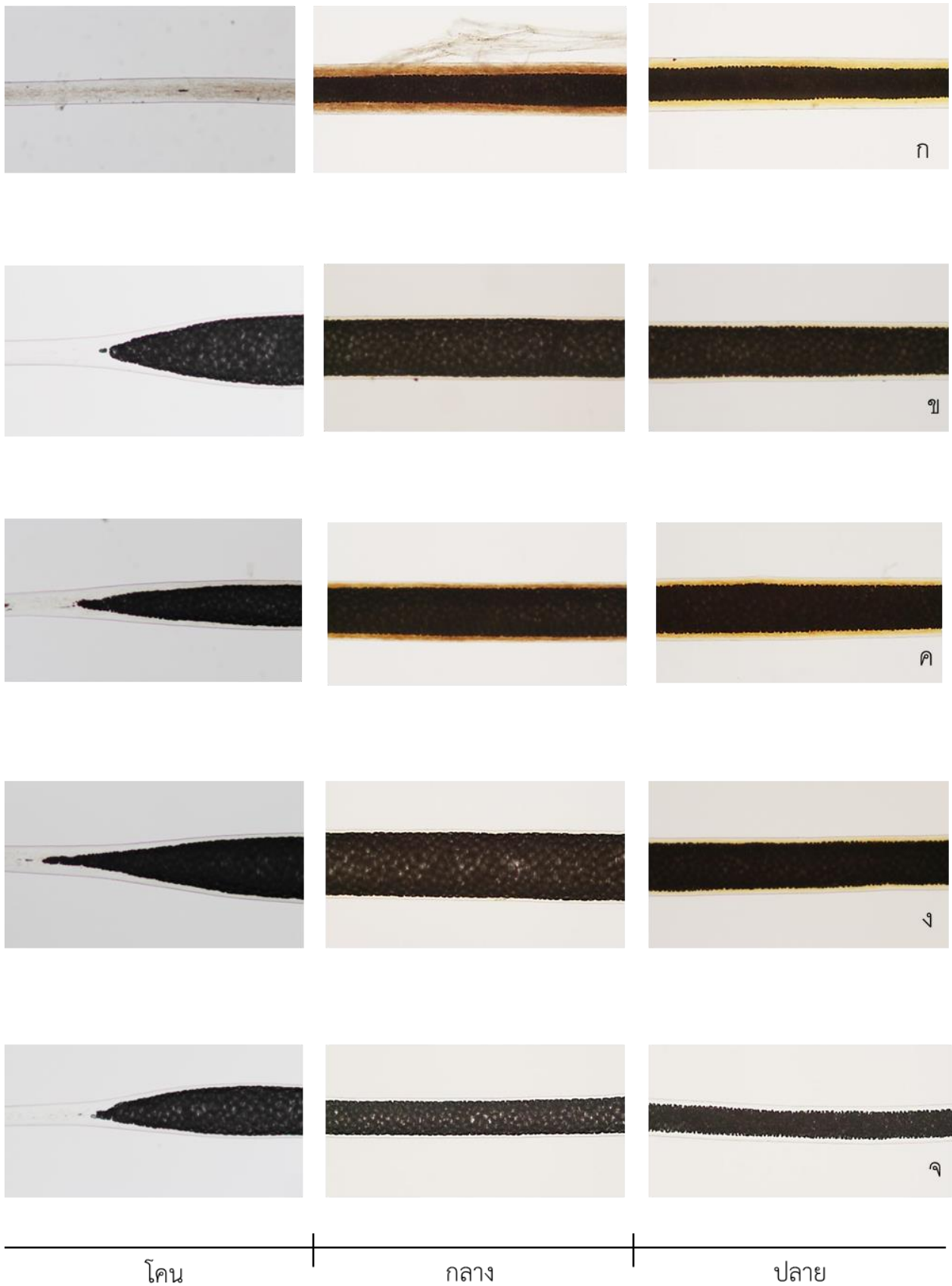
ภาพที่ 27 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกิ่งบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



ภาพที่ 28 ลักษณะ (ก) ภายนอกของตัวปลาบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลา (ค) โครงสร้างของเกล็ดบริเวณส่วนหัว (ง) กลาง และ (จ) โคน และ (ฉ) รูปร่างของเกล็ด (10X)



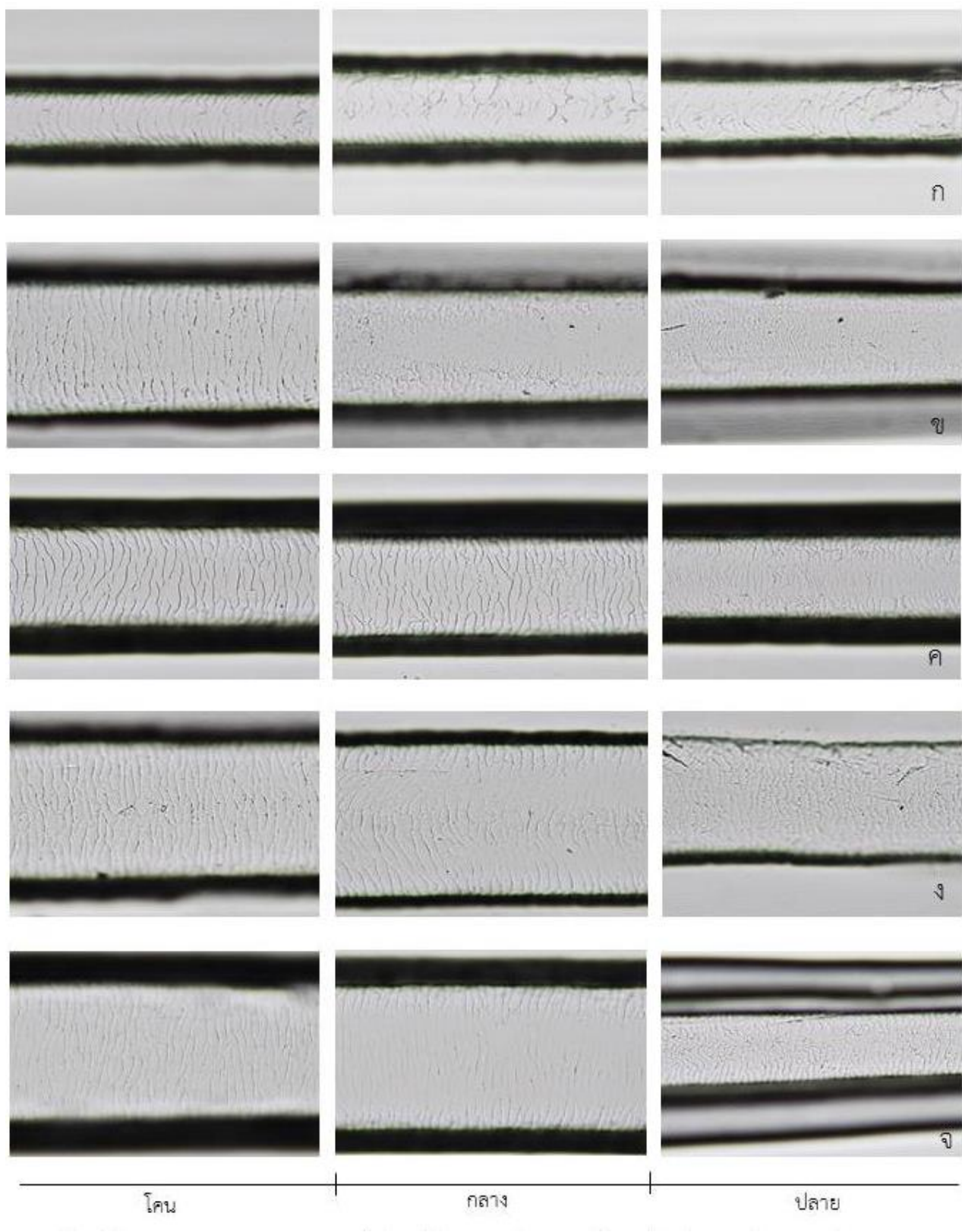
ภาพที่ 29 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกิ่งบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



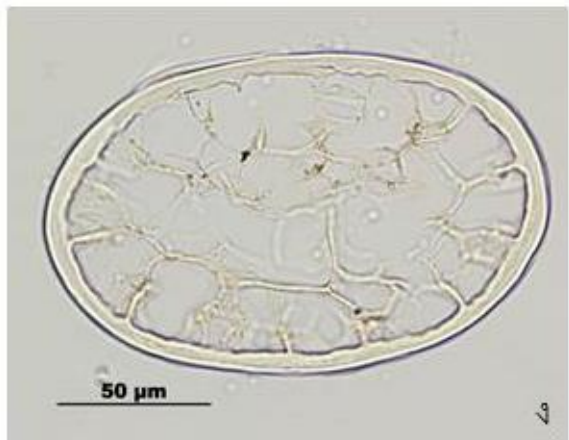
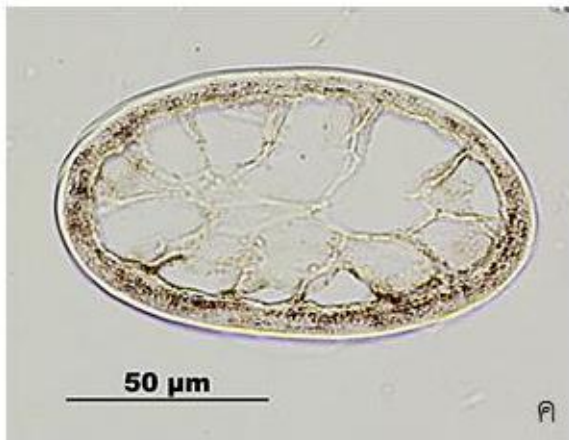
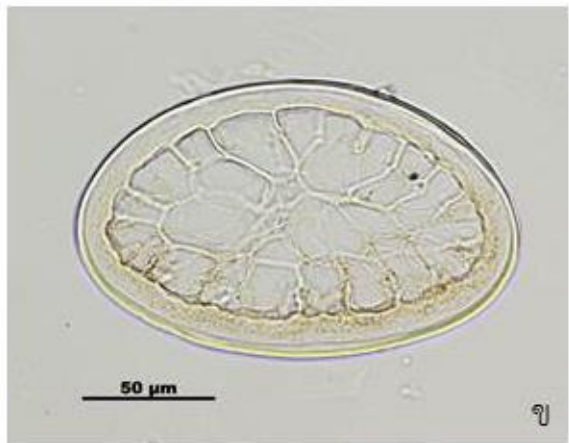
ภาพที่ 30 ลักษณะชั้นกระพี้ชน (Cortex) ของเส้นขนแก้งบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (10X)



ภาพที่ 31 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนแก้งบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (10X)



ภาพที่ 32 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนแก้งบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 33 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนแก้ง บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)

แก้งหม้อ

ลักษณะภายนอกของเส้นขนมีสีเหลืองส้มและสีน้ำตาลเข้ม มีความยาวโดยเฉลี่ย ส่วนหัว 1.66 ± 0.50 ส่วนไหล่ 1.64 ± 0.21 ส่วนหลัง 1.61 ± 0.19 ส่วนสะโพก 2.71 ± 0.23 และส่วนท้อง 1.80 ± 0.24 และของขนแต่ละส่วนบนตัวแก้งหม้อ มีลักษณะรูปร่าง ขนาดของเส้นขน มีลักษณะทั่วไปของเส้นขน เส้นยาว เส้นเล็กและขนนุ่ม เป็นเส้นตรงจนถึงเส้นโค้งเล็กน้อย เส้นขนส่วนมากส่วนกลางกว้างมากกว่าส่วนโคนและปลายขน ยกเว้น เส้นขนที่พบบริเวณส่วนไหล่และท้องจะมีส่วนของโคนขนมีขนาดกว้างมากกว่าส่วนอื่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างของแกนขน เปลือกขน รากขน และ หน้าตัดขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของแกนขน

บริเวณขนส่วนไหล่ หลัง สะโพก และท้อง ขนส่วนปลาย กลาง และโคน มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน แบบ Globular

บริเวณขนส่วนหัว ขนส่วนปลาย และกลาง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ซึ่งส่วนปลายเป็นแบบ Narrow Lattice และส่วนโคนขน เป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (Fragmental)

รูปแบบของขอบแกนขนบริเวณ ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง ทั้ง 3 ส่วน คือ ปลาย กลาง และโคนมีลักษณะแบบ Scalloped (ผ่าหอยแครง) ขนบริเวณส่วนหัว ส่วนปลายมีลักษณะแบบ Fringed (ฝอย) ส่วนกลางแบบ Scalloped และ ส่วนโคนมี 2 ลักษณะ คือ ไม่มีขอบแกนขน และ Scalloped

2. เปลือกขน

บริเวณขนส่วนไหล่ ขนส่วนปลาย กลาง และโคน มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Regular wave ท้อง ขนส่วนบริเวณหัว หลัง และท้อง ขนส่วนปลาย และกลาง มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Irregular wave ขนส่วนบริเวณสะโพก ขนส่วนปลาย กลาง และโคน มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Irregular wave

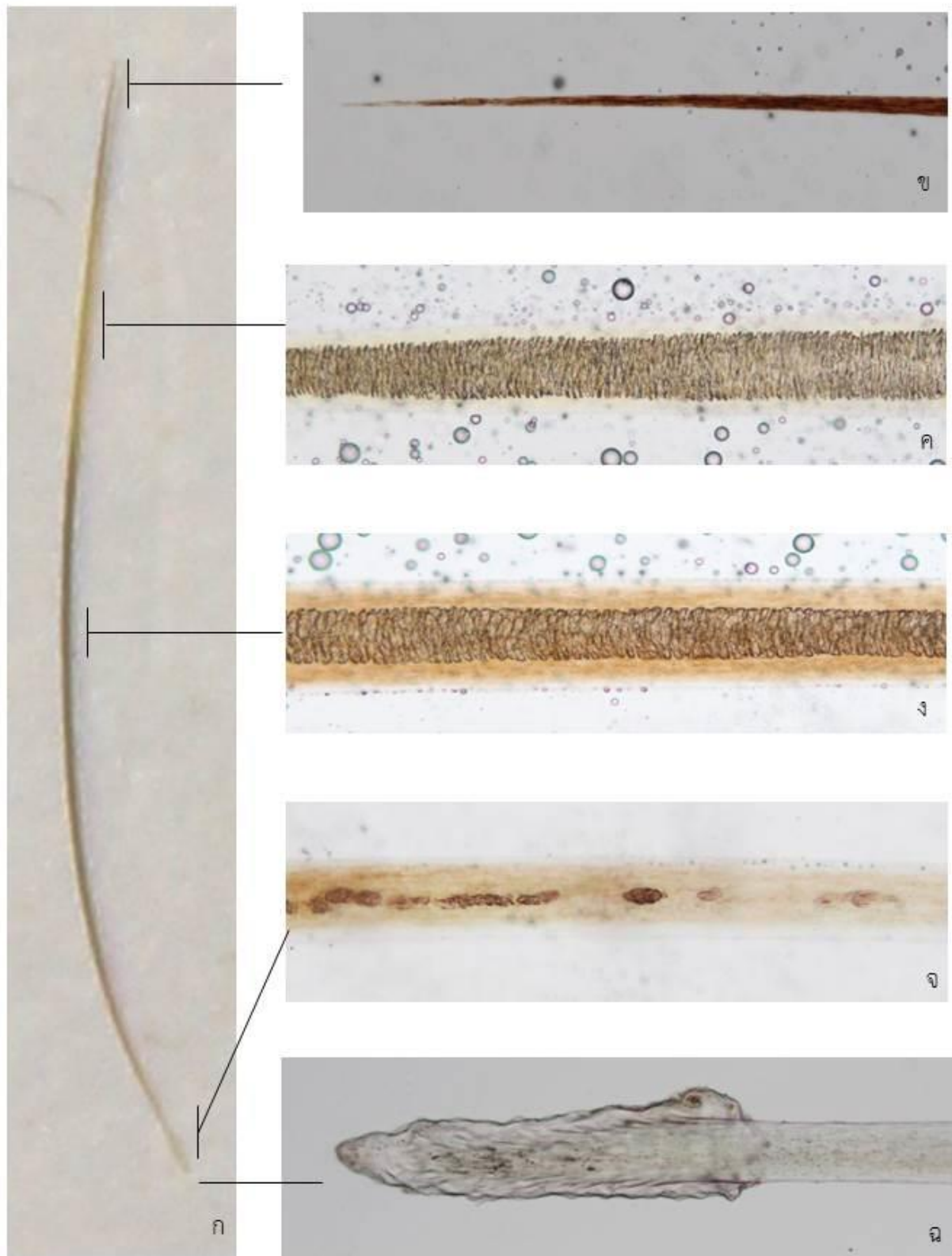
3. รูปร่างโคนขนและปลายรากขน

บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง รากขนมีลักษณะเหมือนกัน แบบ Elongated ที่มีเม็ดสีภายในขนแตกออกเป็นเส้นฝอย รูปร่างของโคนขนบริเวณส่วนหัวเป็นแบบ None ส่วนบริเวณ ไหล่ หลัง และท้อง มีลักษณะเหมือนกัน แบบ Wineglass-shaped root และส่วนสะโพกเป็นแบบ Narrow Wineglass shaped root และรูปร่างของปลายรากขนบริเวณส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง เป็นแบบ Spade shape root

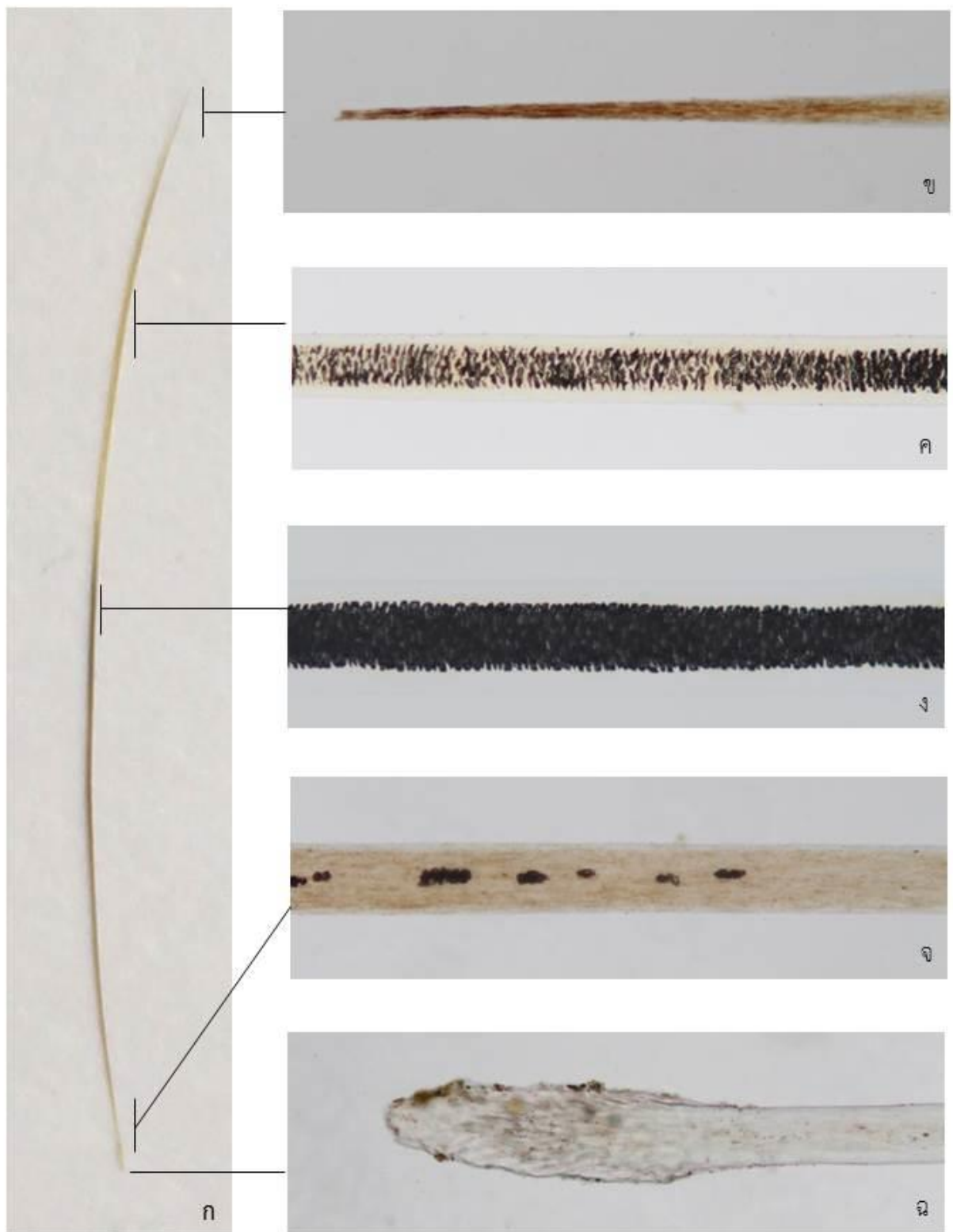
4. หน้าตัดขน

รูปร่างของเส้นขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง และ หลัง แบบ Oval Large Medulla และในบริเวณสะโพก

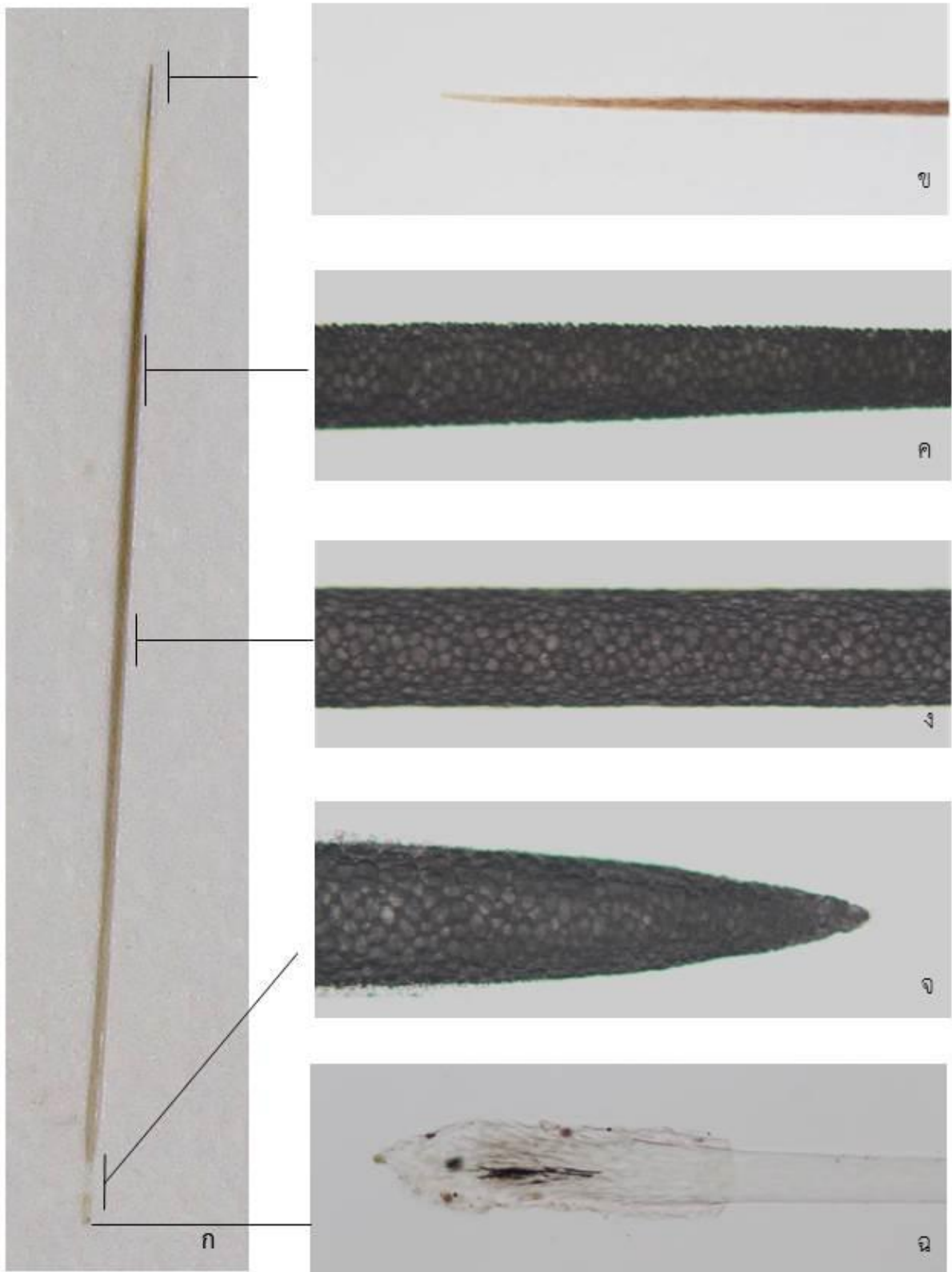
แบบ Circular medium size medulla รูปร่างหน้าตัดขนของแกนขนบริเวณส่วนใหญ่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Polygon และ บริเวณหัว แบบ Absent



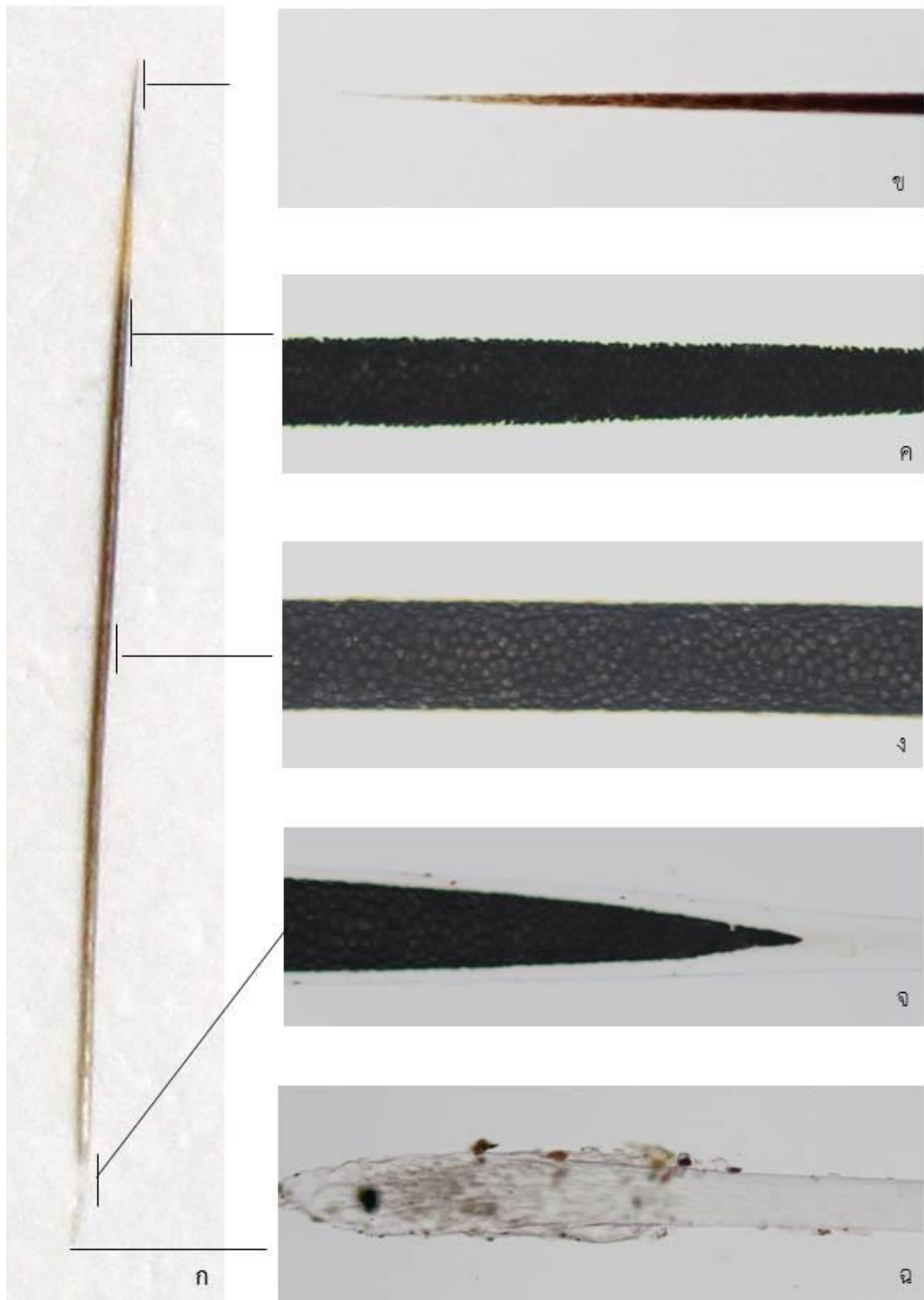
ภาพที่ 34 ลักษณะ(ก) ภายนอกของกิ่งหม้อบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



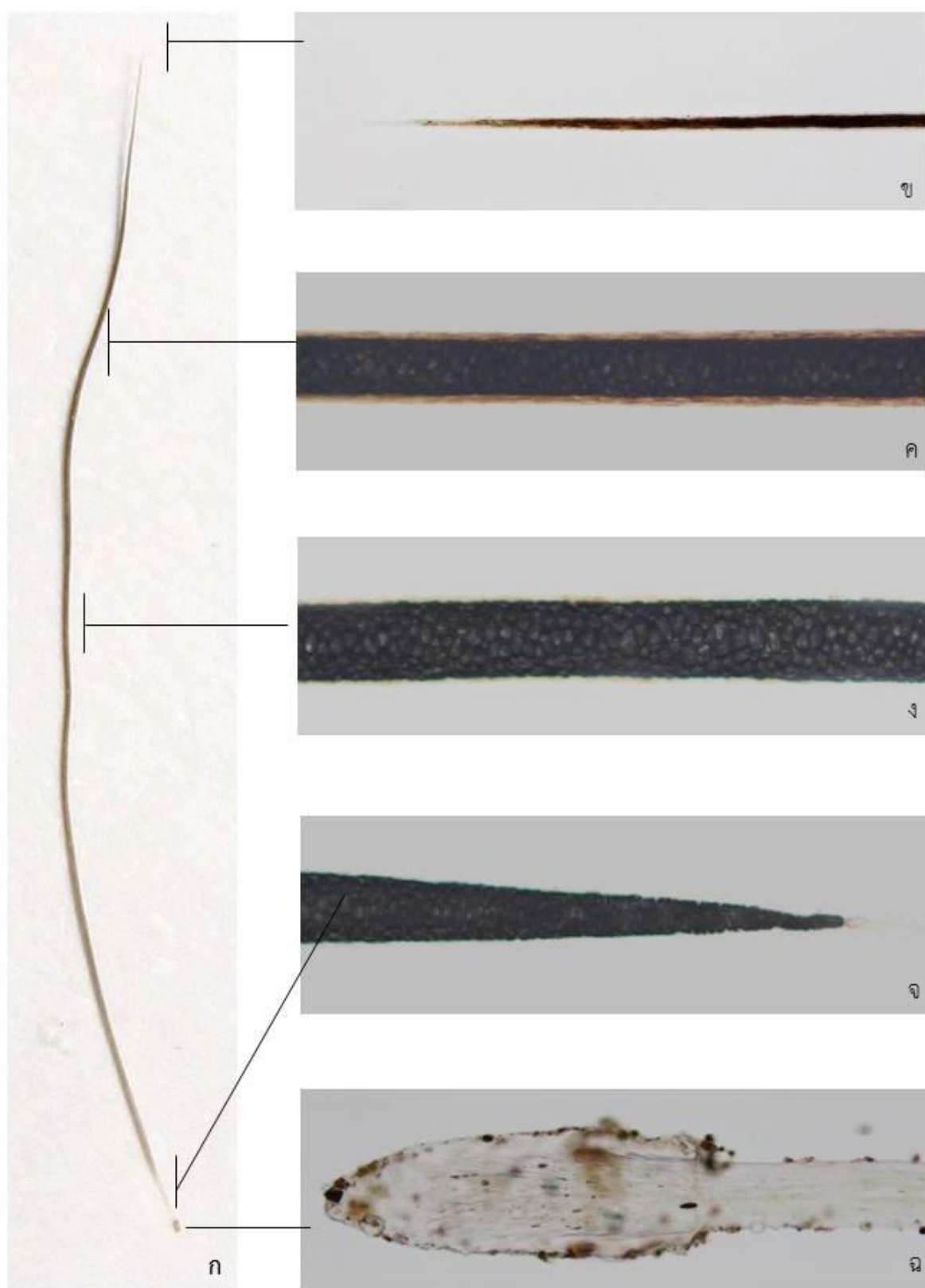
ภาพที่ 35 ลักษณะ(ก) ภายนอกของเหง้าบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



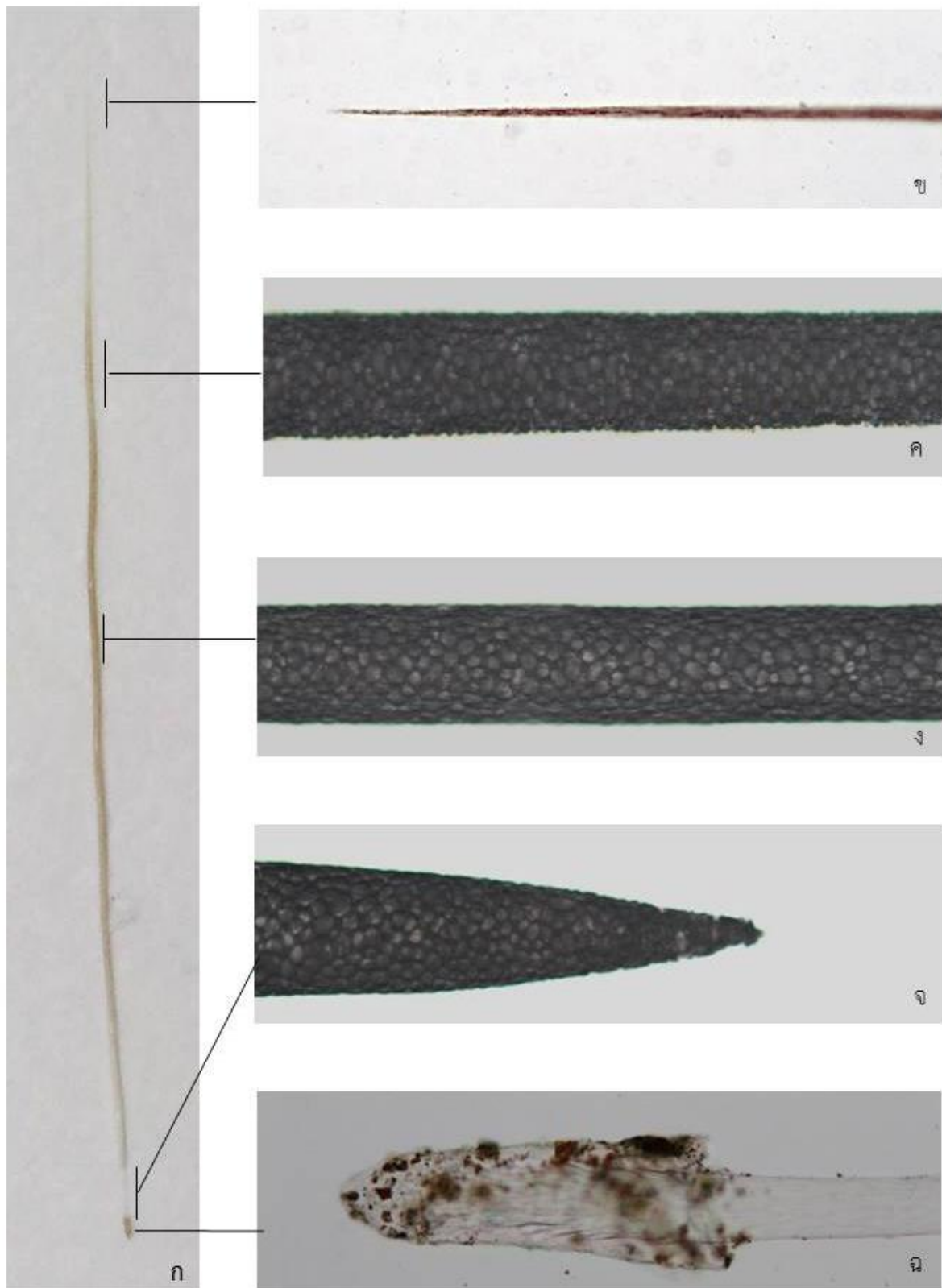
ภาพที่ 36 ลักษณะ (ก) ภายนอกของเหง้าบริเวณส่วนใหญ่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



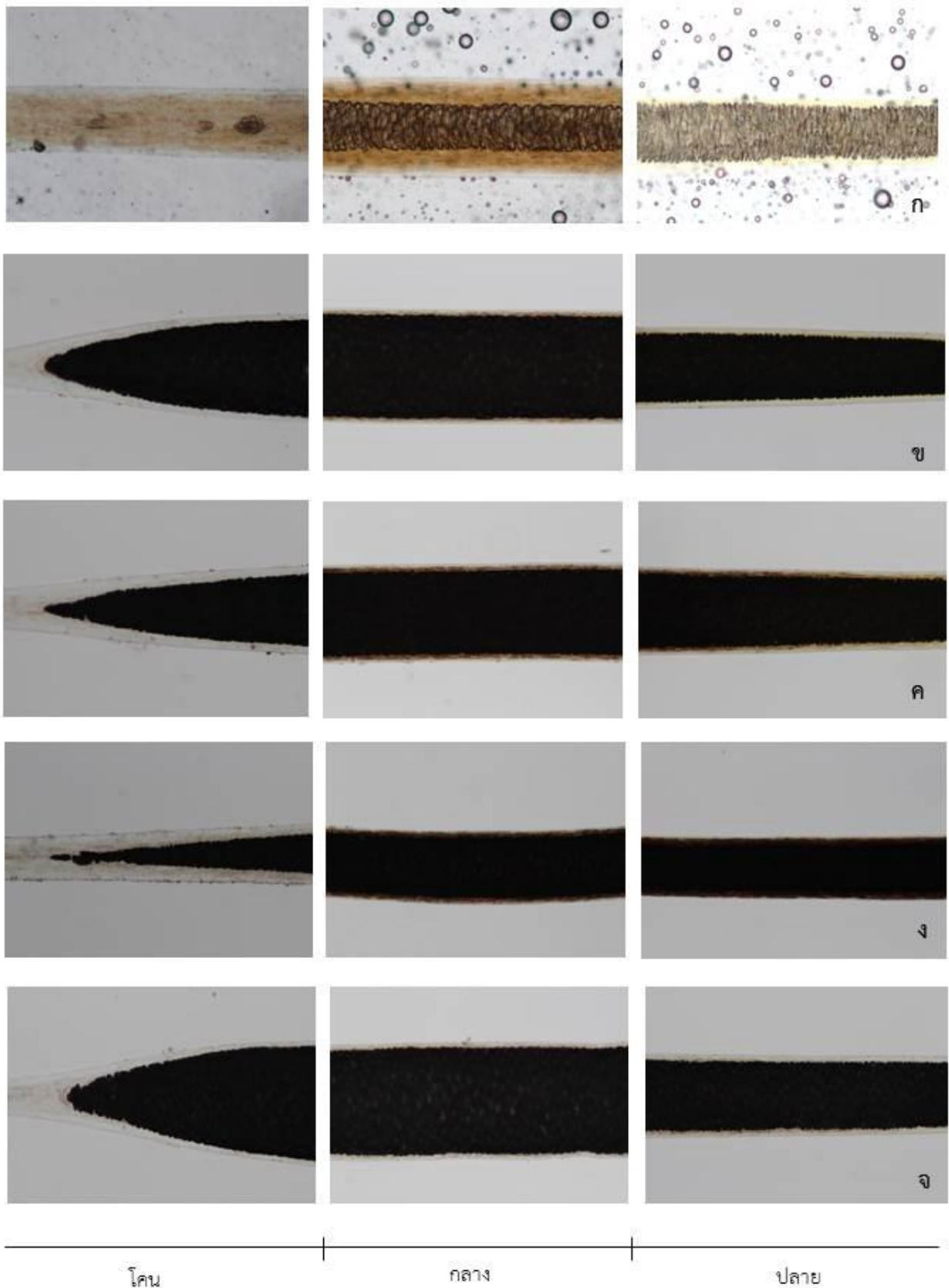
ภาพที่ 37 ลักษณะ (ก) ภายนอกของก้นหม้อบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



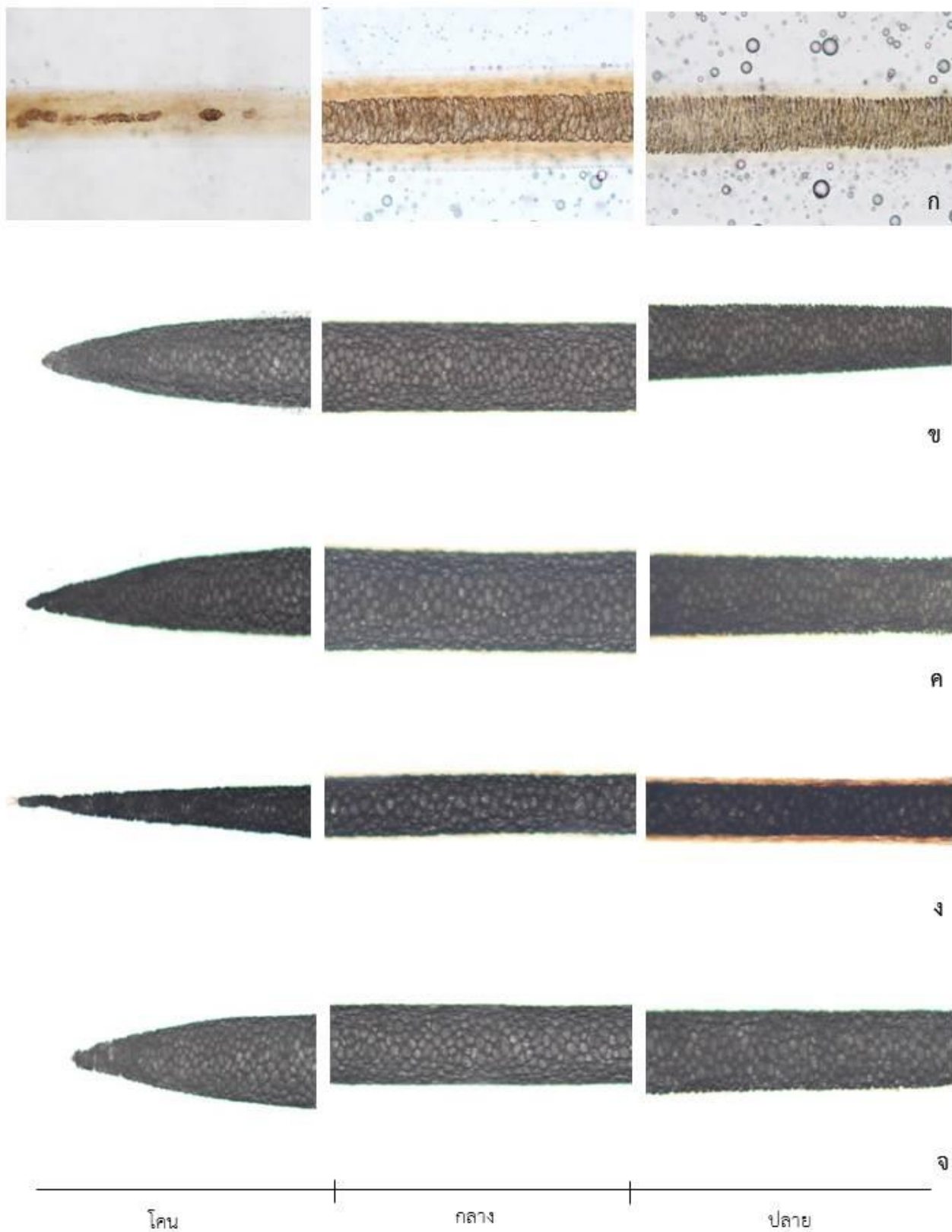
ภาพที่ 38 ลักษณะ (ก) ภายนอกของตัวหนอนบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลาย (ค) โครงสร้างของแกนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคน และ (ฉ) รูปร่างของราก (10X)



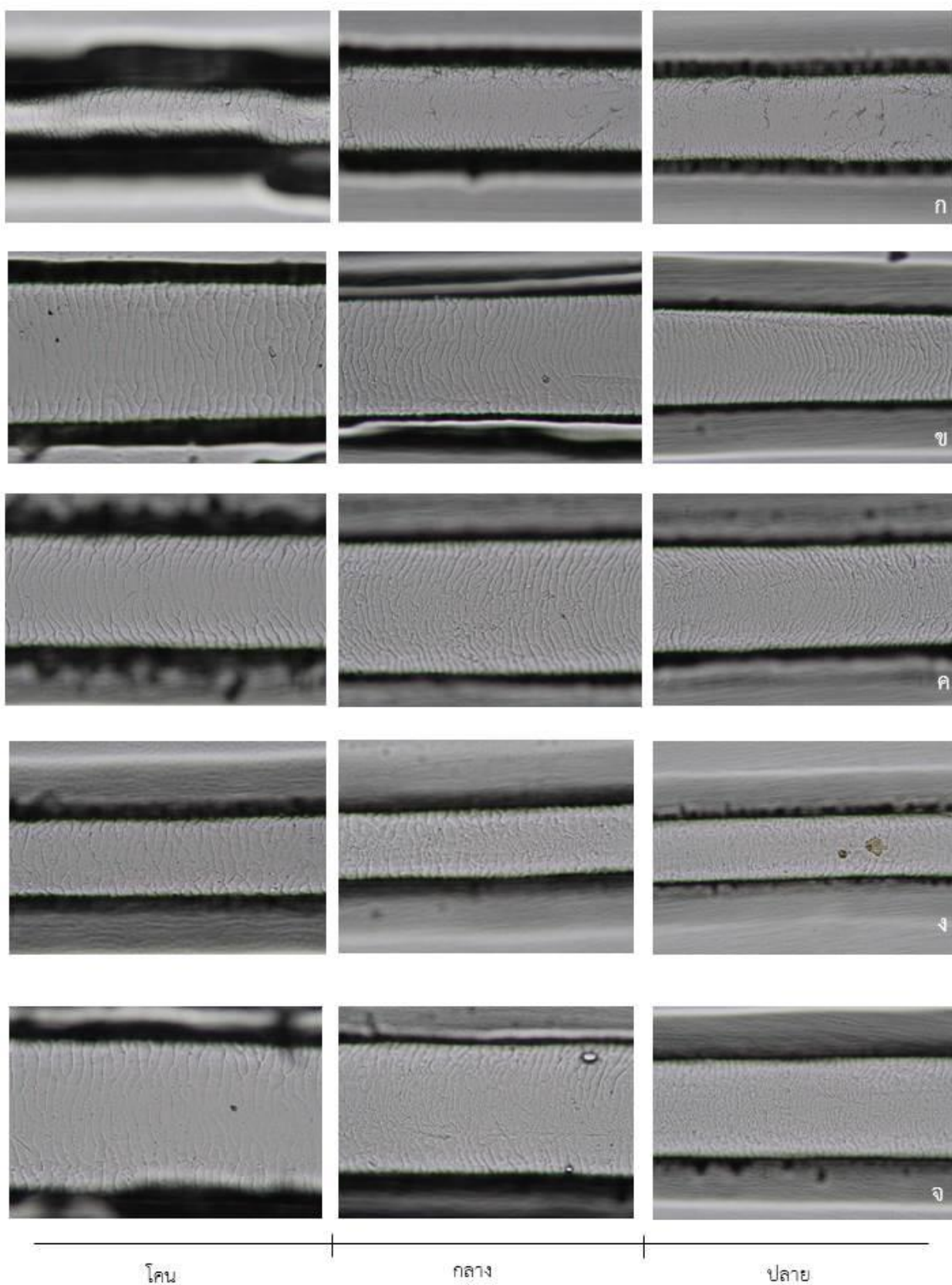
ภาพที่ 39 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกิ่งหม้อบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (10X)



ภาพที่ 40 ลักษณะชั้นกระพี้ชั้น (Cortex) ของเส้นขนแก้งหม้อบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (10X)



ภาพที่ 41 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนแก้งหม้อบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (10X)



ภาพที่ 42 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนแก้มหม้อบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 43 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนแก้งหม้อ บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)

เนื้อทราย

ลักษณะภายนอกของเส้นขนมีสีน้ำตาลเข้มและสีครีมมีความยาวโดยเฉลี่ย ส่วนหัว 1.42 ± 0.17 ส่วนไหล่ 2.52 ± 0.26 ส่วนหลัง 3.03 ± 0.33 ส่วนสะโพก 3.00 ± 0.39 และส่วนท้อง 2.37 ± 0.40 ของขนแต่ละส่วนบนตัวเนื้อทราย มีลักษณะรูปร่าง ขนาด ของเส้นขน มีลักษณะทั่วไปของเส้นขน เส้นยาว และขนนุ่ม เป็นเส้นตรงจนถึงเส้นโค้งเล็กน้อย เส้นขนส่วนมากส่วนโคน ส่วนกลางและปลายมีขนาดความยาวค่อนข้างเท่ากัน ยกเว้น เส้นขนที่พบบริเวณส่วนไหล่จะมีส่วนของกลางขนมีขนาดกว้างมากกว่าส่วนอื่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างของแกนขน เปลือกขน รากขน และ หน้าตัดขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของแกนขน

บริเวณส่วนหัว มีส่วนปลาย และกลาง มีโครงสร้างแกนขนแบบ Narrow Lattice และส่วนโคนเป็นแบบ Uniseriate Ladder

บริเวณขนส่วนไหล่ หลัง สะโพก และท้อง ขนส่วน ปลาย กลางและโคน มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน โดยที่ ขนส่วนปลาย มีรูปร่างแบบ

แบบ Narrow Lattice ส่วนขนกลางและโคน มีรูปร่างแบบ Wide Lattice

รูปแบบของขอบแกนขนบริเวณหัว ไหล่ สะโพก ท้อง และหลัง ทั้ง 3 ส่วน คือ ปลาย กลางและโคนมีลักษณะแบบ Scalloped

2. เปลือกขน

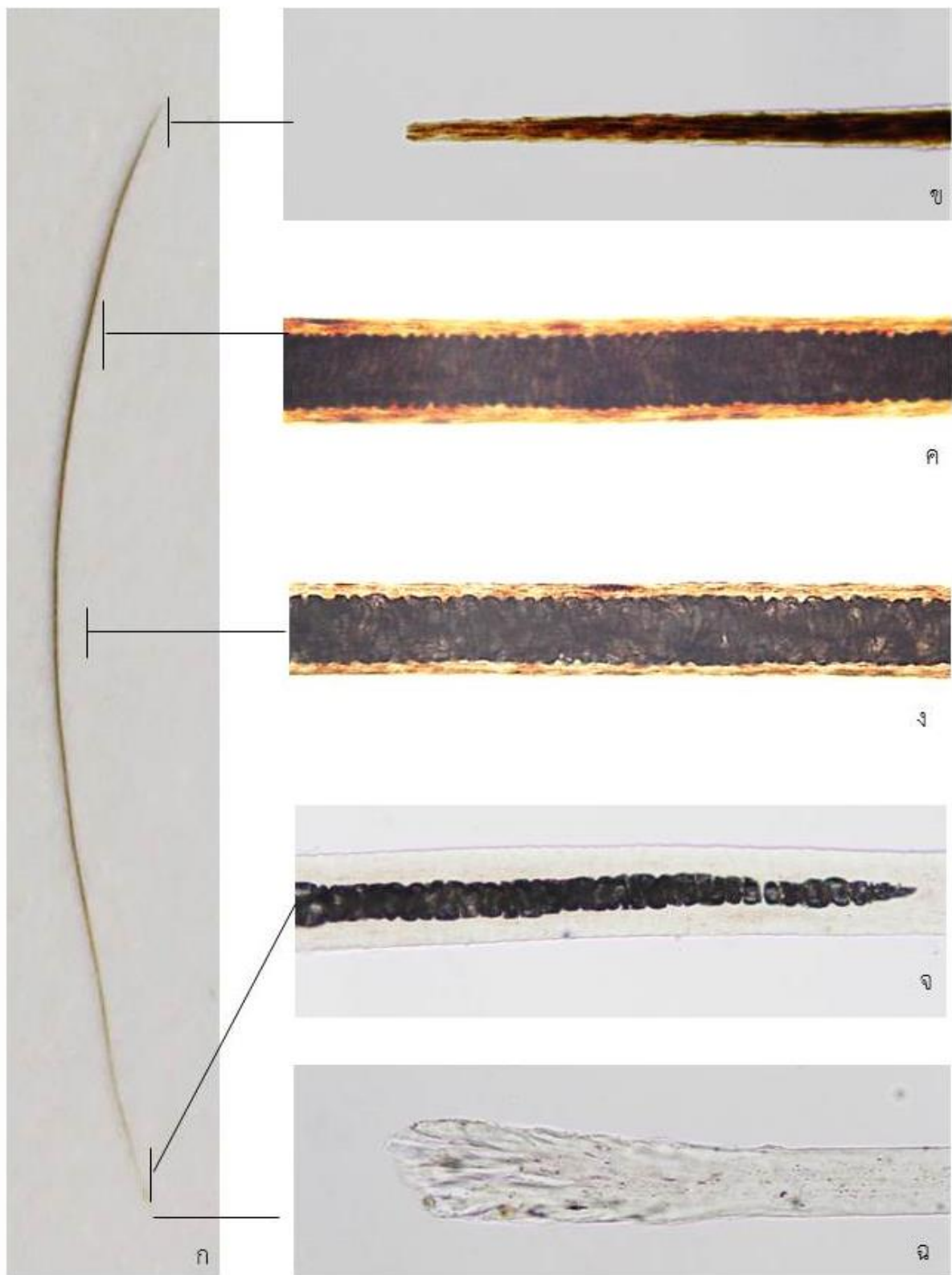
บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง ขนส่วนปลายมีขอบเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Irregular wave ขนส่วนกลางและโคน มีรูปร่างแบบ Regular wave

3. รูปร่างโคนขนและปลายรากขน

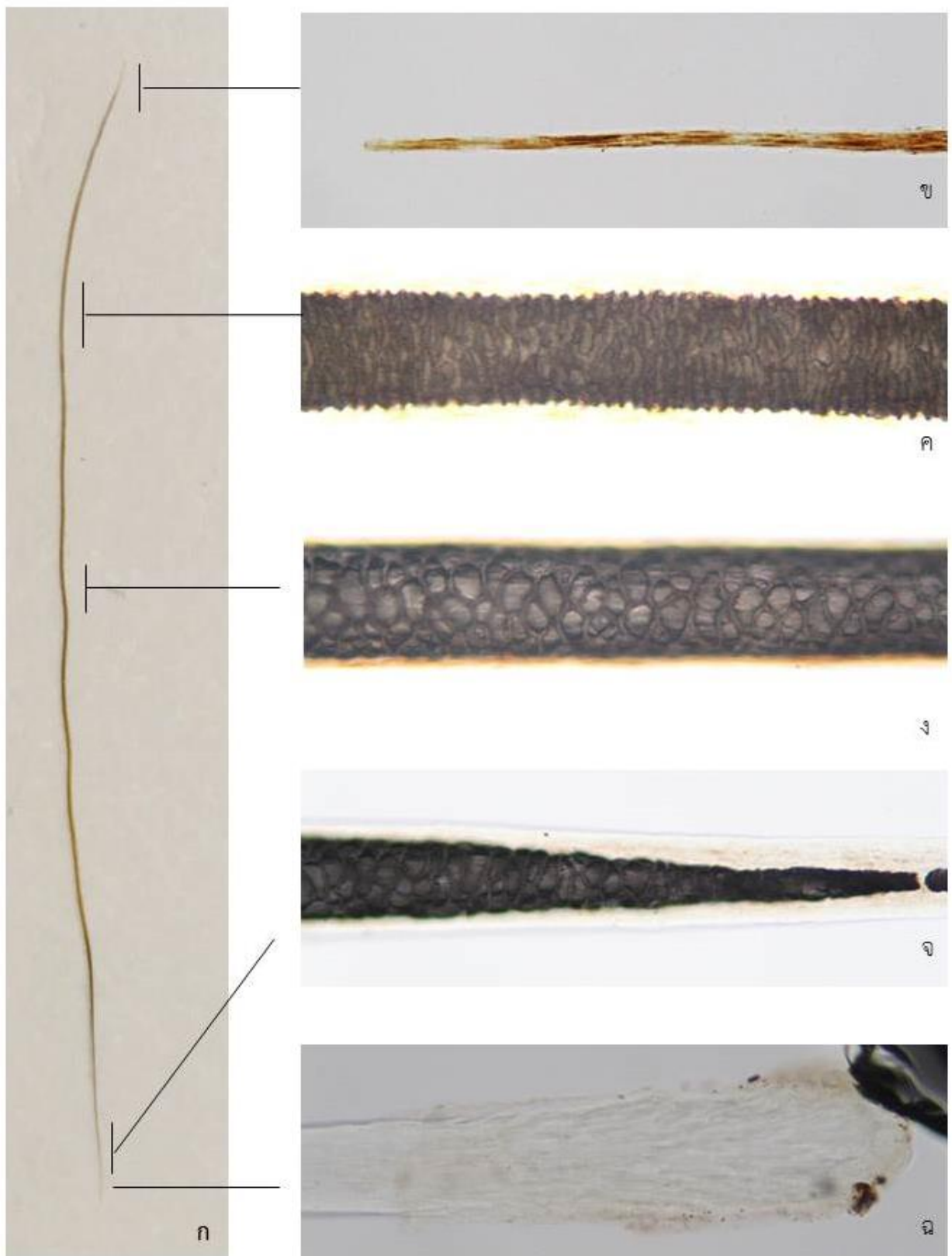
บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ หลัง และสะโพก รากขนมีลักษณะเหมือนกัน แบบ Elongated รูปร่างของโคนขนบริเวณ ส่วนหัวเป็นแบบ Narrow Wineglass shape ส่วนบริเวณไหล่ หลัง สะโพก และท้อง มีลักษณะเหมือนกันแบบ Middle Wineglass shape และรูปร่างของปลายรากขนบริเวณส่วนหัว ไหล่ หลัง และสะโพก เป็นแบบ Tube shape root ส่วนบริเวณท้องเป็นแบบ Round-Frayed tip

4. หน้าตัดขน

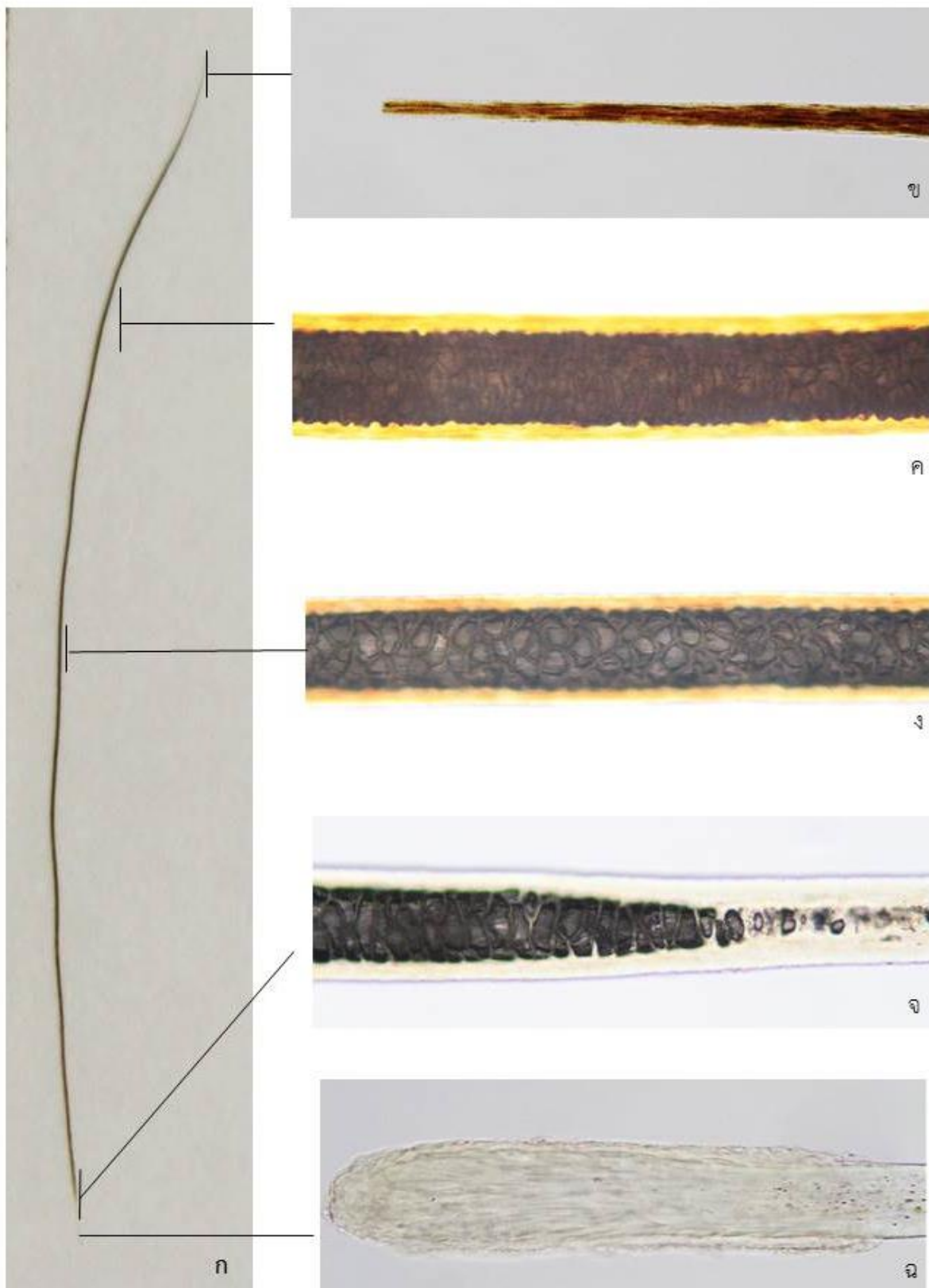
บริเวณขนส่วนหัว มีรูปร่างหน้าตัดขนของเส้นขน แบบ Circular small Medulla ($<1/2$ DBH) ไหล่ สะโพกและ หลัง แบบ Circular Large size medulla ส่วนท้อง แบบ Oval Large Medulla รูปร่างหน้าตัดขนของแกนขนบริเวณส่วนไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Wide Lattice และ บริเวณส่วนหัว แบบ Absent



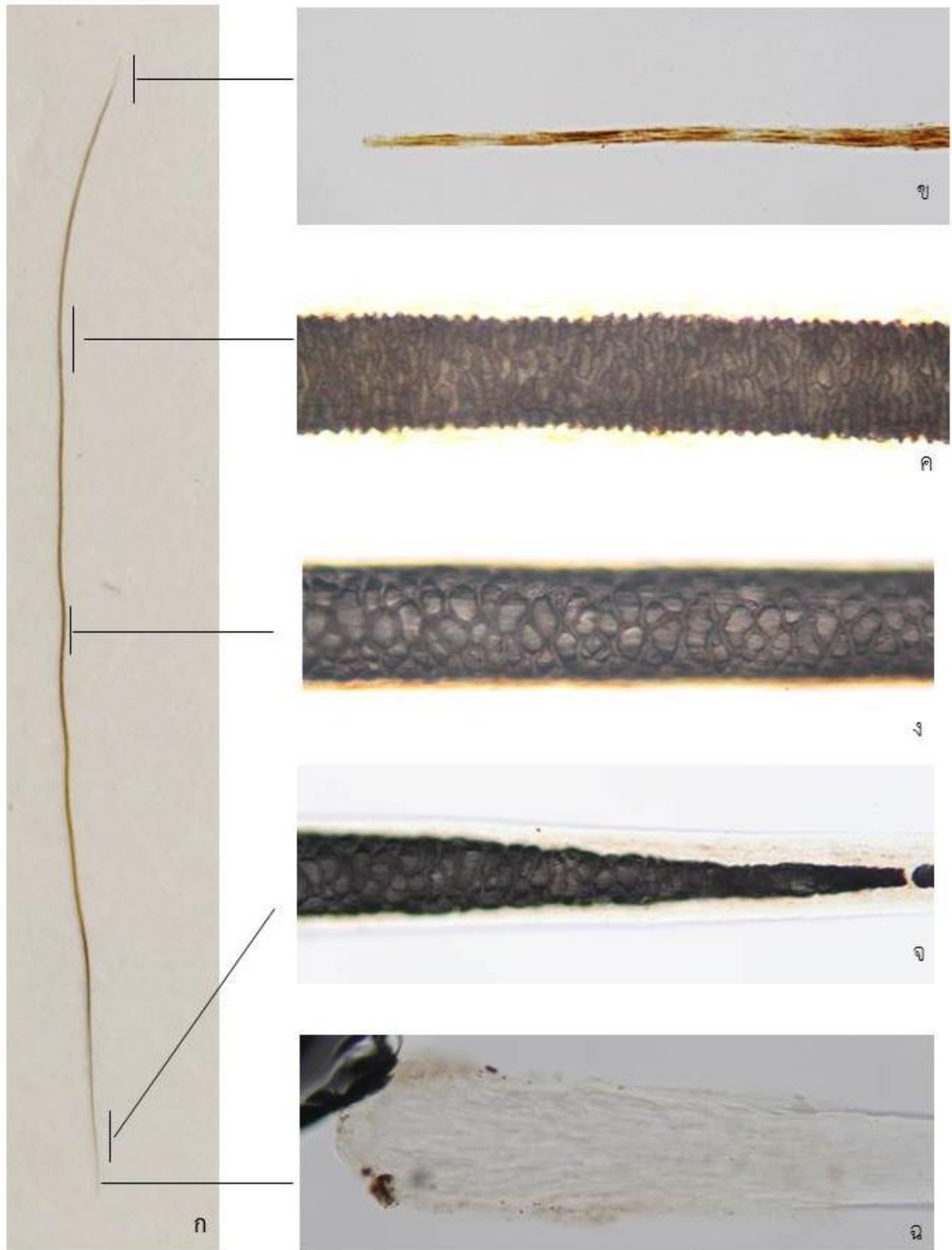
ภาพที่ 44 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนเนื้อทรายบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขนส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



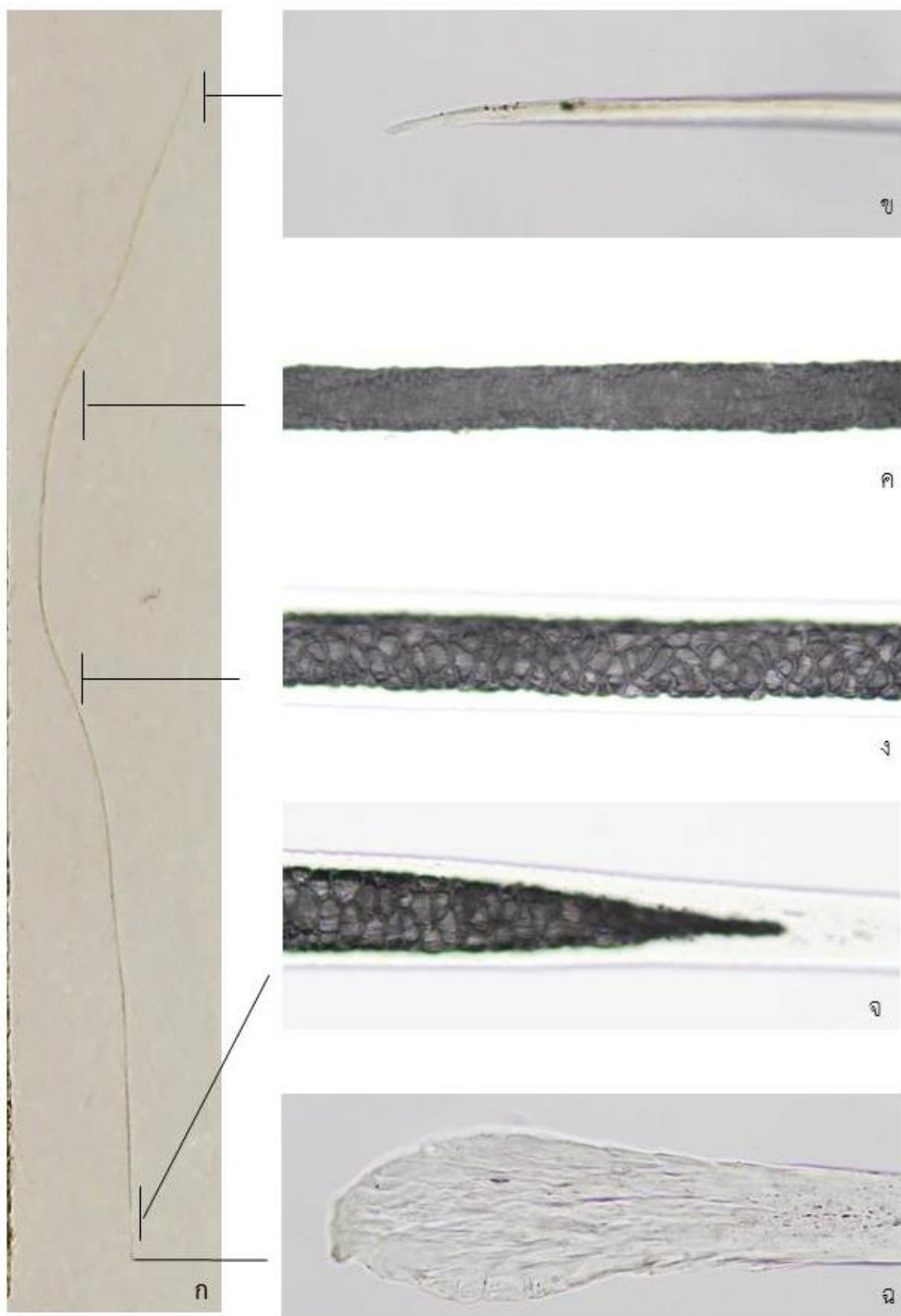
ภาพที่ 45 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนเนื้อทรายบริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



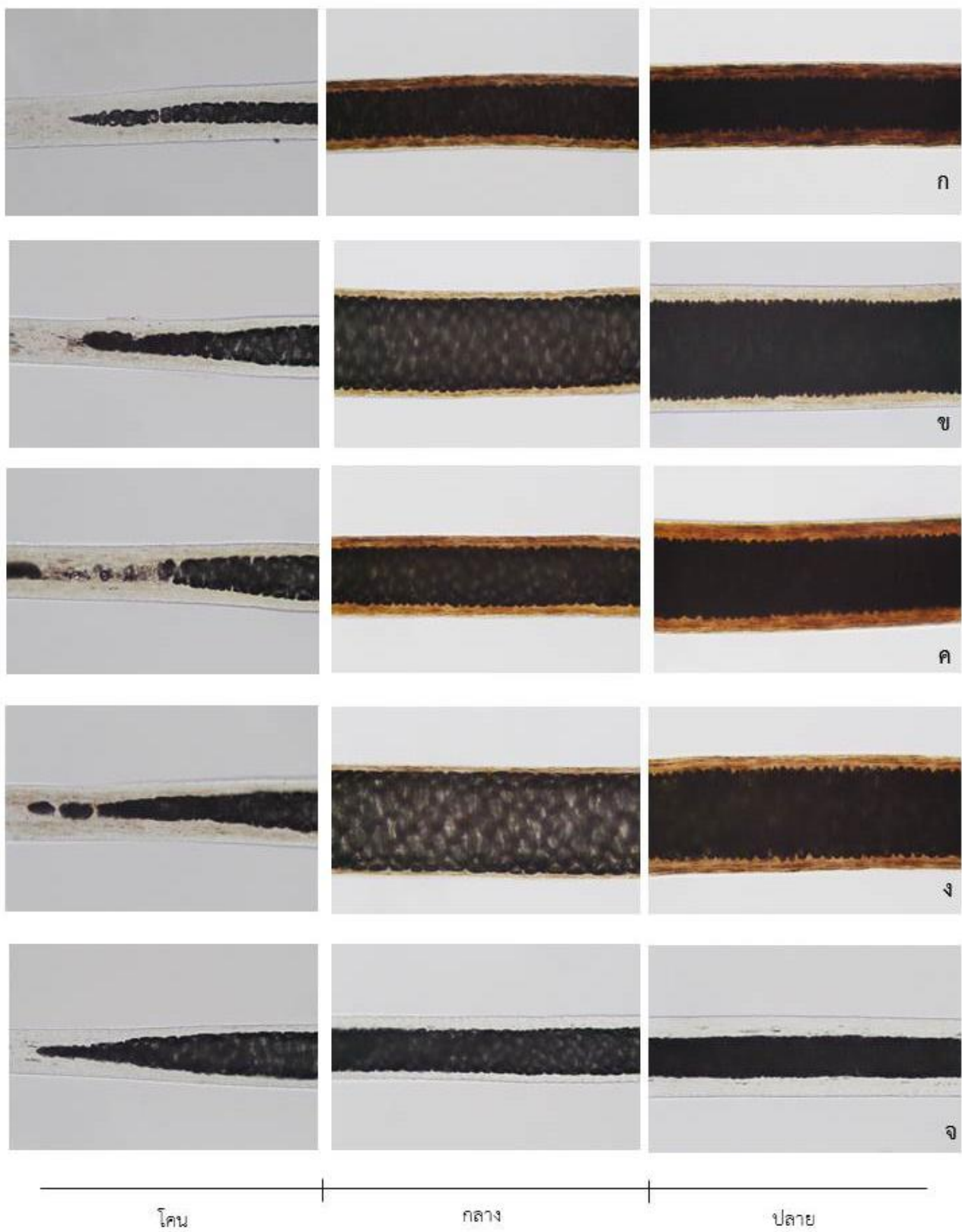
ภาพที่ 46 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนเนื้อทรายบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



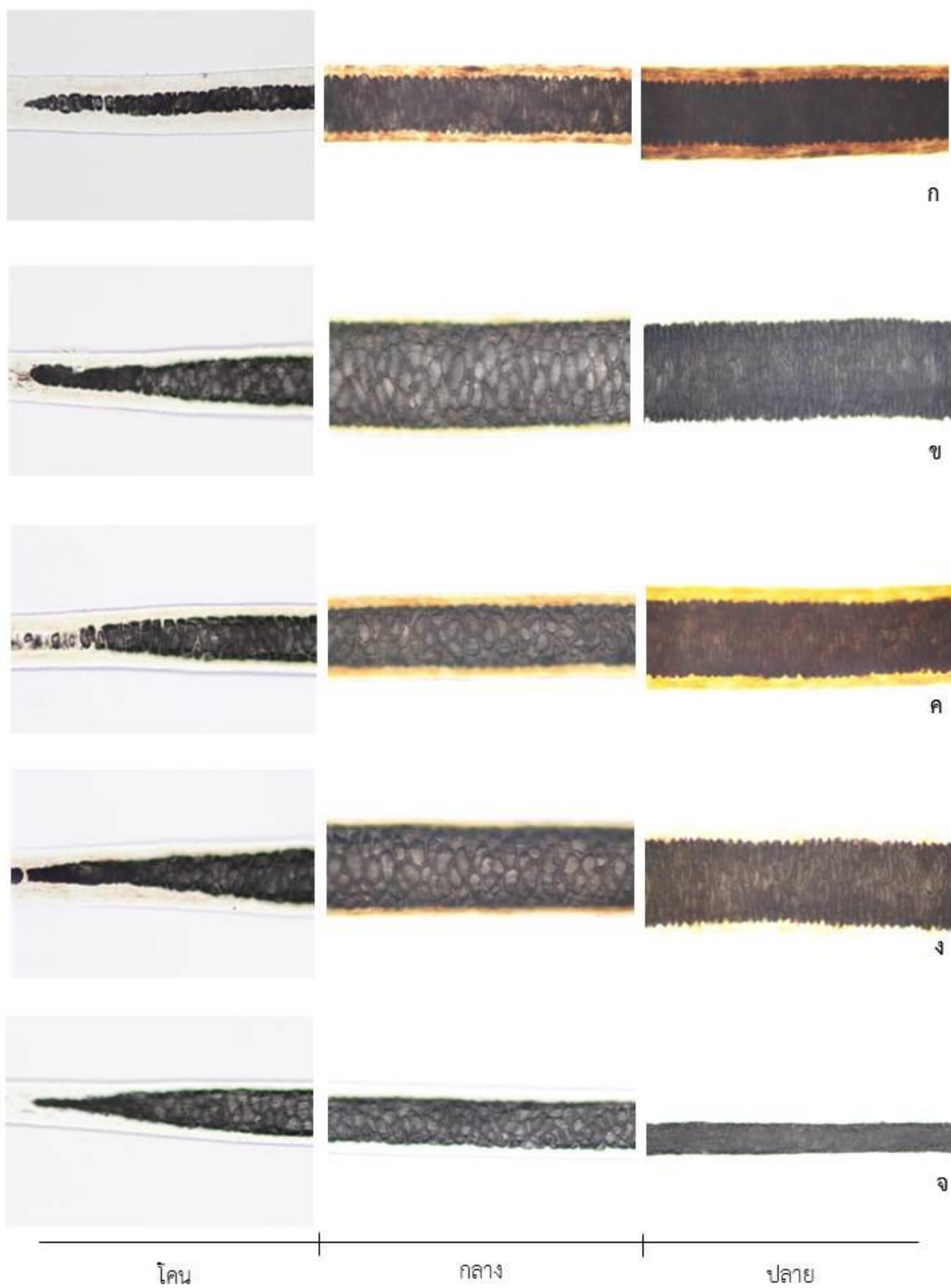
ภาพที่ 47 ลักษณะ (ก) ภายนอกของเนื้อทวารบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



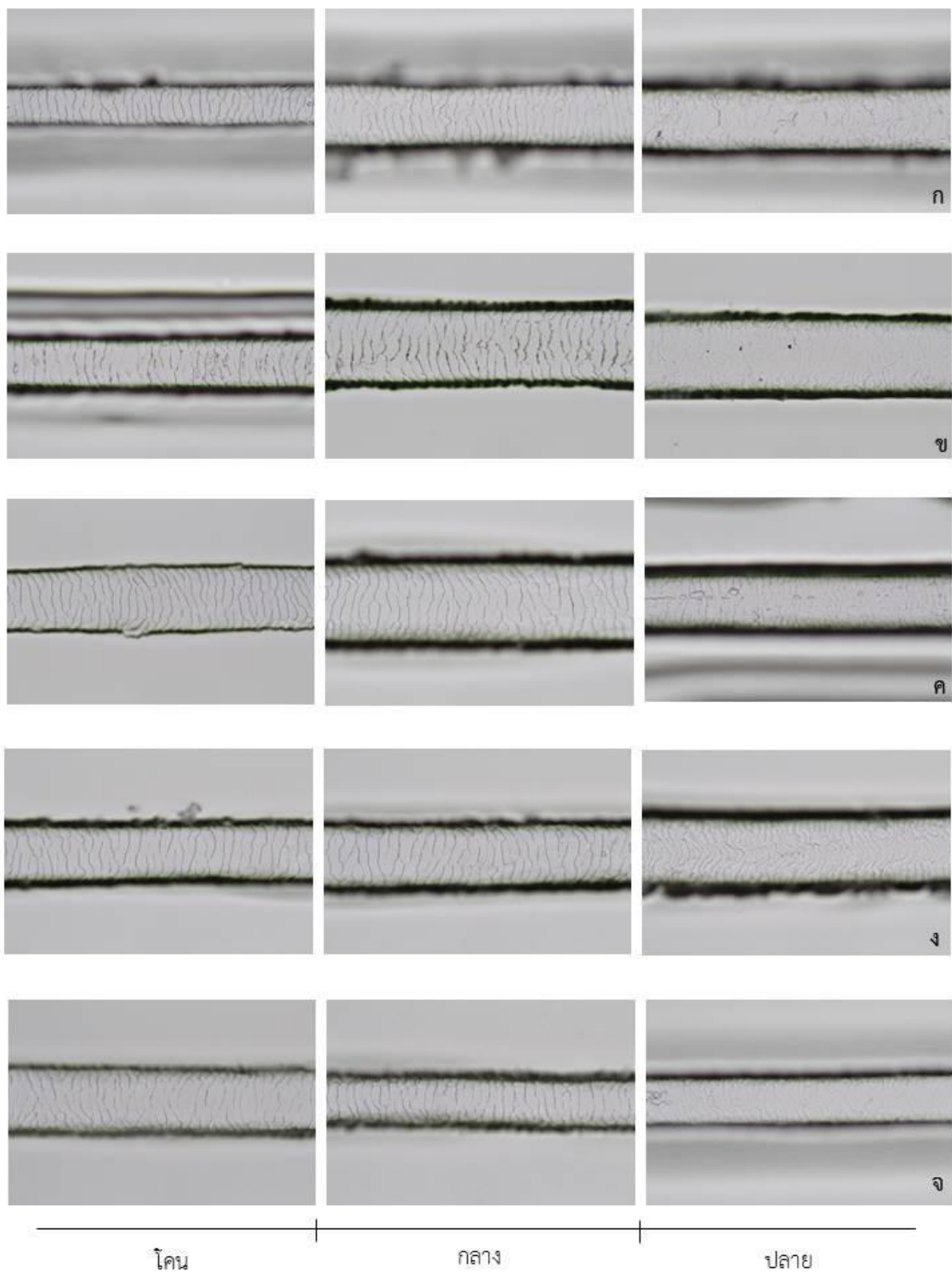
ภาพที่ 48 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนเนื้อทรายบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



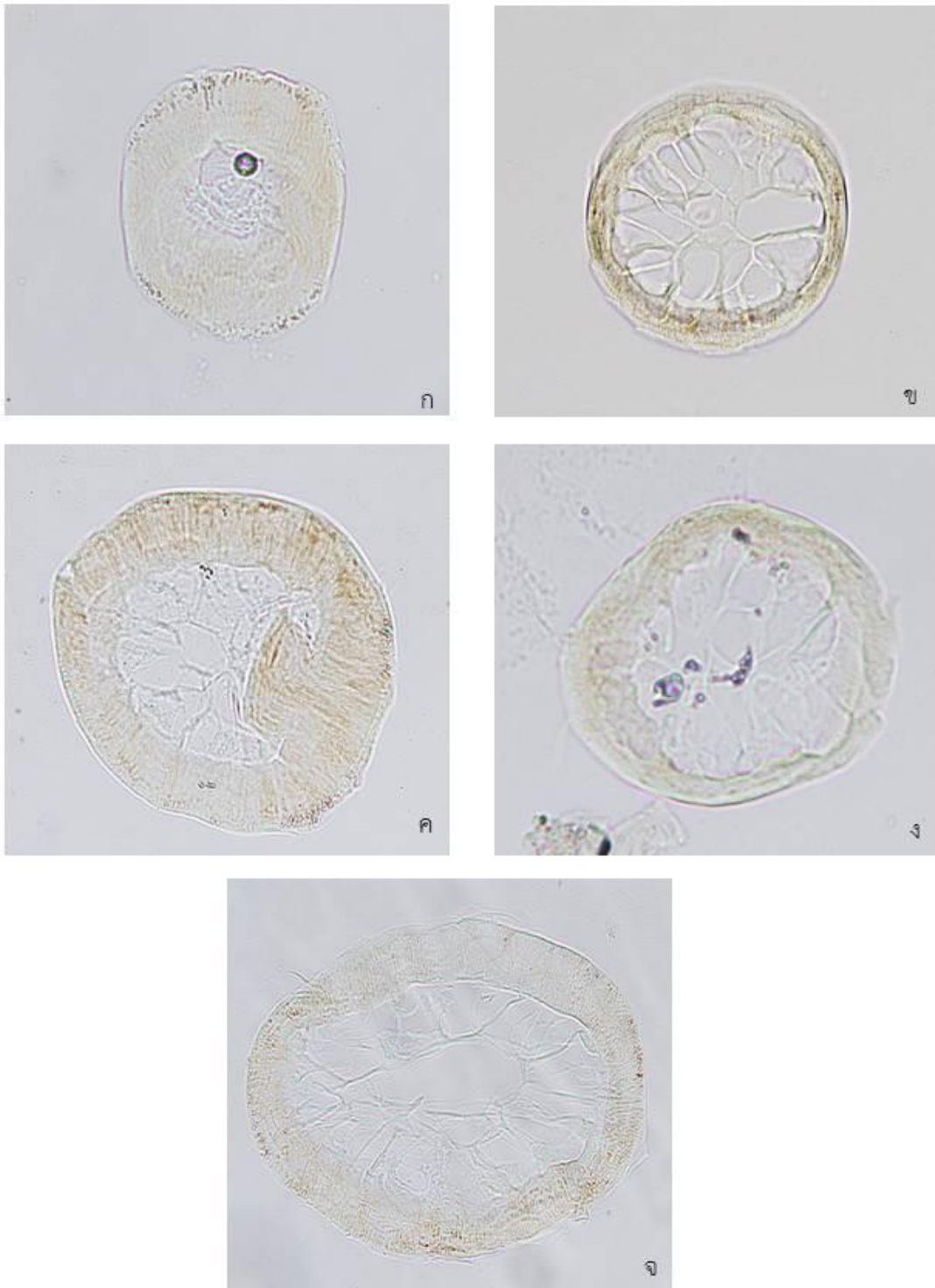
ภาพที่ 49 ลักษณะชั้นกระพี้ชั้น (Cortex) ของเส้นขนเนื้อทรายบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 50 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนเนื้อทรายบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 51 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนเนื้อทรายบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 52 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนเนื้อทราย บริเวณส่วน (ก) หัว (ข)
(ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)

กระจงหนู

ลักษณะภายนอกของเส้นขนมีสีน้ำตาลเข้มและสีเหลืองส้ม มีความยาวโดยเฉลี่ย ส่วนหัว 1.22 ± 0.61 ส่วนไหล่ 1.92 ± 0.14 ส่วนหลัง 2.17 ± 0.13 ส่วนสะโพก 2.52 ± 0.16 และส่วนท้อง 1.78 ± 0.16 ของขนแต่ละส่วนบนตัวกระจงหนู มีลักษณะรูปร่าง ขนาด ของเส้นขน มีลักษณะทั่วไปของเส้นขน เส้นยาว และขนนุ่ม เป็นเส้นตรงจนถึงเส้นโค้งเล็กน้อย เส้นขนส่วนมากส่วนปลายกว้างมากกว่าส่วนโคนขนและกลางขน ยกเว้น เส้นขนที่พบบริเวณส่วนไหล่และท้องจะมีส่วนของโคนขนมีขนาดกว้างมากกว่าส่วนอื่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างของแกนขน เปลือกขน รากขน และ หน้าตัดขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของแกนขน

บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ และ หลัง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขนโดยขนส่วนปลาย มีรูปร่างแบบ Narrow Lattice และขนส่วนกลาง และโคนแบบ Wide Lattice

บริเวณขนส่วนท้อง โครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน โดยขนส่วนปลาย กลางและโคน มีรูปร่างแบบ Wide Lattice

บริเวณขนส่วนสะโพก โครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน โดยขนส่วนปลาย และกลางมีรูปร่างแบบ Wide Lattice ขนส่วนโคนแบบ Wide Lattice หรือ Uniseriate ladder

รูปแบบของขอบแกนขนบริเวณหัว ไหล่ สะโพก ท้อง และหลัง ทั้ง 3 ส่วน คือ ปลาย กลางและโคนมีลักษณะแบบ Scalloped ขนบริเวณหัว

2. เปลือกขน

บริเวณขนส่วนหัว ส่วนปลายขนมีรูปร่างของเปลือกขนแบบ Irregular wave ขนส่วนกลางและโคน มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Regular wave

บริเวณขนส่วนไหล่ ส่วนปลายขนและกลางขนมีรูปร่างของเปลือกขนแบบ Irregular wave ขนโคน มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Regular wave

บริเวณขนส่วนท้อง สะโพก และ หลัง มีขนส่วนปลาย กลางและโคน มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Regular wave

3. รูปร่างของโคนและปลายรากขน

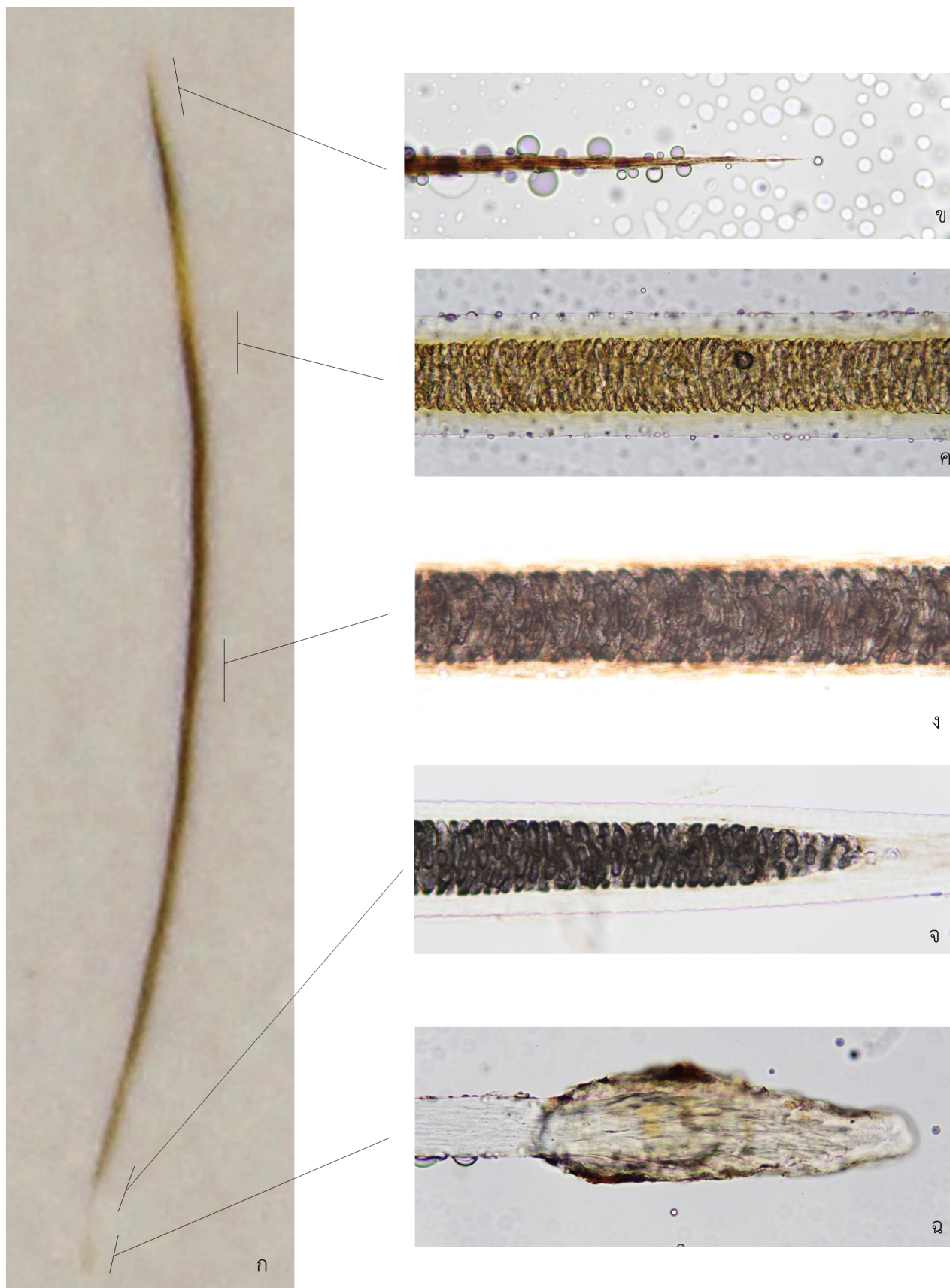
บริเวณขนส่วนหัว และไหล่ รากขนมีลักษณะเหมือนกัน แบบ Spear shape ส่วนในบริเวณสะโพก ท้อง และหลังเป็นแบบ Spear shape-Elongated รูปร่างของโคนขนบริเวณส่วนหัวมีลักษณะแบบ Middle Wineglass shape root ส่วนบริเวณไหล่ หลัง สะโพก และท้อง มีลักษณะเหมือนกันแบบ Narrow Wineglass shape root และรูปร่างของปลายรากขนบริเวณส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง มีลักษณะเหมือนกันแบบ แบบ Spade-shaped root

4. หน้าตัดขน

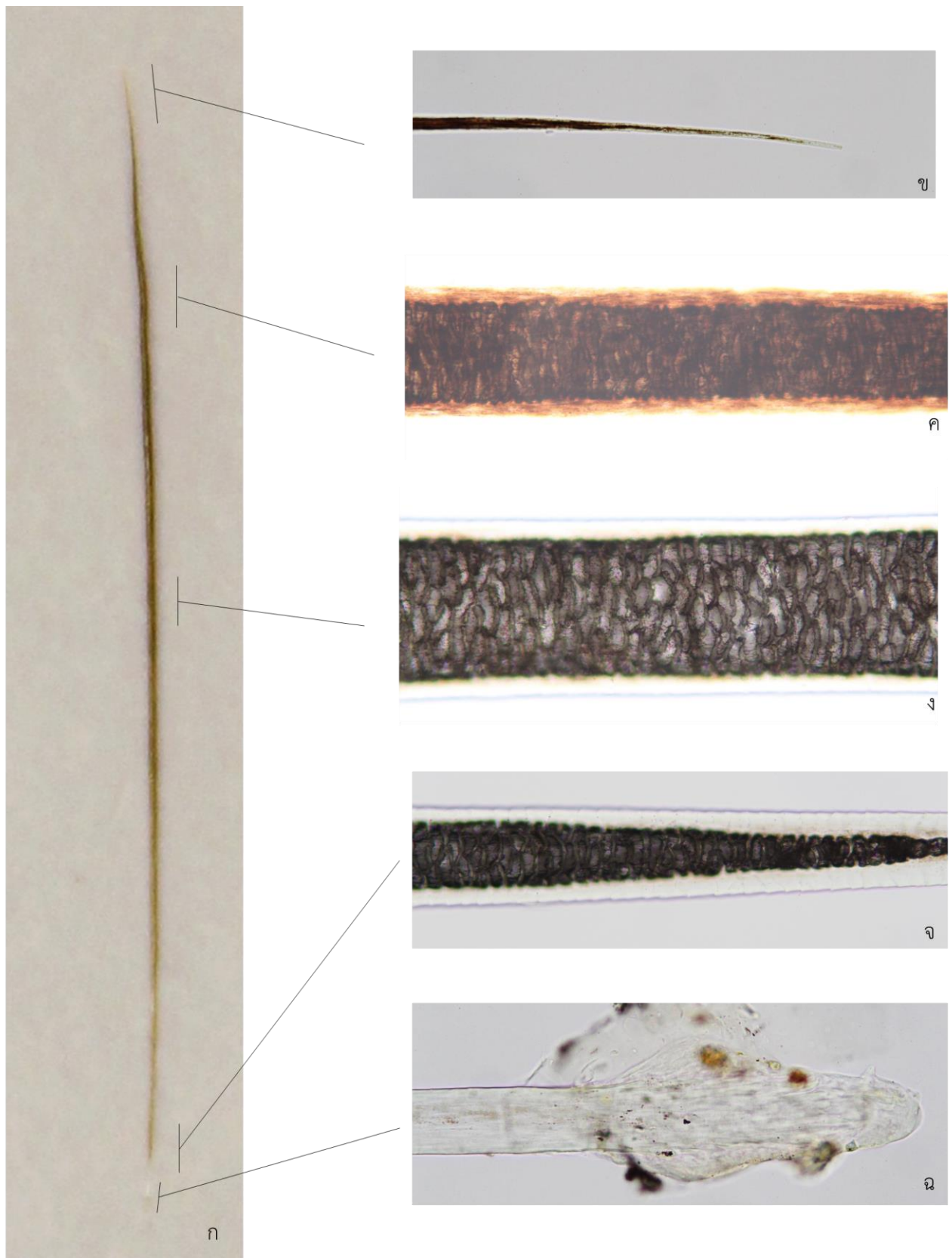
บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง มีรูปร่างหน้าตัดขนของเส้นขน แบบ Oblong large Medulla บริเวณส่วนท้องและหลัง แบบ Oval Large Medulla รูปร่างหน้าตัดขนของแกนขนบริเวณส่วนหัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Wide Lattice



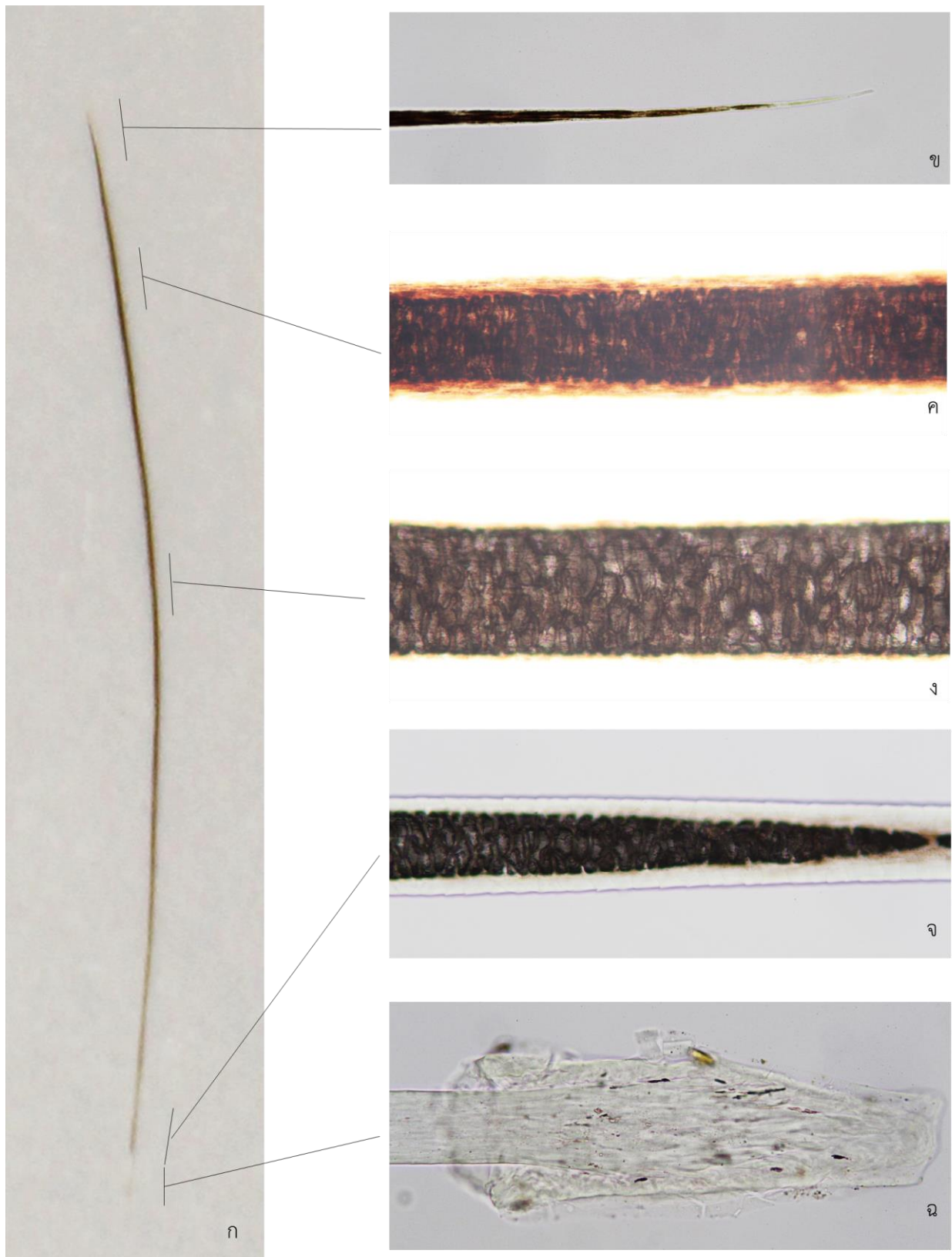
ภาพที่ 53 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระจุจหนูปริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้างของ
แกนชน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนชน และ (ฉ) รูปร่างของรากลชน (20X)



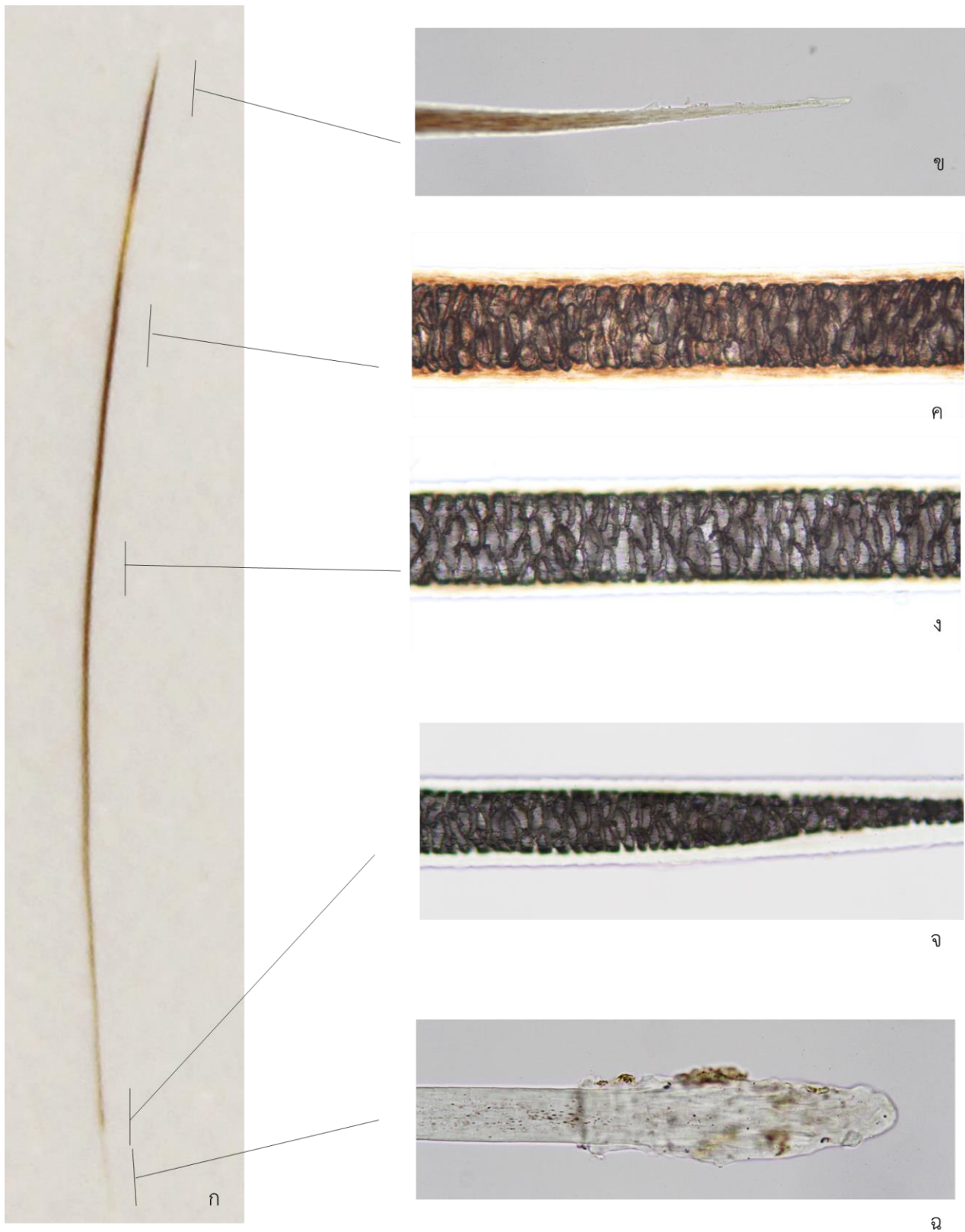
ภาพที่ 54 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระเจียวบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



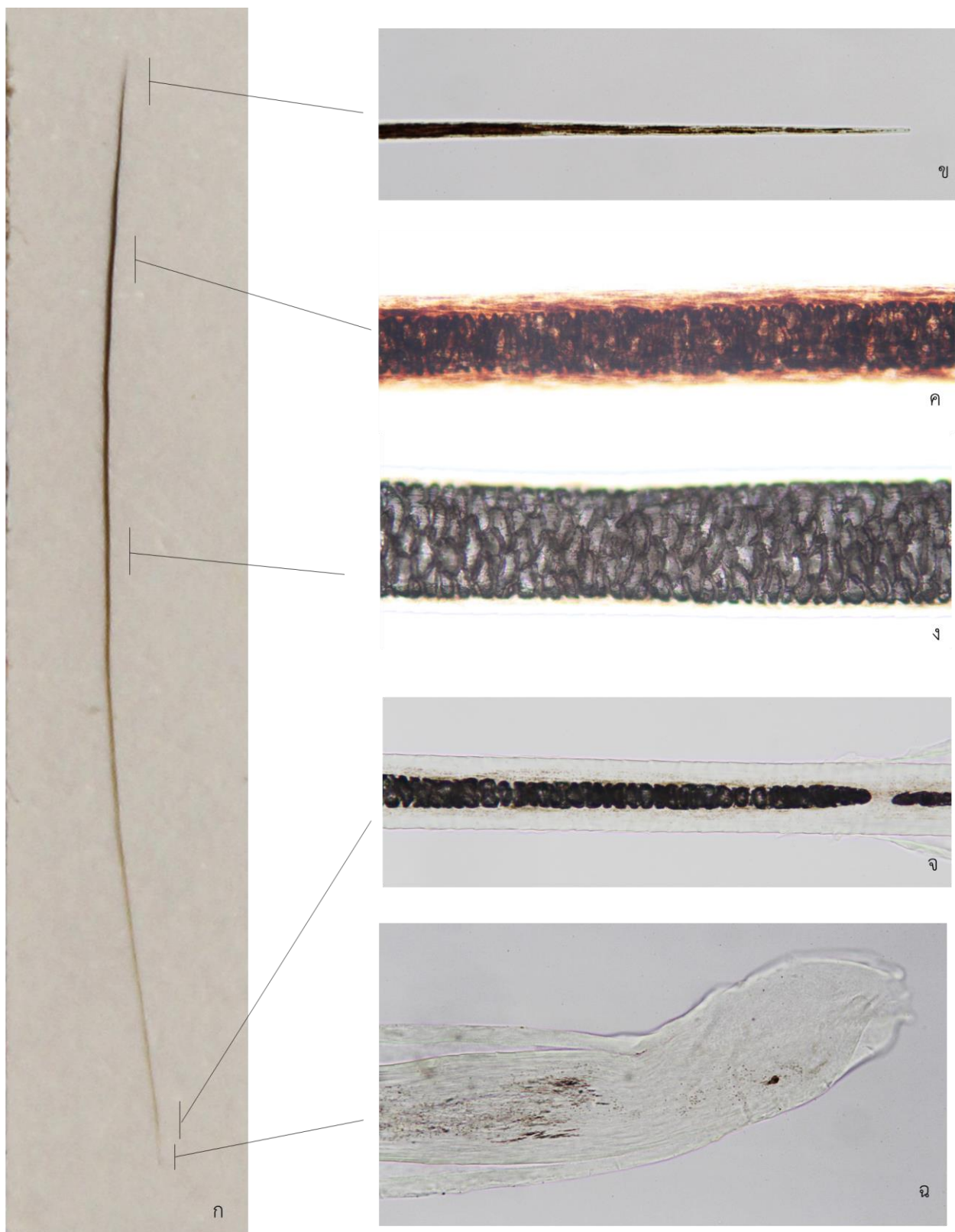
ภาพที่ 55 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนครกขณบริเวณส่วนใหญ่ (ข) รูปร่างของปลายข (ค) โครงสร้างของ
แกนข ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนข และ (ฉ) รูปร่างของรากข (20X)



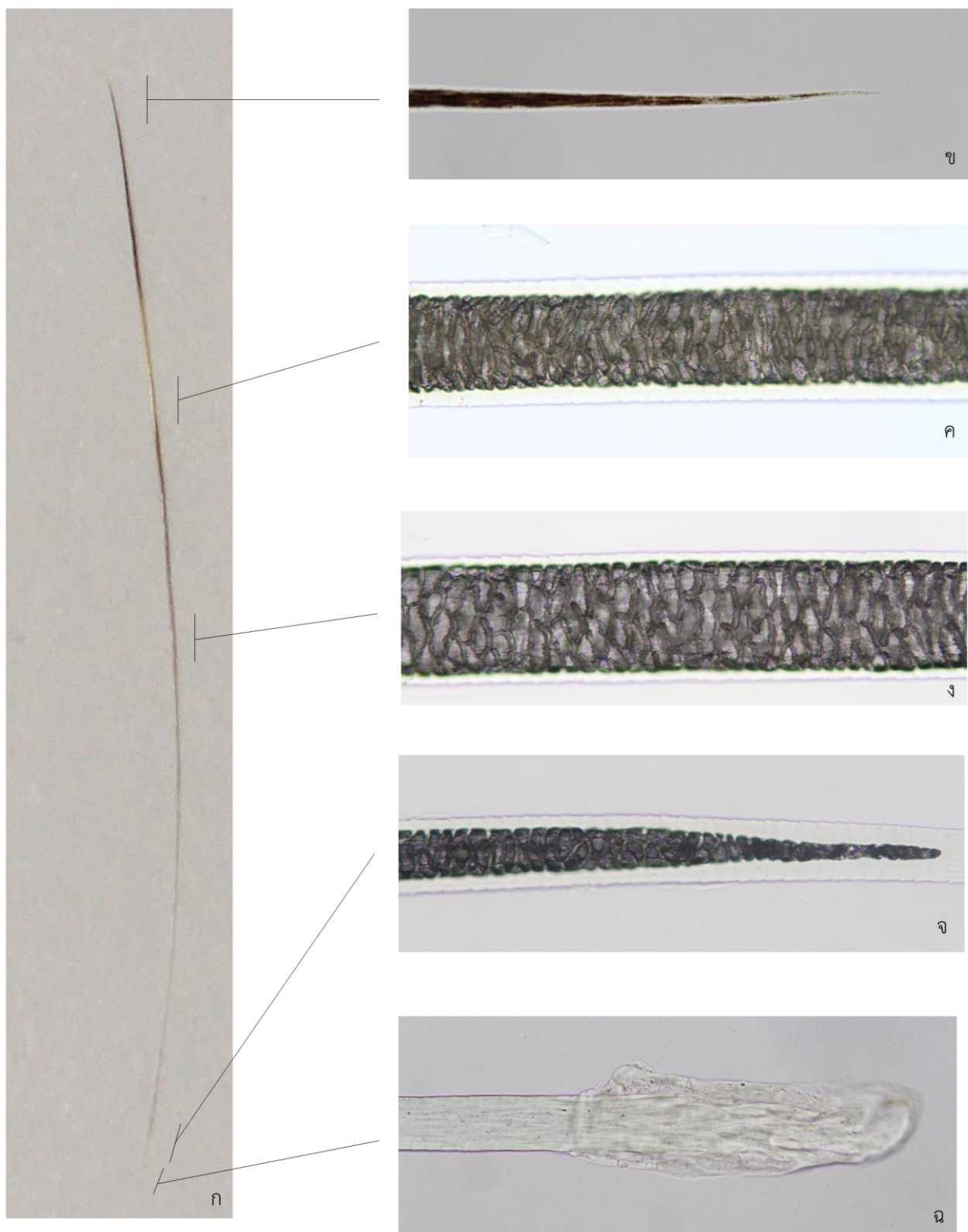
ภาพที่ 57 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระพุ้งบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



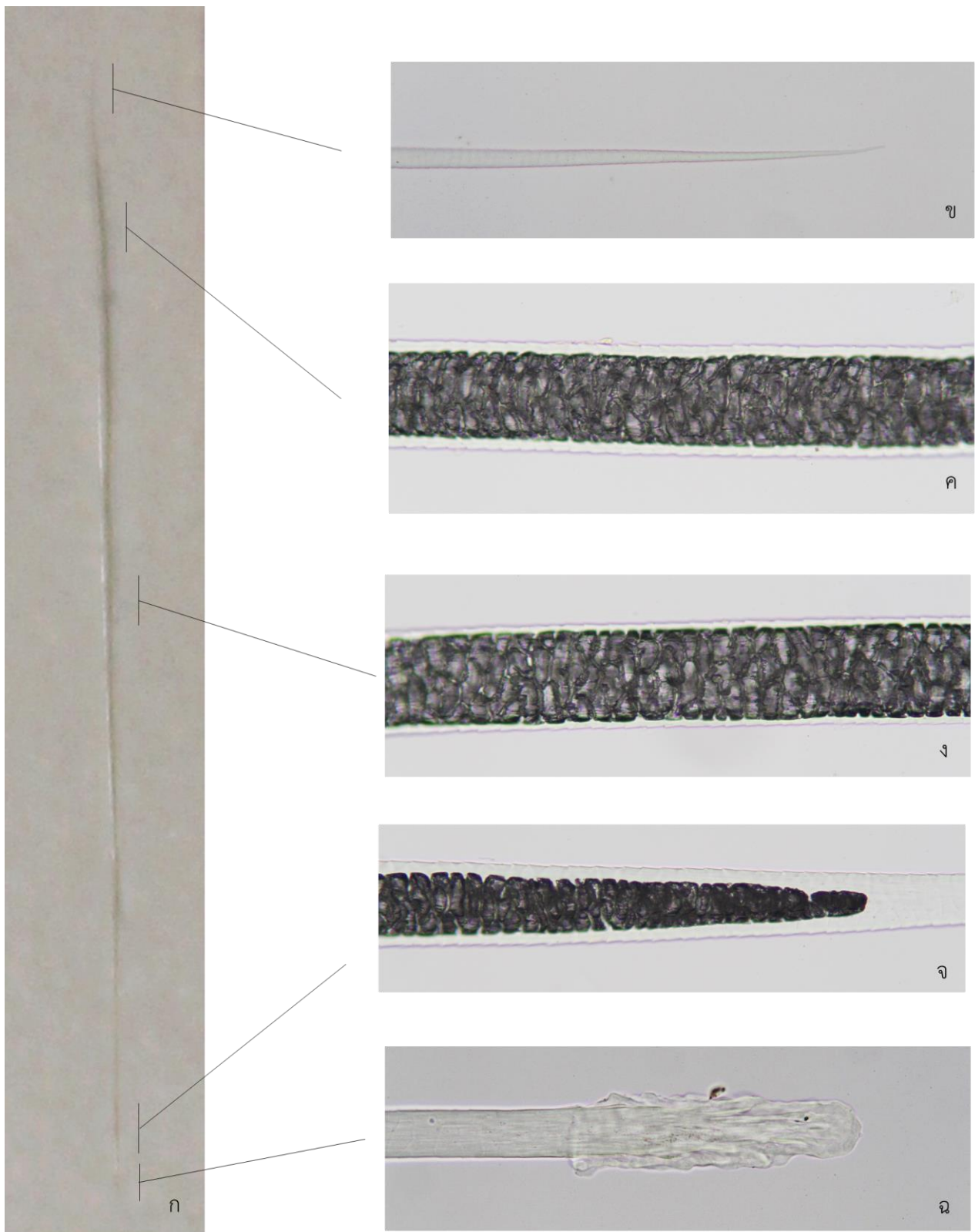
ภาพที่ 58 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระจุยบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



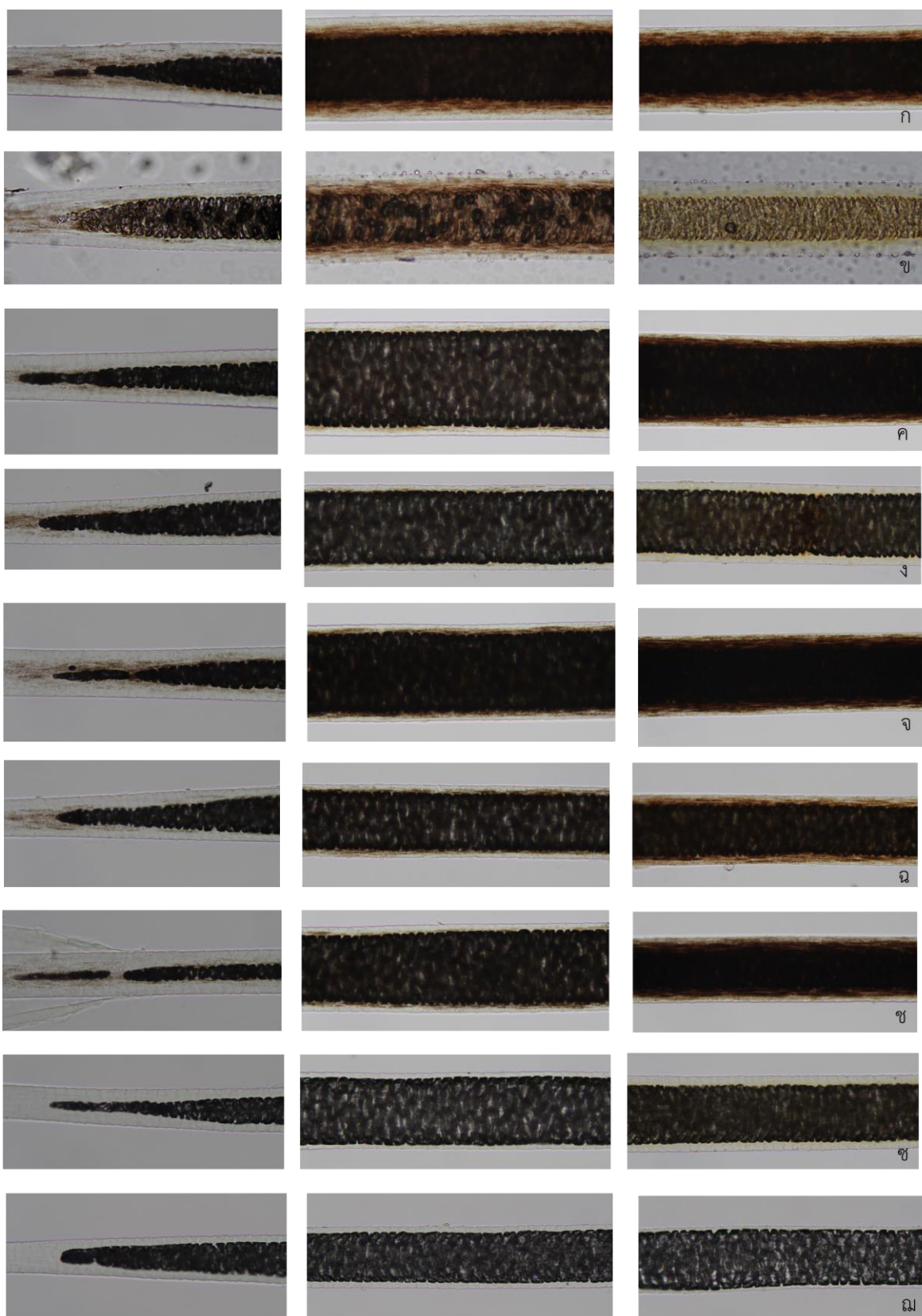
ภาพที่ 59 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระจุยบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



ภาพที่ 60 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระจุยบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายชน (ค) โครงสร้างของ
แกนชน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนชน และ (ฉ) รูปร่างของรากชน (20X)

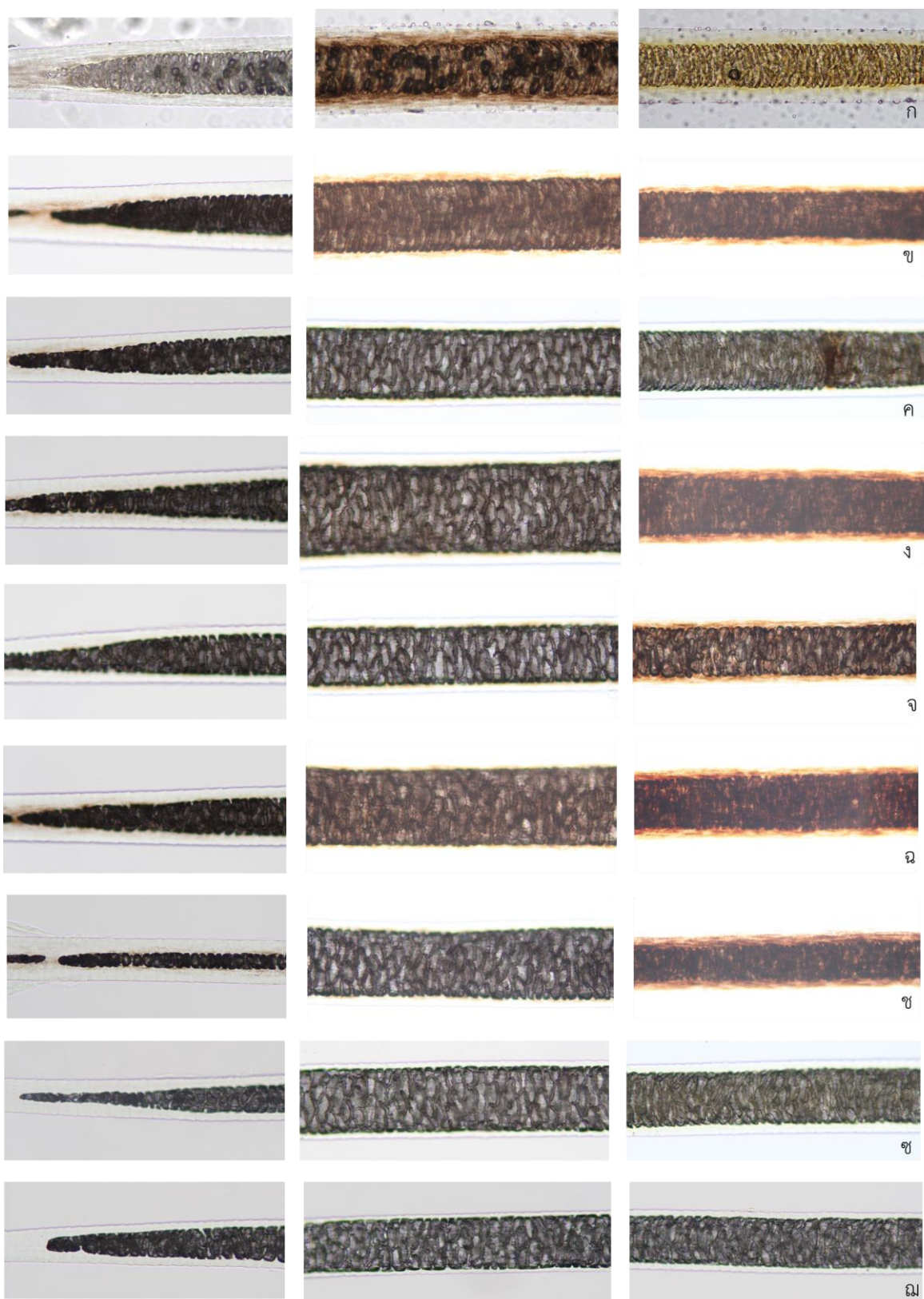


ภาพที่ 61 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกกระเจิงบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)

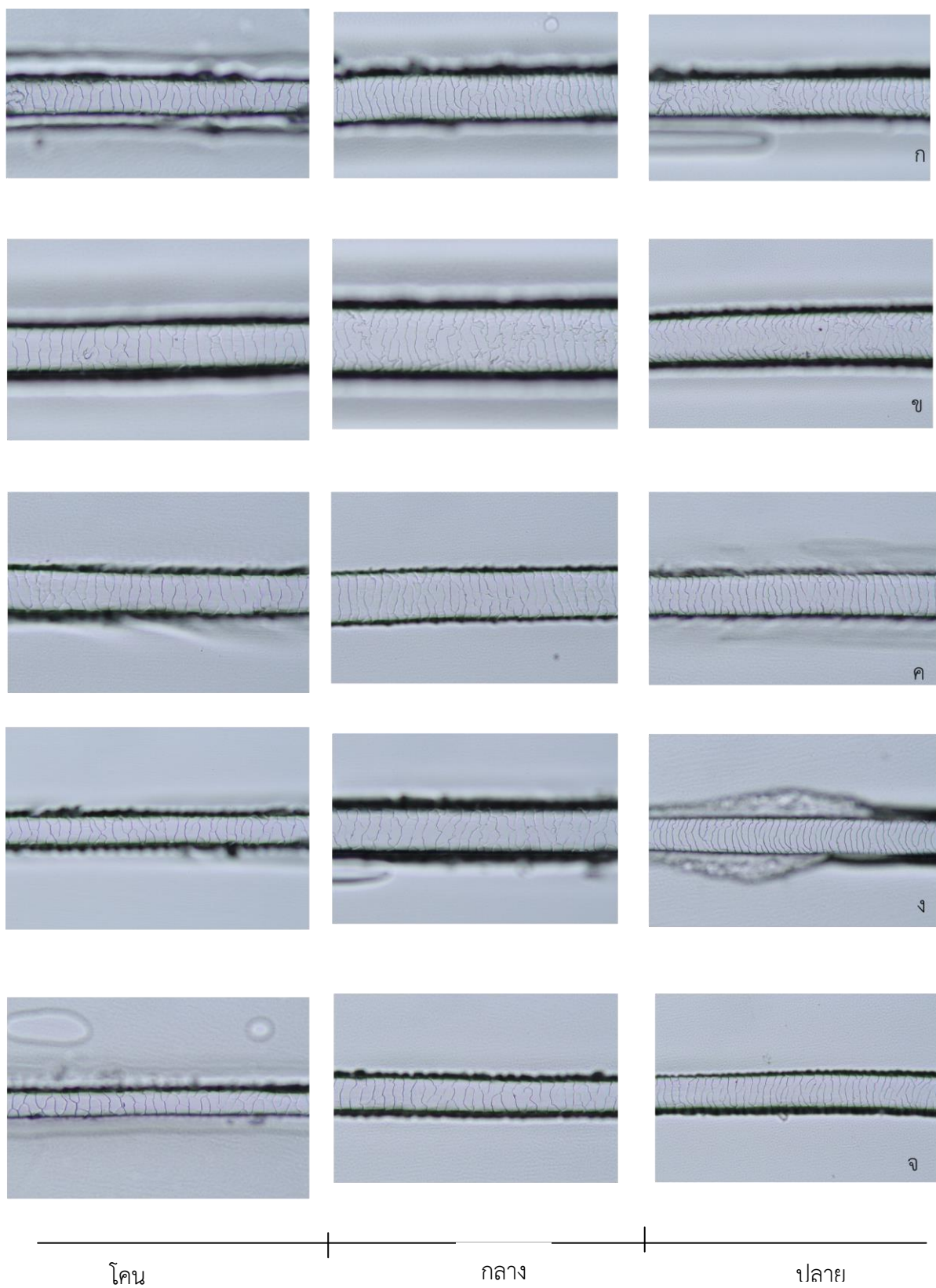


โคน | กลาง | ปลาย

ภาพที่ 62 ลักษณะชั้นกระพี้ชั้น (Cortex) ของเส้นขนกระจงหนูปริเวณส่วน (ก,ข) หัว (ค,ง) ไหล่ (จ,ฉ) หลัง (ช,ซ) สะโพก และ (ฒ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 63 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนกระจงหนูบริเวณส่วน (ก,ข) หัว (ค,ง) ไหล่ (จ,ฉ) หลัง (ช,ซ) สะโพก และ (ณ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 64 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนกระจงหนูบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 65 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนกระจิงหนู บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)

กระจงควาย

ลักษณะภายนอกของเส้นขนมีสีน้ำตาลเข้มและสีเหลืองส้ม มีความยาวโดยเฉลี่ย ส่วนหัว 1.22 ± 0.61 ส่วนไหล่ 1.92 ± 0.14 ส่วนหลัง 2.17 ± 0.13 ส่วนสะโพก 2.52 ± 0.16 และส่วนท้อง 1.78 ± 0.16 ของขนแต่ละส่วนบนตัวกระจงหนู มีลักษณะรูปร่าง ขนาด ของเส้นขน มีลักษณะทั่วไปของเส้นขน เส้นเล็กและขนนุ่ม เป็นเส้นตรงจนถึงเส้นโค้งเล็กน้อย เส้นขนส่วนมากส่วนปลายกว้างมากกว่าส่วนโคนขนและกลางขน ยกเว้น เส้นขนที่พบบริเวณส่วนไหล่และท้องจะมีส่วนของโคนขนมีขนาดกว้างมากกว่าส่วนอื่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างของแกนขน เปลือกขน รากขน และ หน้าตัดขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของแกนขน

บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ และ ท้อง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน โดยขนส่วนปลายและกลางขน มีรูปร่างแบบ Narrow Lattice และขนส่วนโคนแบบ Wide- Lattice

บริเวณขนส่วนสะโพก และหลังขนส่วน ปลาย กลางและโคน มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน แบบ Narrow Lattice

รูปแบบของขอบแกนขนบริเวณส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง ทั้ง 3 ส่วน คือ ปลาย กลางและโคนมีลักษณะแบบ Scalloped

2. เปลือกขน

บริเวณขนส่วนหัวและไหล่ ขนส่วนปลาย และกลางมีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Irregular wave และขนส่วนโคนแบบ Regular wave

บริเวณขนส่วนท้อง ส่วนปลาย และโคนมีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Regular wave และขนส่วนกลางแบบ Irregular wave

บริเวณขนส่วนสะโพก ส่วนปลาย มีรูปร่างของเปลือกขนแบบ Irregular wave และขนส่วนกลางและโคนแบบ Regular wave

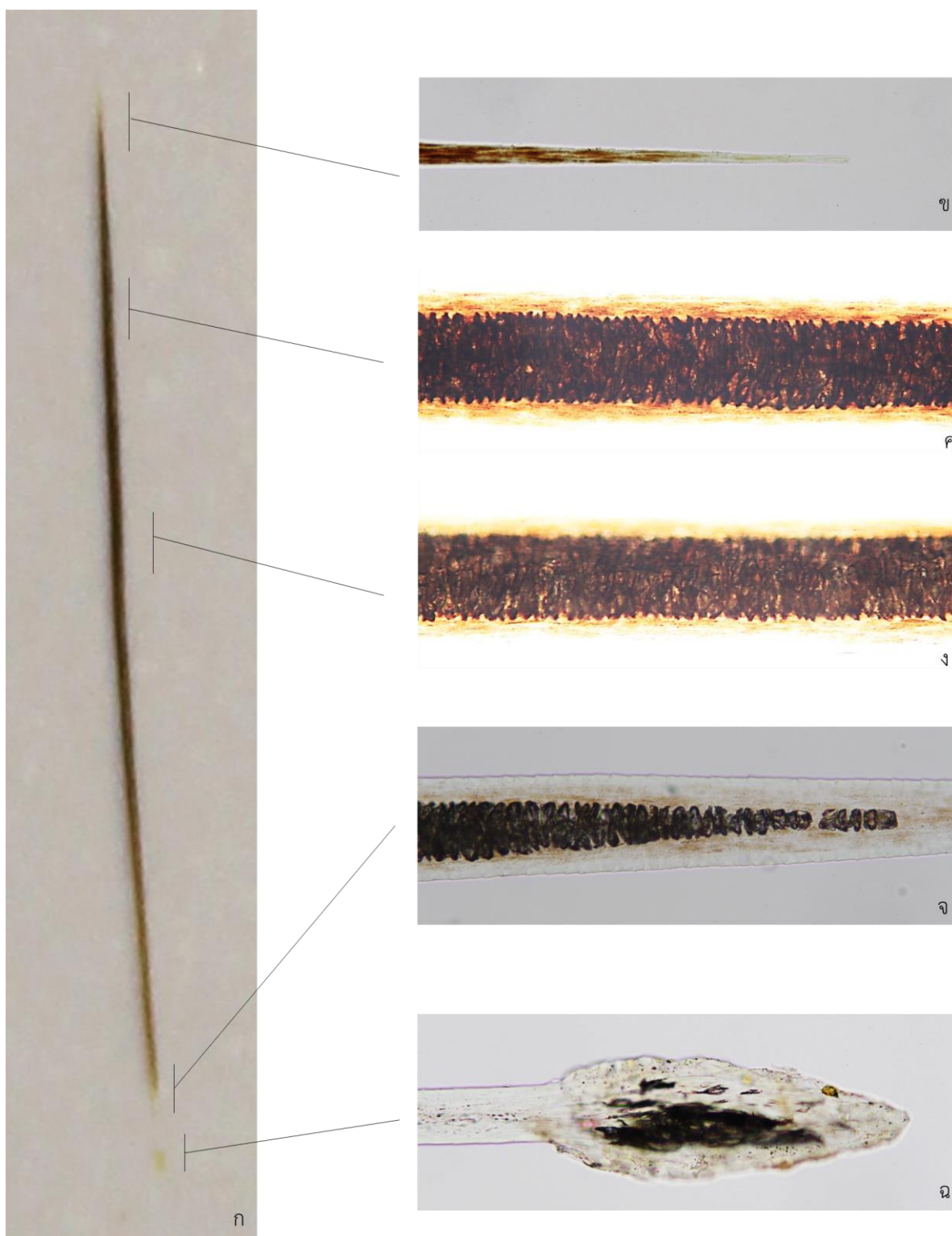
บริเวณขนส่วนหลัง ส่วนปลาย กลางและโคนมีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Regular wave

3. รูปร่างของโคนขนและปลายรากขน

บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ และสะโพก รากขนมีลักษณะเหมือนกัน แบบ Spear shape ส่วนในบริเวณท้องและหลังเป็นแบบ Elongated รูปร่างของโคนบริเวณส่วนหัวและไหล่มีลักษณะแบบ Middle Wineglass shape ส่วนบริเวณหลัง สะโพกและท้อง มีลักษณะเหมือนกันแบบ Narrow Wineglass shape และรูปร่างของปลายรากขนมีลักษณะเหมือนกันแบบ Spade shape root

4. หน้าตัดขน

บริเวณส่วน หัว มีรูปร่างหน้าตัดขนของเส้นขน แบบ Oval small Medulla ($<1/2$ DBH) ไหล่ และ สะโพก แบบ Oblong large Medulla บริเวณส่วนท้องและหลัง แบบ Oval Large Medulla รูปร่างหน้าตัดขนของ แกนขนบริเวณส่วนไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Wide Lattice และ บริเวณหัว แบบ Absent



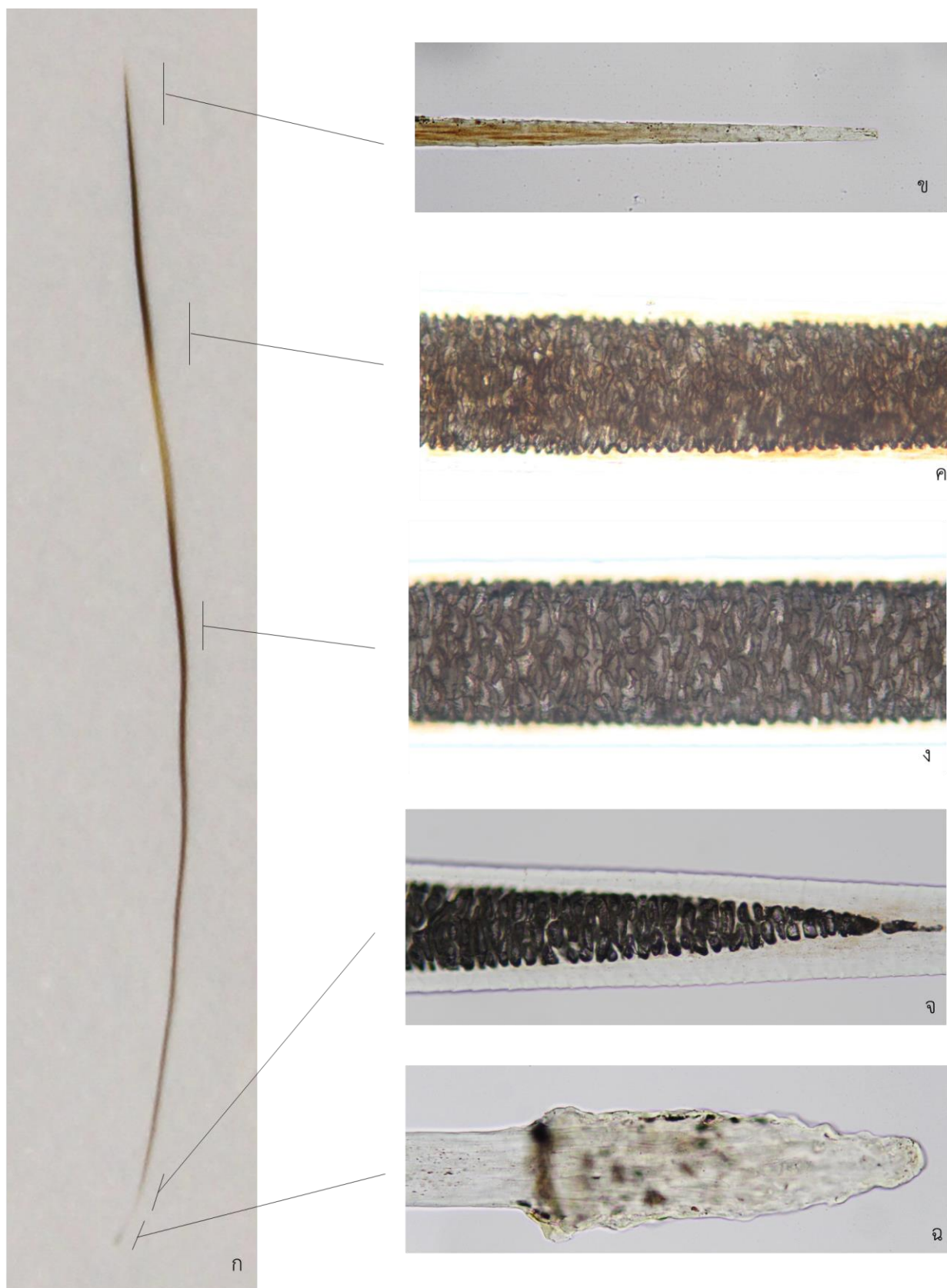
ภาพที่ 66 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกกระเจงควายบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



ภาพที่ 67 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระเจียวบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



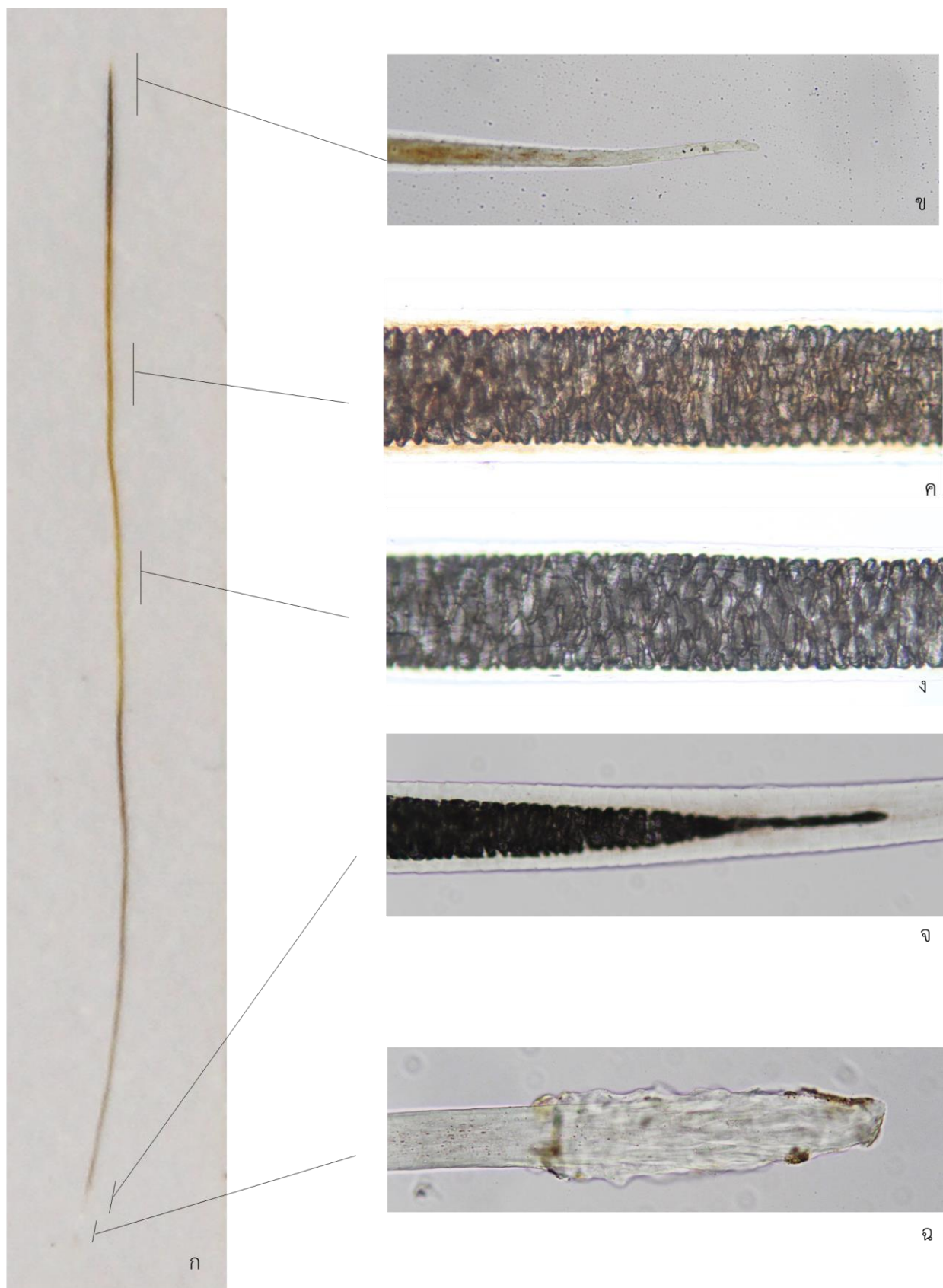
ภาพที่ 68 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกกระเจงควายบริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



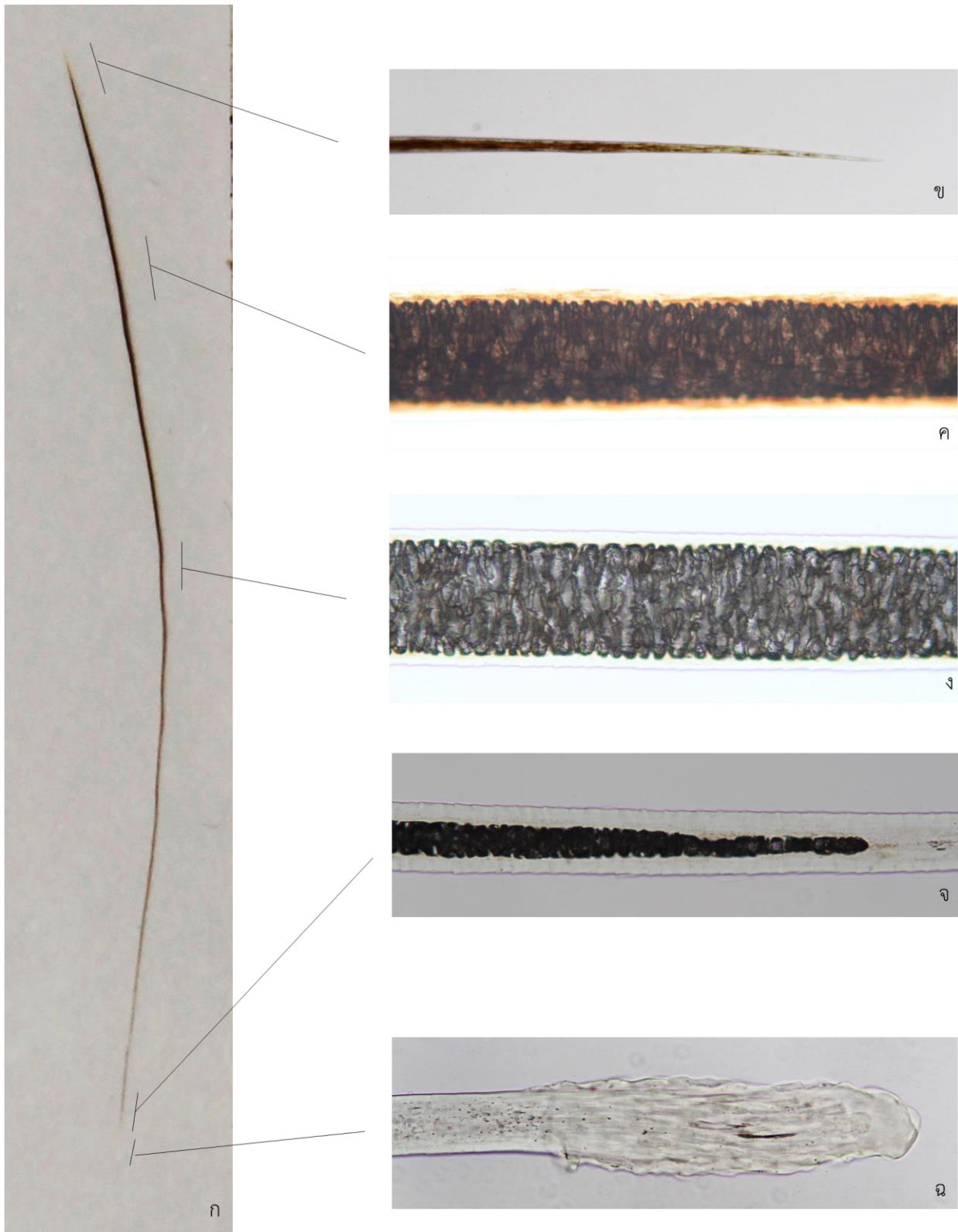
ภาพที่ 69 ลักษณะ (ก) ภายนอกจนกระทั่งควายบริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



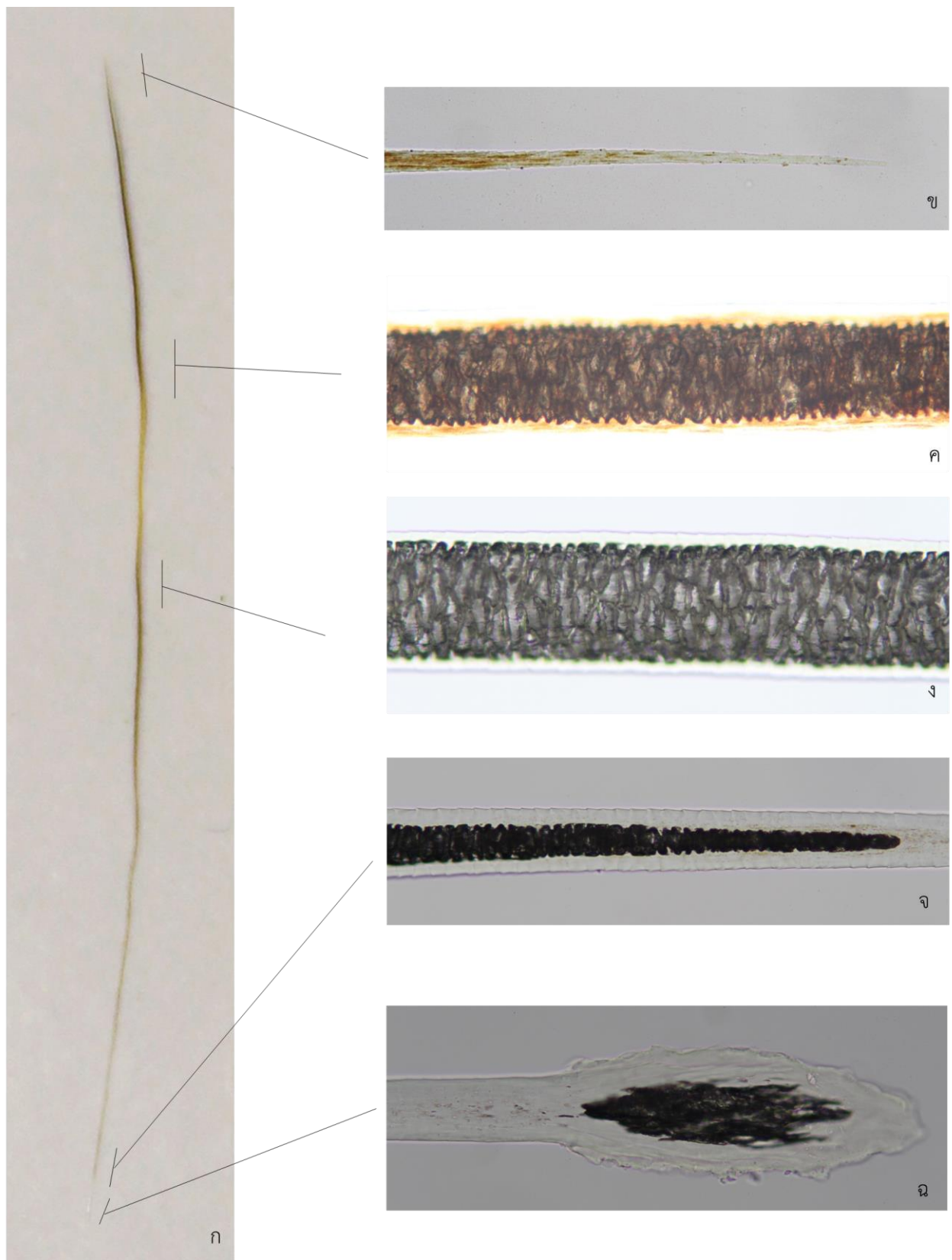
ภาพที่ 70 ลักษณะ (ก) ภายนอกจนกระทั่งควายบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



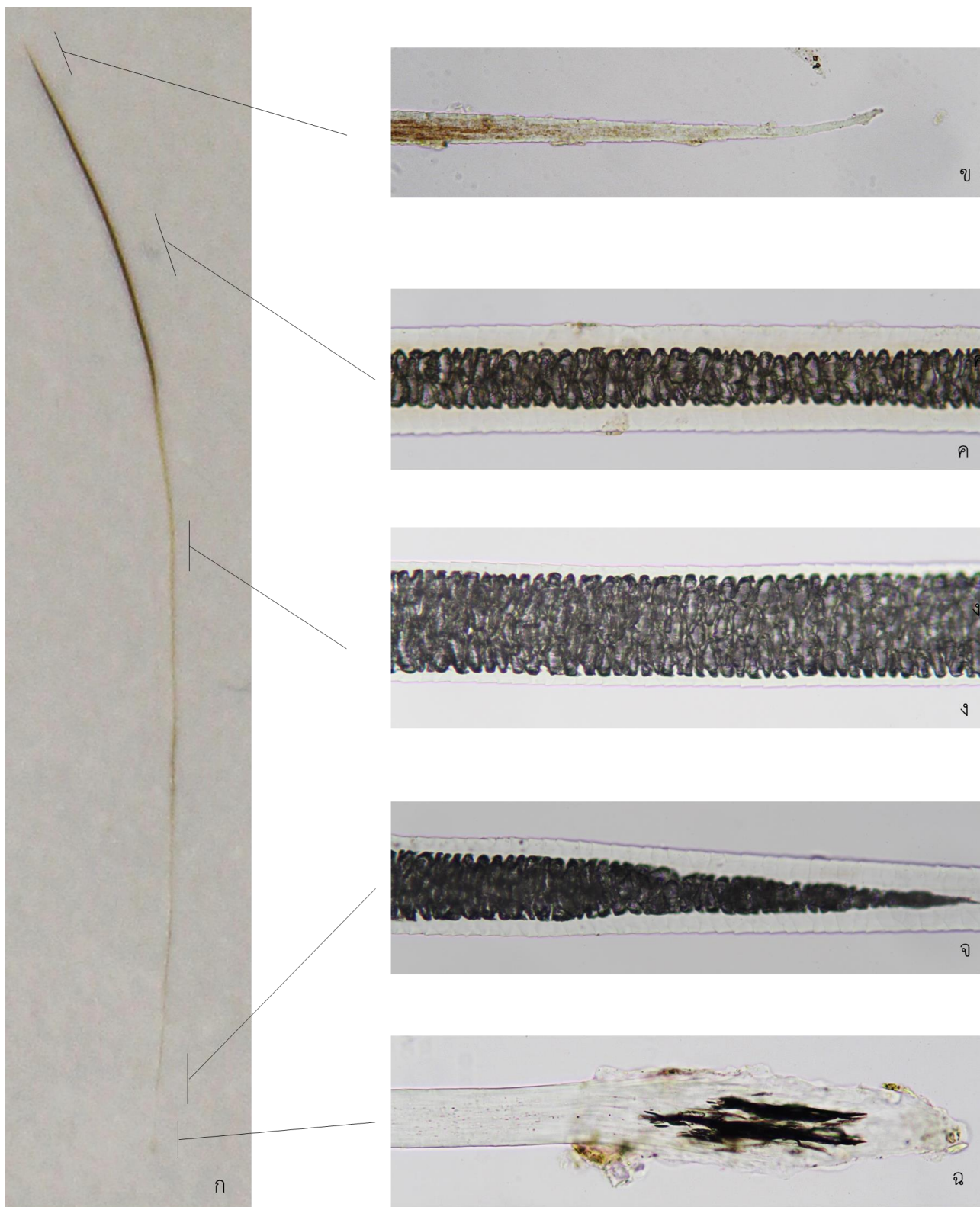
ภาพที่ 71 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนกกระเจิงควายบริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายข (ค) โครงสร้างของ
แกนข ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนข และ (ฉ) รูปร่างของรากข (20X)



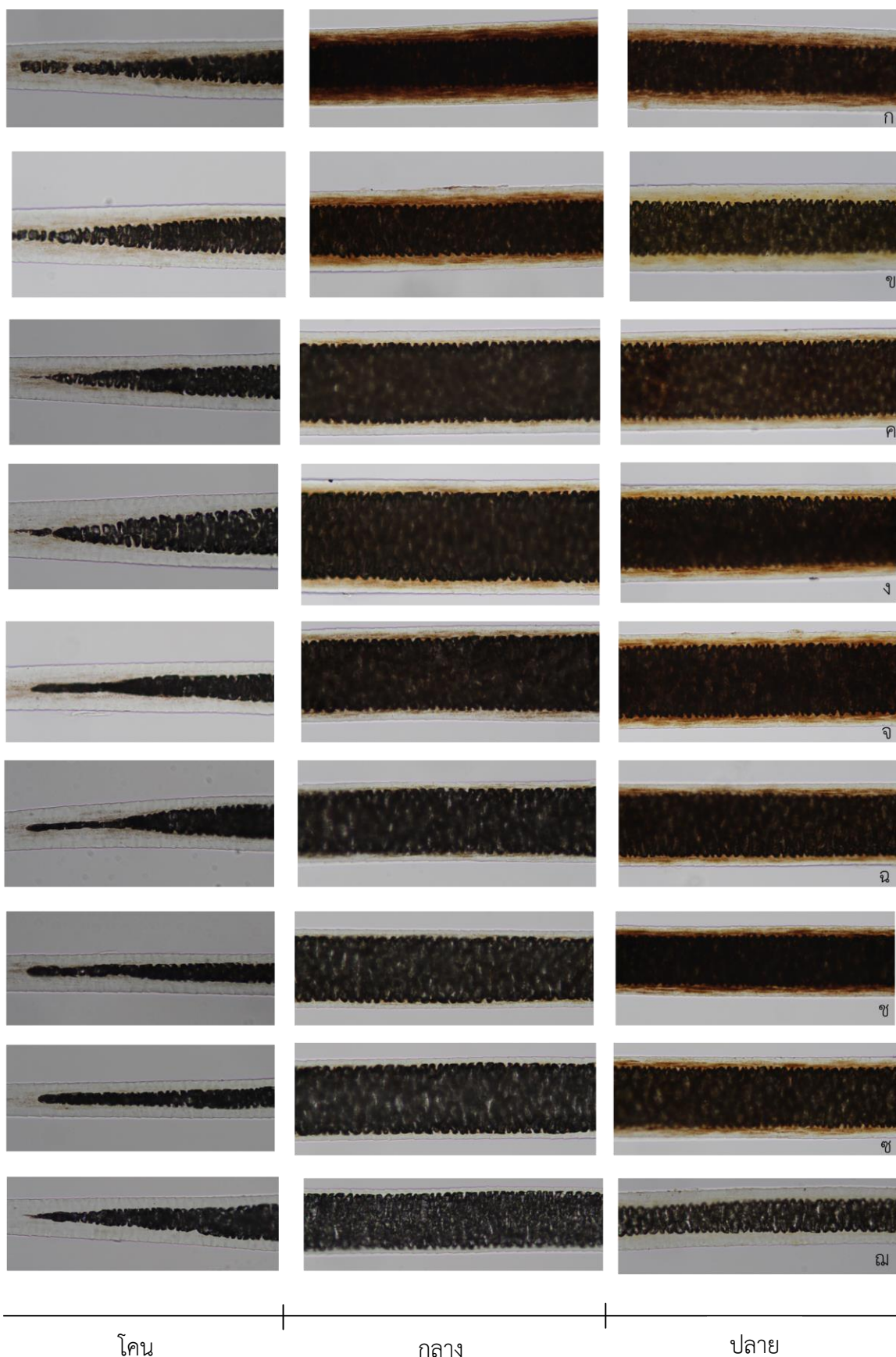
ภาพที่ 72 ลักษณะ (ก) ภายนอกของกระดองควายบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



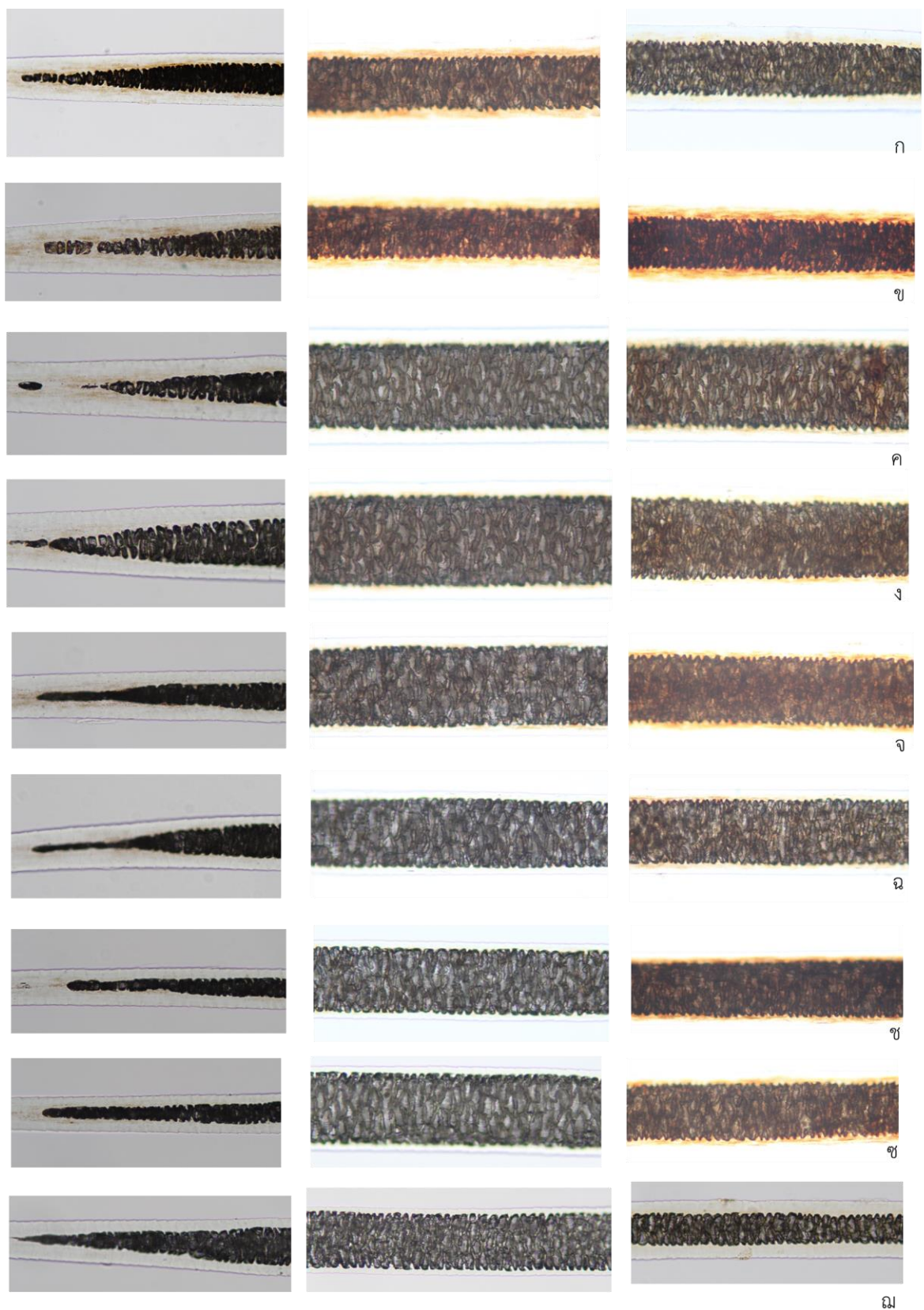
ภาพที่ 73 ลักษณะ (ก) ภายนอกจนกระทั่งควายบริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



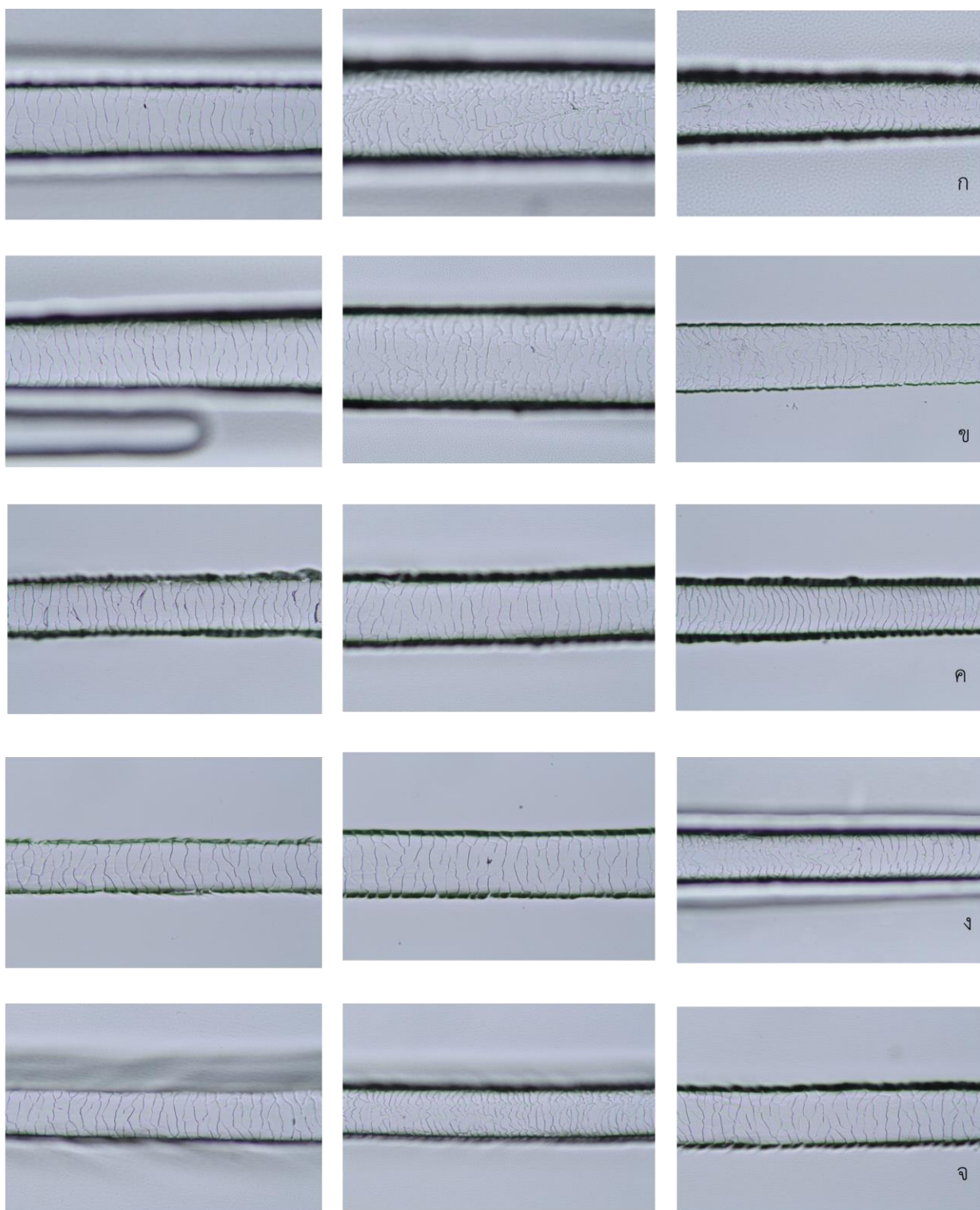
ภาพที่ 74 ลักษณะ (ก) ภายนอกจนกระทั่งควายบริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



ภาพที่ 75 ลักษณะชั้นกระพี้ชั้น (Cortex) ของเส้นขนกระจงควายบริเวณส่วน (ก,ข) หัว (ค,ง) ไหล่ (จ,ฉ) หลัง (ช,ซ) สะโพก และ (ฅ) ท้อง (20X)

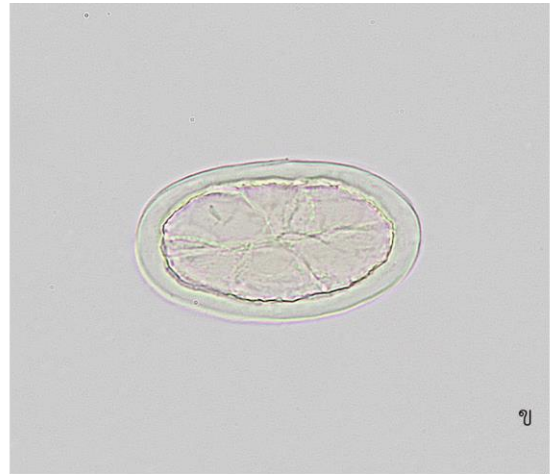
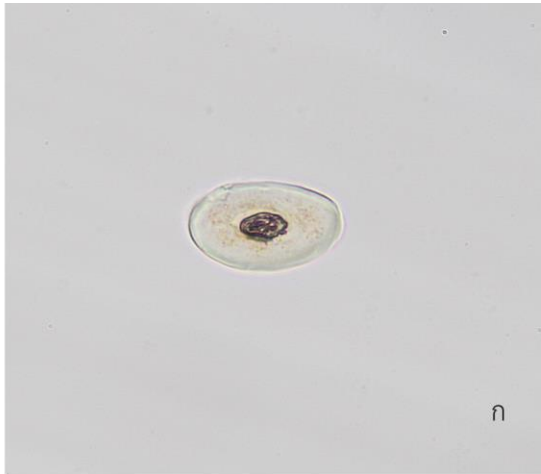


ภาพที่ 76 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนกระจงควายบริเวณส่วน (ก,ข) หัว (ค,ง) ไทล่ (จ,ฉ) หลัง (ช,ซ) สะโพก และ (ฅ) ท้อง (20X)



โคน
กลาง
ปลาย

ภาพที่ 77 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนกระจงควายบริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 78 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนกระจงควาย บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)

ละมั่งไทย

ลักษณะภายนอกของเส้นขนมีสีน้ำตาลและสีครีม มีความยาวโดยเฉลี่ย ส่วนหัว 1.21 ± 0.18 ส่วนไหล่ 2.51 ± 0.18 ส่วนหลัง 2.34 ± 0.23 ส่วนสะโพก 2.97 ± 0.54 และส่วนท้อง 2.82 ± 0.60 ของขนแต่ละส่วนบนตัวละมั่ง (ไทย) มีลักษณะรูปร่าง ขนาด ของเส้นขน มีลักษณะทั่วไปของเส้นขน เส้นยาว และหยาบ และขนแบนเป็นเส้นตรง จนถึงรูปคลื่นเล็กน้อย เส้นขนส่วนมากส่วนโคนกว้างมากกว่าส่วนกลางขนและปลายขน ยกเว้น เส้นขนที่พบบริเวณ ส่วนหัวจะมีส่วนของกลางขนมีขนาดกว้างมากกว่าส่วนอื่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างของแกนขน เปลือกขน รากขน และ หน้าตัดขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของแกนขน

บริเวณขนส่วนหัว ขนส่วนปลาย และกลาง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วน ปลายขนไปจนถึงโคนขน ซึ่งส่วนปลายเป็นแบบ Narrow Lattice และส่วนโคนขน เป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (Fragmental)

บริเวณขนส่วนไหล่ มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ขนส่วนปลาย แบบ Narrow Lattice ขนส่วนกลางและโคน Globular หรือ Narrow Lattice

ขนบริเวณหลัง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ขน ส่วนปลาย แบบ Narrow Lattice ขนส่วนกลางและโคน แบบ Wide Lattice หรือ Narrow Lattice

ขนบริเวณสะโพก มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ขน ส่วนปลายและกลาง แบบ Wide Lattice ขนส่วนโคน Globular หรือ Narrow Lattice

บริเวณขนส่วนท้อง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ขนส่วนปลาย แบบ Wide Lattice ขนส่วนกลางและโคน Globular หรือ Narrow Lattice

รูปแบบของขอบแกนขนบริเวณส่วนหัว ไหล่ สะโพก ท้อง และหลัง ทั้ง 3 ส่วน คือ ปลาย กลางและโคนมี ลักษณะแบบ Scalloped

2. เปลือกขน

บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ หลัง และสะโพก ขนส่วนปลายมีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Irregular wave ขนส่วนกลางและโคนมีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Regular wave

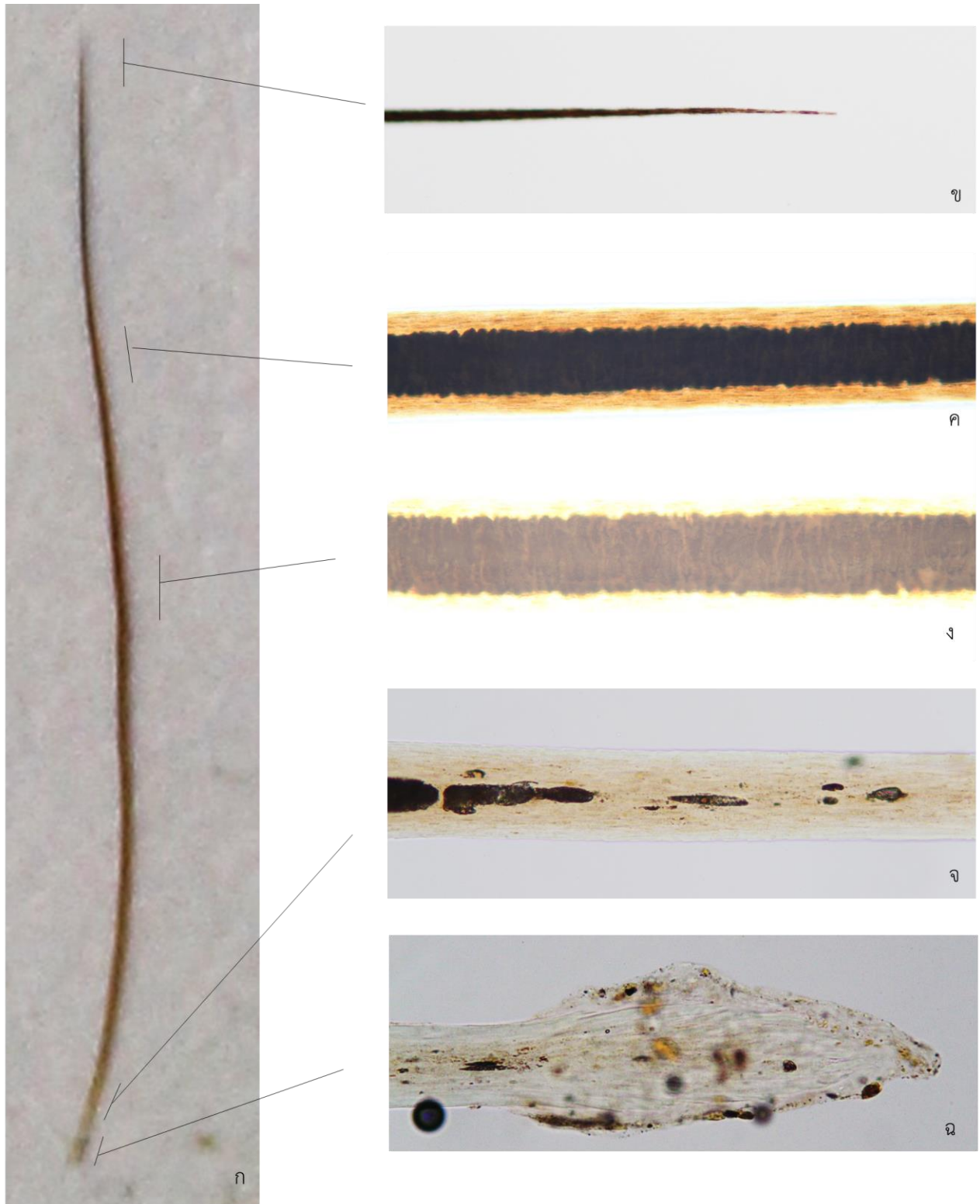
บริเวณขนส่วนท้อง ขนส่วนปลาย กลางและโคน มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Irregular wave

3. รากขน

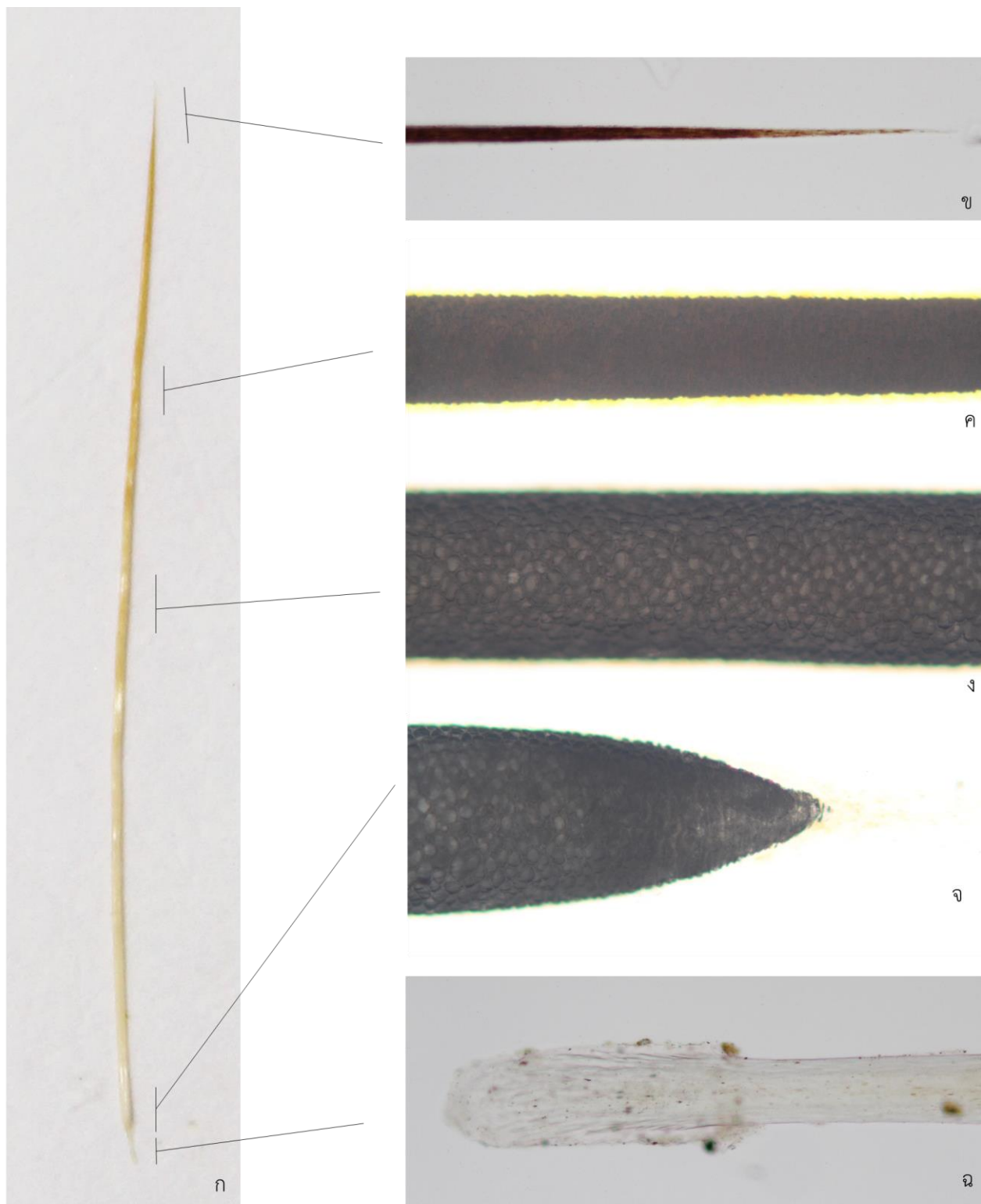
บริเวณขนส่วนหัว หลัง และสะโพก รากขนมีลักษณะเหมือนกัน แบบ Spear shape ส่วนในบริเวณไหล่ ท้อง มีลักษณะเหมือนกัน แบบ Elongated ที่มีเม็ดสีภายในขนแตกออกเป็นเส้นฝอย รูปร่างของโคนขนบริเวณส่วน หัวและหลัง มีลักษณะแบบ Narrow Wineglass shape ส่วนบริเวณไหล่ สะโพก และท้อง มีลักษณะเหมือนกันแบบ Wineglass shape

4. หน้าตัดขน

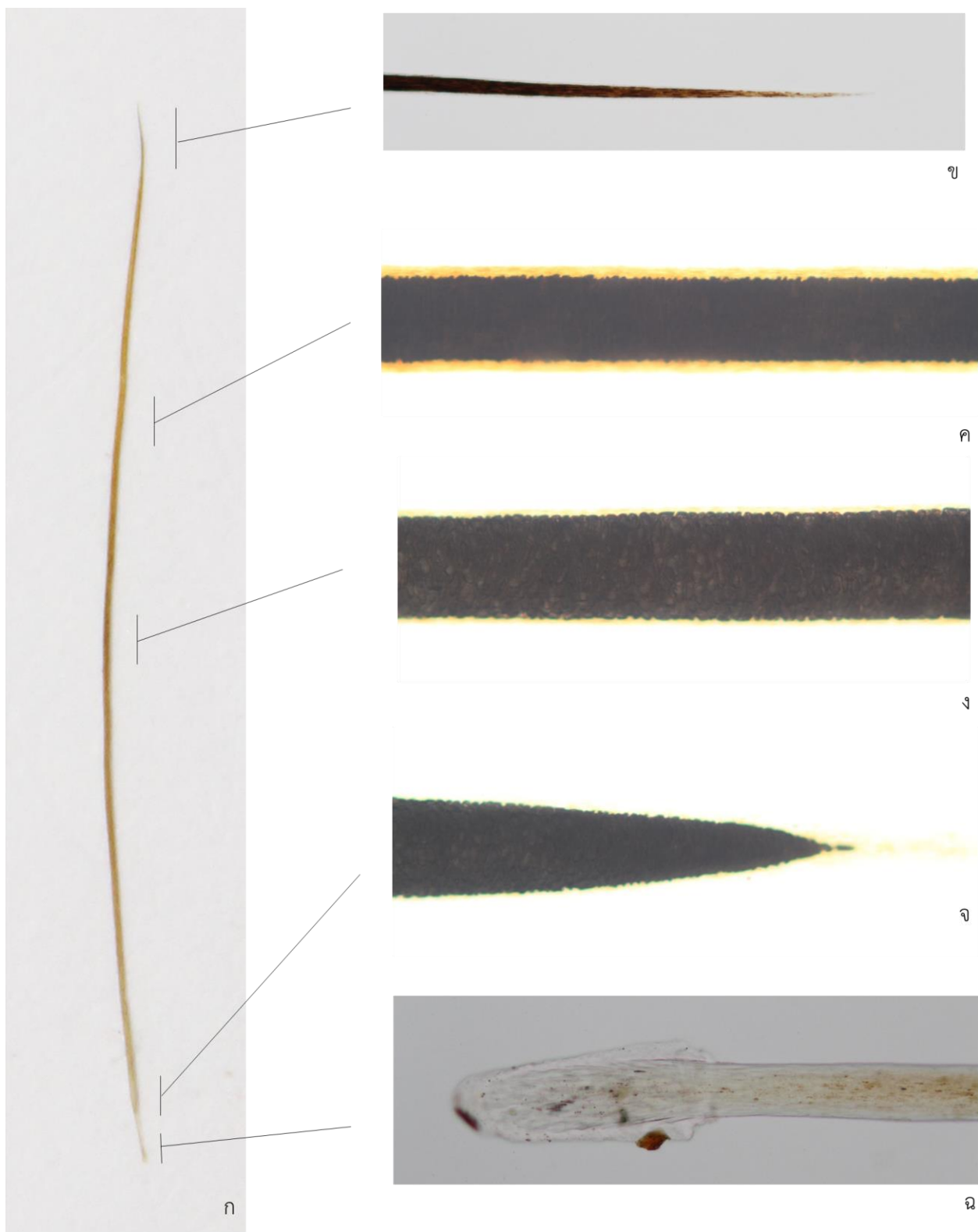
รูปร่างของเส้นขน บริเวณ หัว แบบ Circular small Medulla ($<1/2$ DBH) ส่วนในบริเวณ ไหล่และ สะโพก แบบ Oblong large Medulla และ บริเวณท้อง และ หลังแบบ Oval Large Medulla รูปร่างหน้าตัดขน ของแกนขนบริเวณส่วนไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Polygon และ บริเวณหัว แบบ Round-Comb



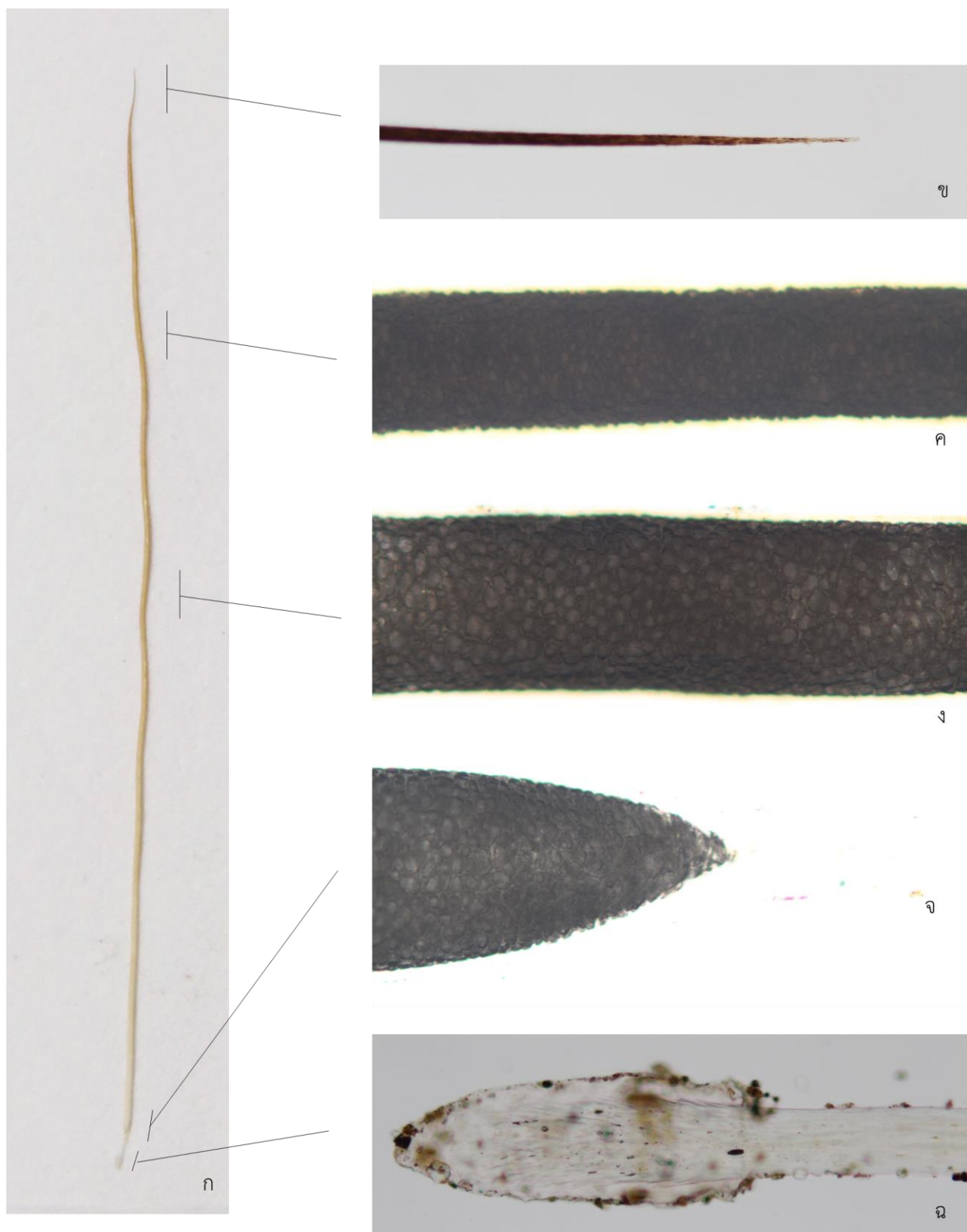
ภาพที่ 79 ลักษณะ (ก) ภายนอกของงู (ไทย) บริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



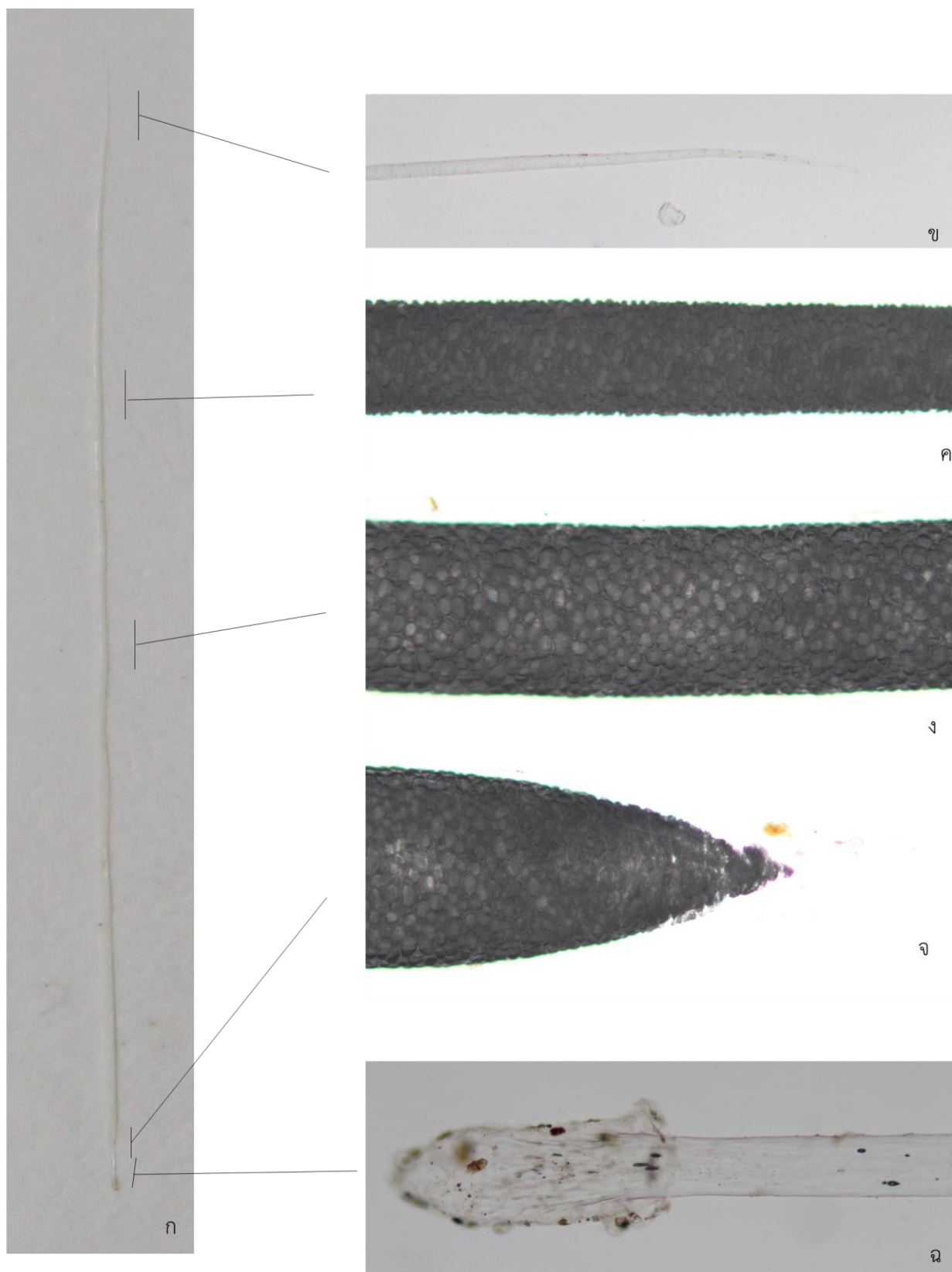
ภาพที่ 80 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของ
แกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



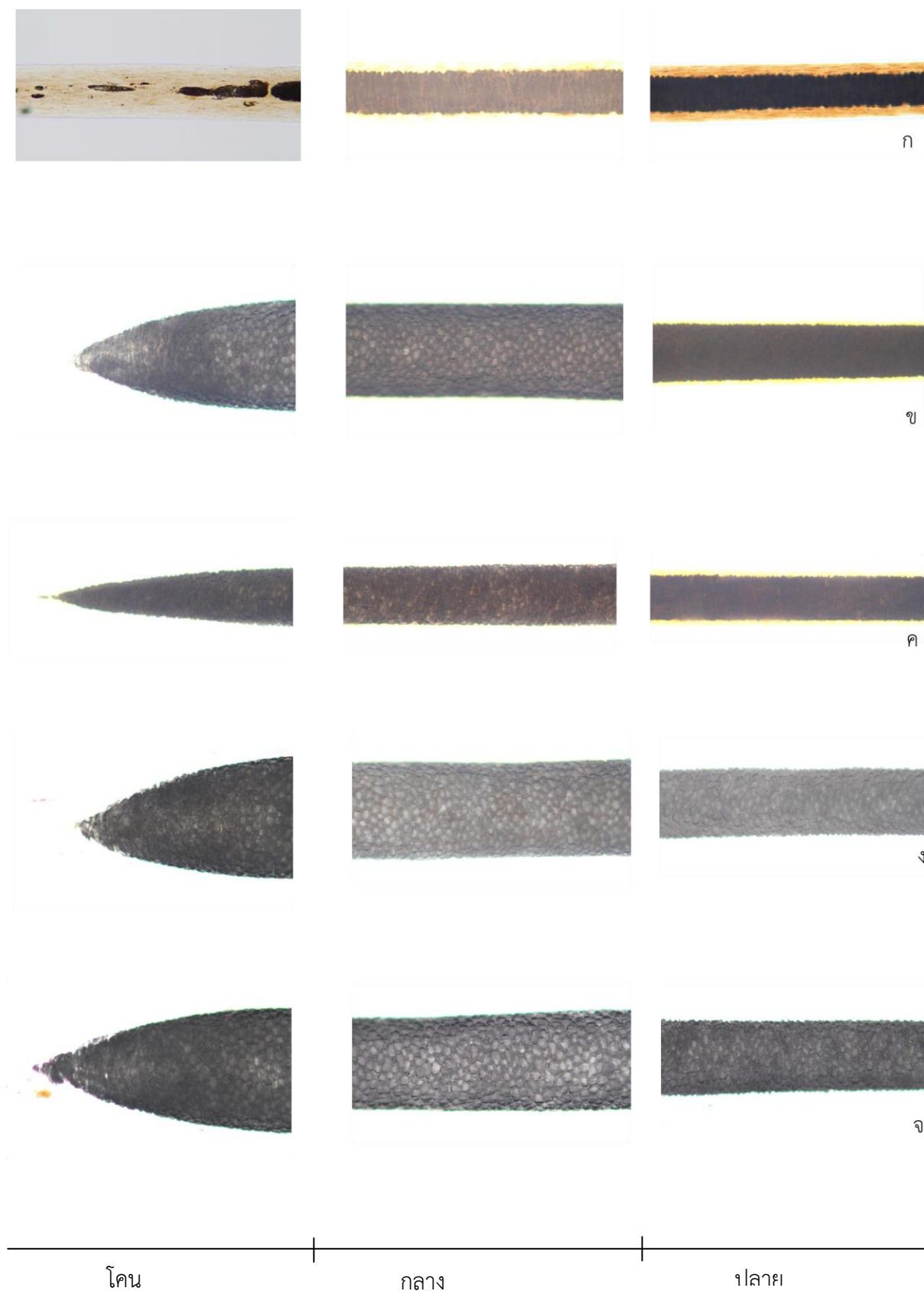
ภาพที่ 81 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



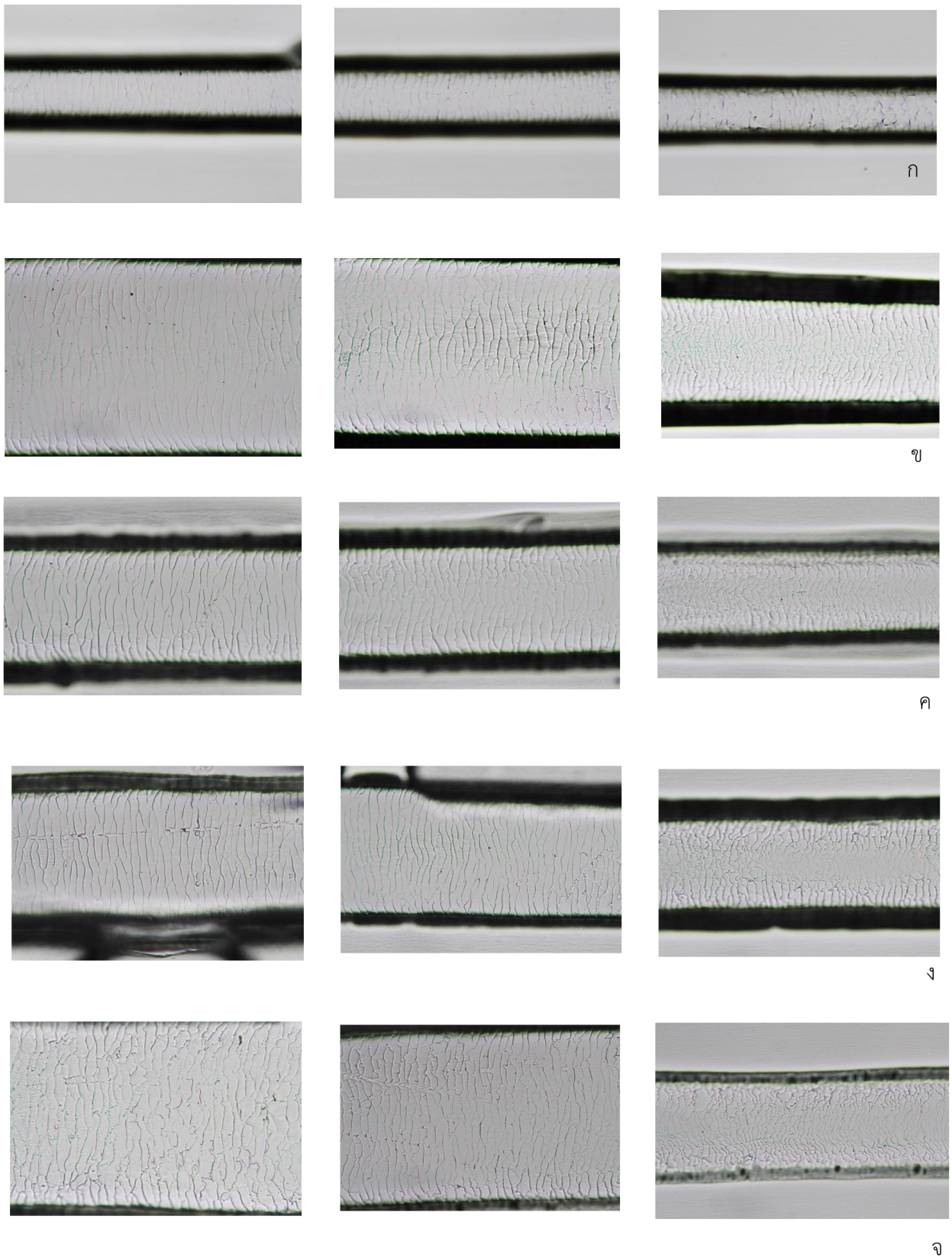
ภาพที่ 82 ลักษณะ (ก) ภายนอกหนอนมะม่วง (ไทย) บริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



ภาพที่ 83 ลักษณะ (ก) ภายนอกขณะมั้ง (ไทย) บริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



ภาพที่ 85 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) หนา (ค) หุ่น (ง) สะโพก และ (จ) ห้อย (20X)



โศก

กลาง

ปลาย

ภาพที่ 86 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนละมั้ง (ไทย) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 87 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนละมั่ง (ไทย) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) โหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)

ละมั่งพม่า

ลักษณะภายนอกของเส้นขนมีสีน้ำตาลอ่อนและสีครีม มีความยาวโดยเฉลี่ย ส่วนหัว 1.12 ± 0.10 ส่วนไหล่ 2.06 ± 0.47 ส่วนหลัง 2.24 ± 0.29 ส่วนสะโพก 2.66 ± 0.30 และส่วนท้อง 1.68 ± 0.46 ของขนแต่ละส่วนบนตัวละมั่ง (พม่า) มีลักษณะรูปร่าง ขนาด ของเส้นขน มีลักษณะทั่วไปของเส้นขน เส้นยาว หยาบ และขนแบน เป็นเส้นตรงจนถึงรูปคลื่นเล็กน้อย เส้นขนส่วนมากส่วนกลางกว้างมากกว่าส่วนโคนและปลายขน ยกเว้น เส้นขนที่พบบริเวณส่วนไหล่และท้องจะมีส่วนของโคนขนมีขนาดกว้างมากกว่าส่วนอื่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างของแกนขน เปลือกขน รากขน และ หน้าตัดขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของแกนขน

บริเวณขนส่วนหัว ขนส่วนปลาย กลาง และโคนมีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ซึ่งส่วนปลาย เป็นแบบ Wide Lattice และ Narrow Lattice

บริเวณขนส่วนไหล่ มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ส่วนปลาย แบบ Wide Lattice ขนส่วน กลางและโคน Globular หรือ Narrow Lattice

บริเวณขนส่วนท้อง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ส่วนปลาย แบบ Wide Lattice ขนส่วนกลางและโคน Globular หรือ Narrow Lattice

บริเวณขนส่วนสะโพก มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ส่วนปลาย และกลาง แบบ Wide Lattice และขนส่วนโคน แบบ Wide Lattice และ Narrow Lattice

บริเวณขนส่วนหลัง มีโครงสร้างของแกนขนเป็นเซลล์ ที่ต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ส่วนปลายขนไปจนถึงโคนขน ส่วนปลาย แบบ Narrow Lattice ขนส่วนกลางและโคน แบบ Wide Lattice หรือ Narrow Lattice

รูปแบบของขอบแกนขนบริเวณหัว ไหล่ สะโพก ท้อง และหลัง ทั้ง 3 ส่วน คือ ปลาย กลางและโคนมีลักษณะแบบ Scalloped

2. เปลือกขน

บริเวณขนส่วนหัว และท้อง ขนส่วนปลายและกลางมีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Irregular wave ขนส่วนโคนมีรูปร่างของเปลือกขน แบบ Regular wave

บริเวณขนส่วนไหล่ และสะโพก ขนส่วนปลายมีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Irregular wave ขนส่วนกลางและโคนมีรูปร่างของเปลือกขน แบบ Regular wave

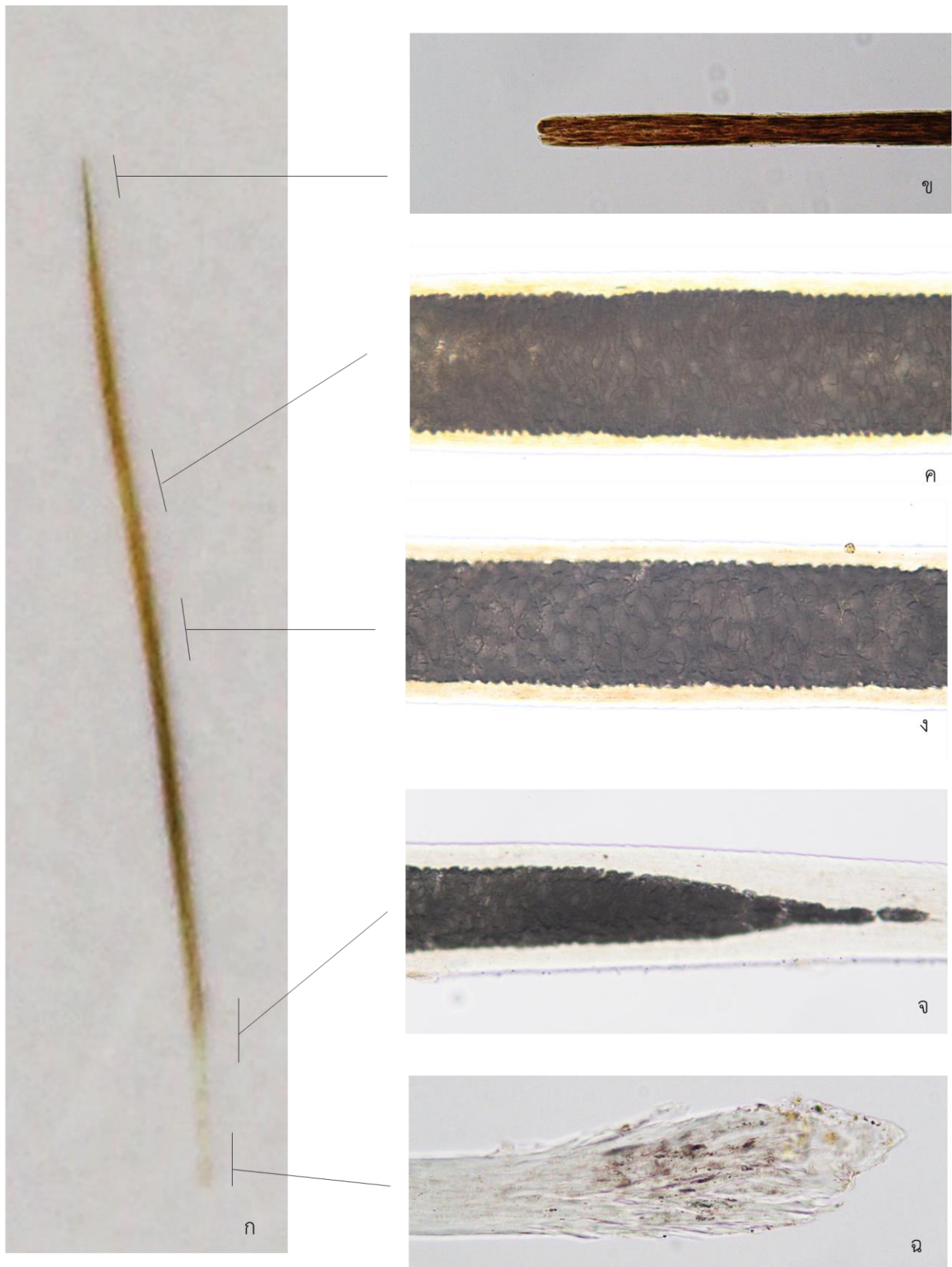
บริเวณส่วนหลัง ขนส่วนปลาย กลางและโคน มีรูปร่างของเปลือกขนเหมือนกัน แบบ Regular wave

3. รูปร่างโคนขนและปลายรากขน

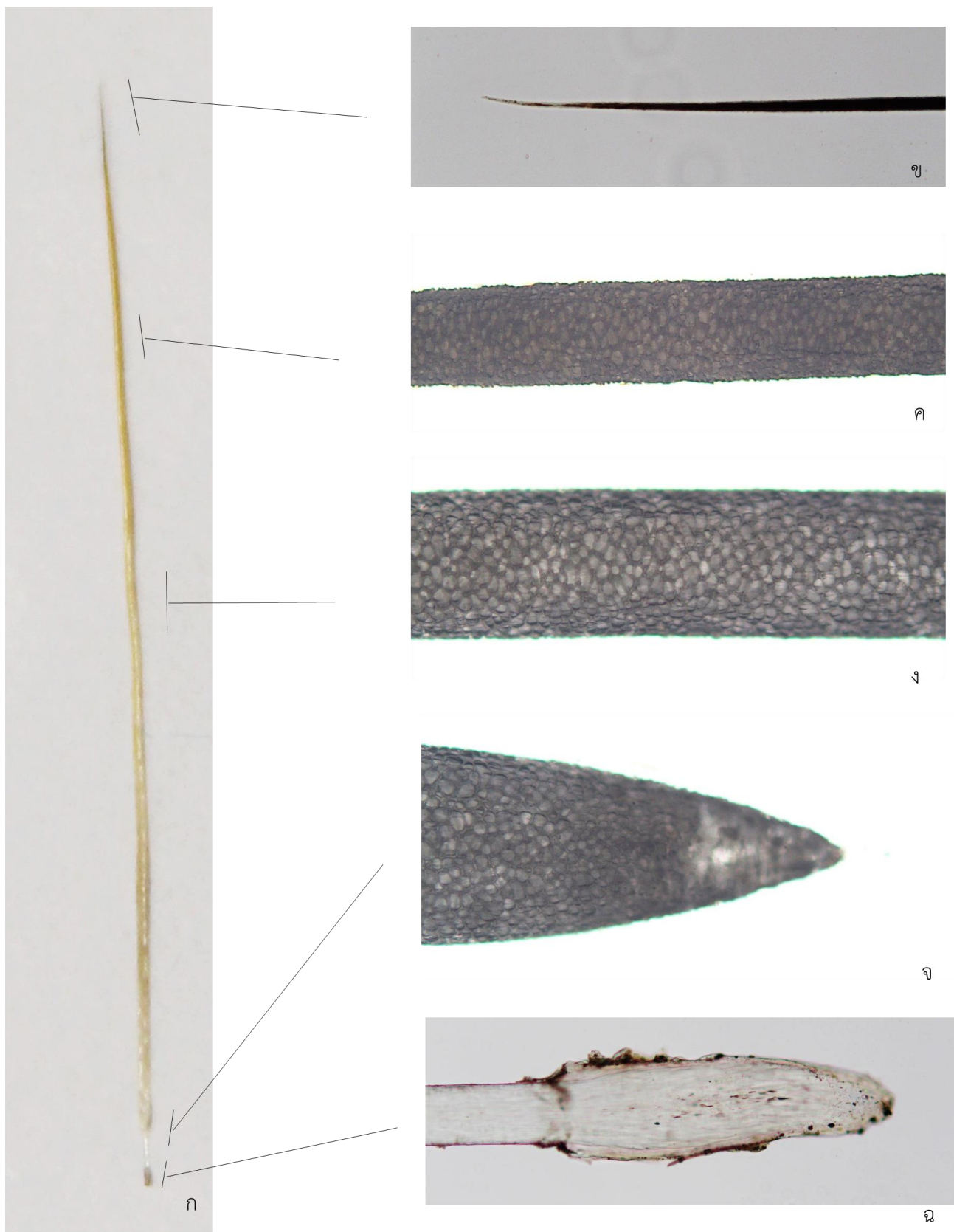
บริเวณขนส่วนหัว ไหล่ หลัง สะโพก และท้อง รากขนมีลักษณะเหมือนกัน แบบ Spear shape รูปร่างของโคนขนบริเวณส่วนหัว และหลัง มีลักษณะเหมือนกันแบบ Middle Wineglass shaped ส่วนบริเวณไหล่ สะโพก และท้อง มีลักษณะเหมือนกันแบบ Wineglass shaped

4. หน้าตัดขน

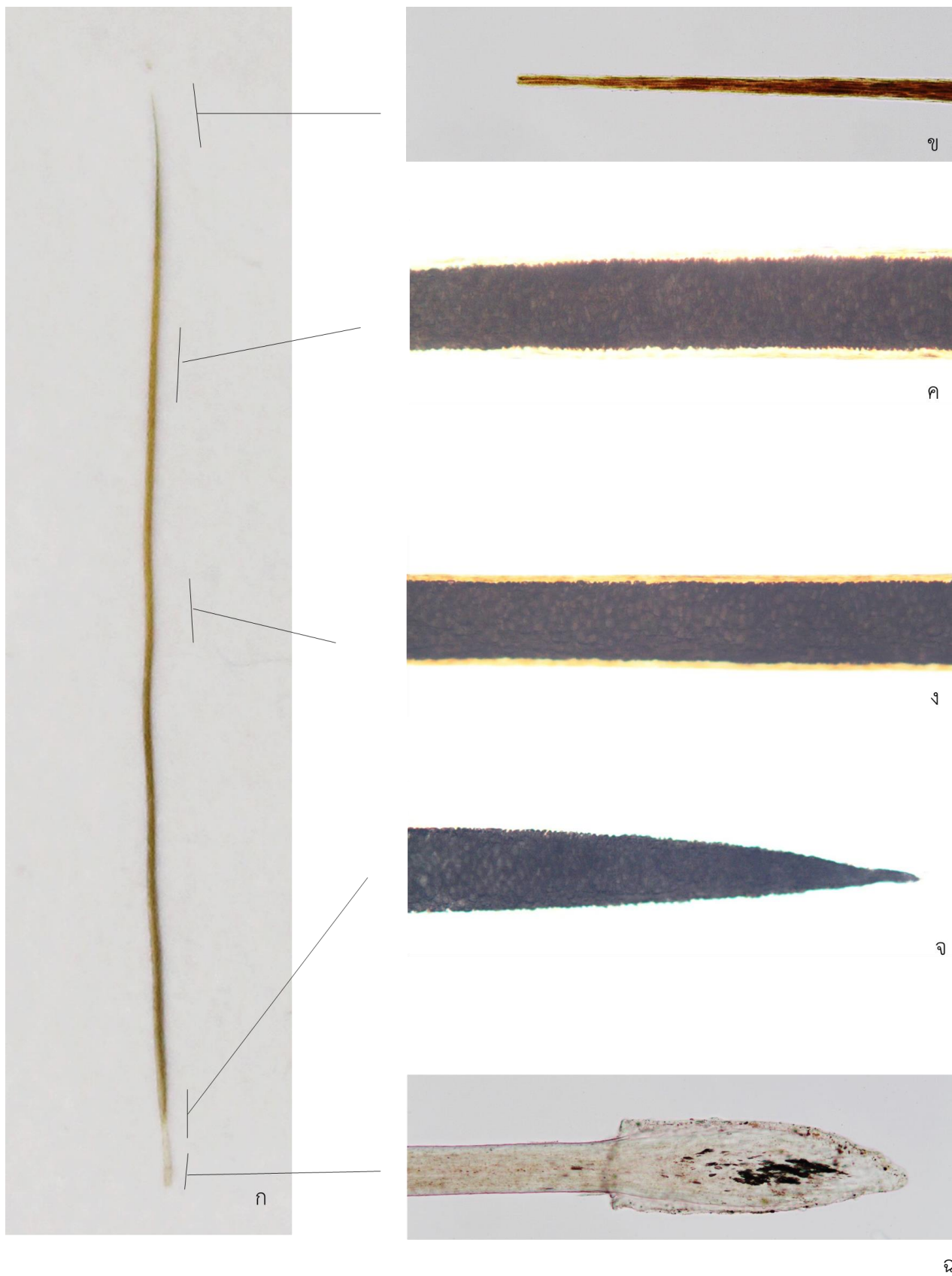
รูปร่างของเส้นขน บริเวณ หัวและหลัง แบบ Oblong Medium Medulla ส่วนในบริเวณ ไหล่ ท้องและ สะโพก แบบ Oval Large Medulla รูปร่างหน้าตัดขนของแกนขนบริเวณส่วนไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง แบบ Polygon และ บริเวณหัว แบบ Fine-Polygon



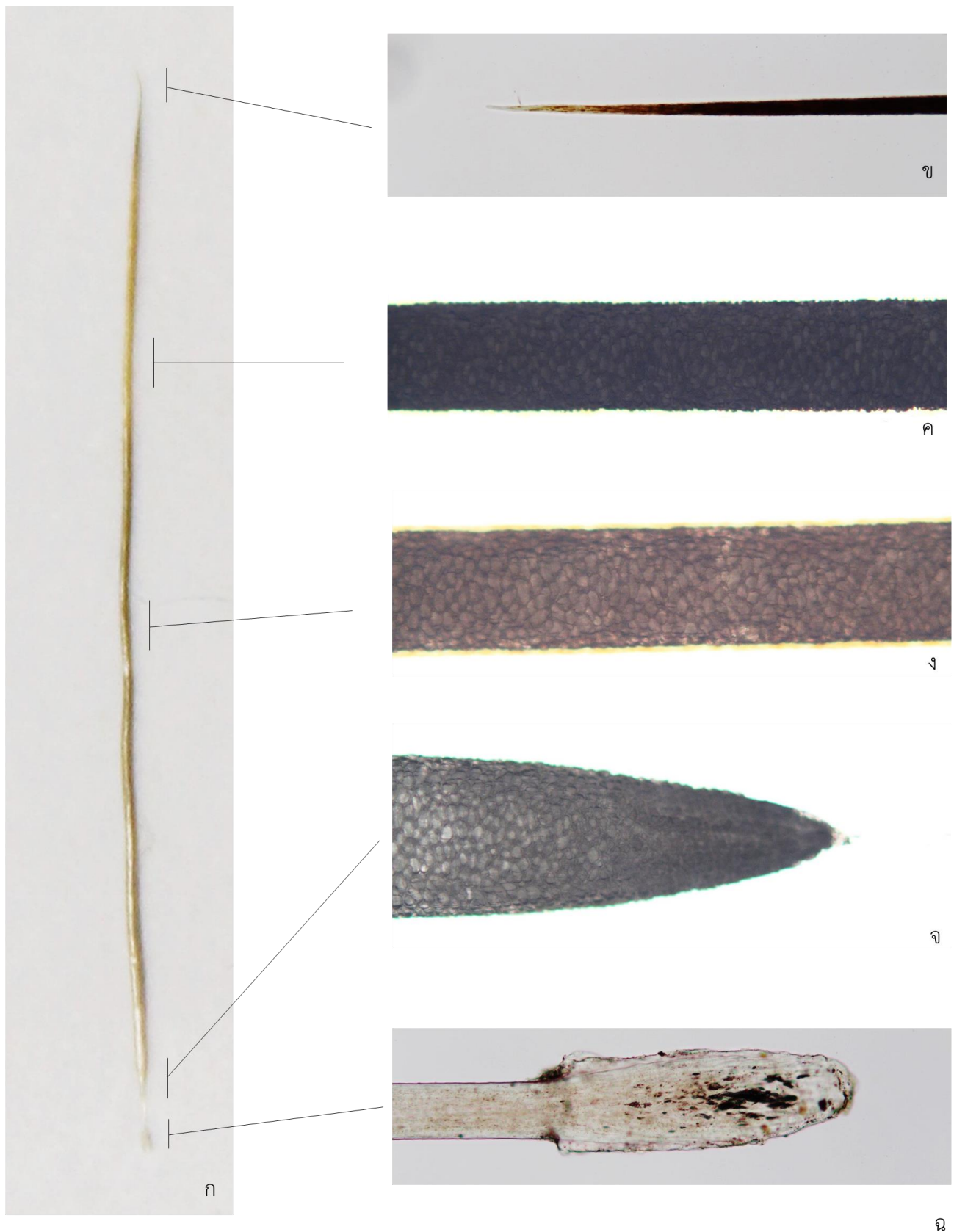
ภาพที่ 88 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วนหัว (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



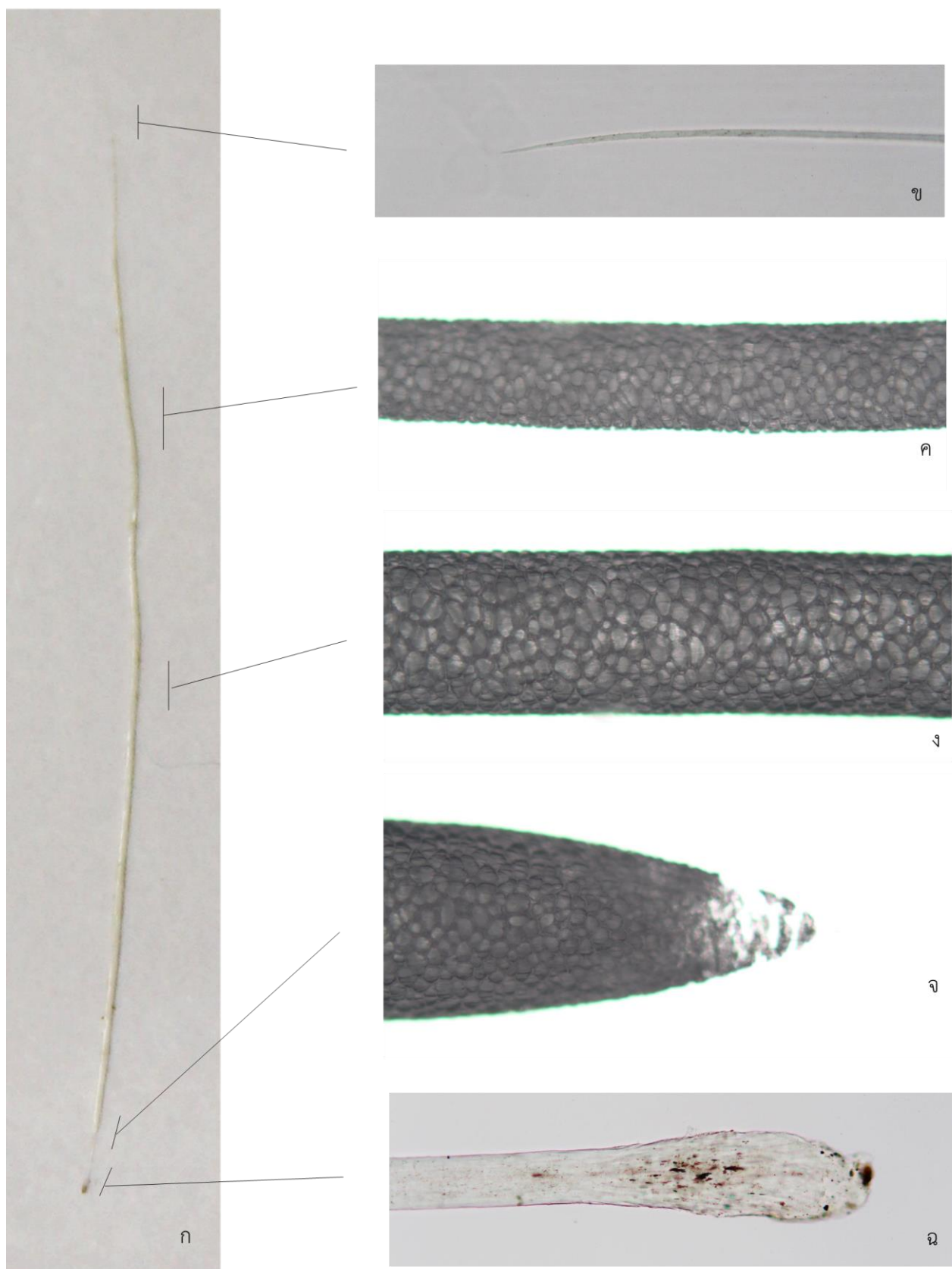
ภาพที่ 89 ลักษณะ (ก) ภายนอกขมมะม่วง (พม่า) บริเวณส่วนไหล่ (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



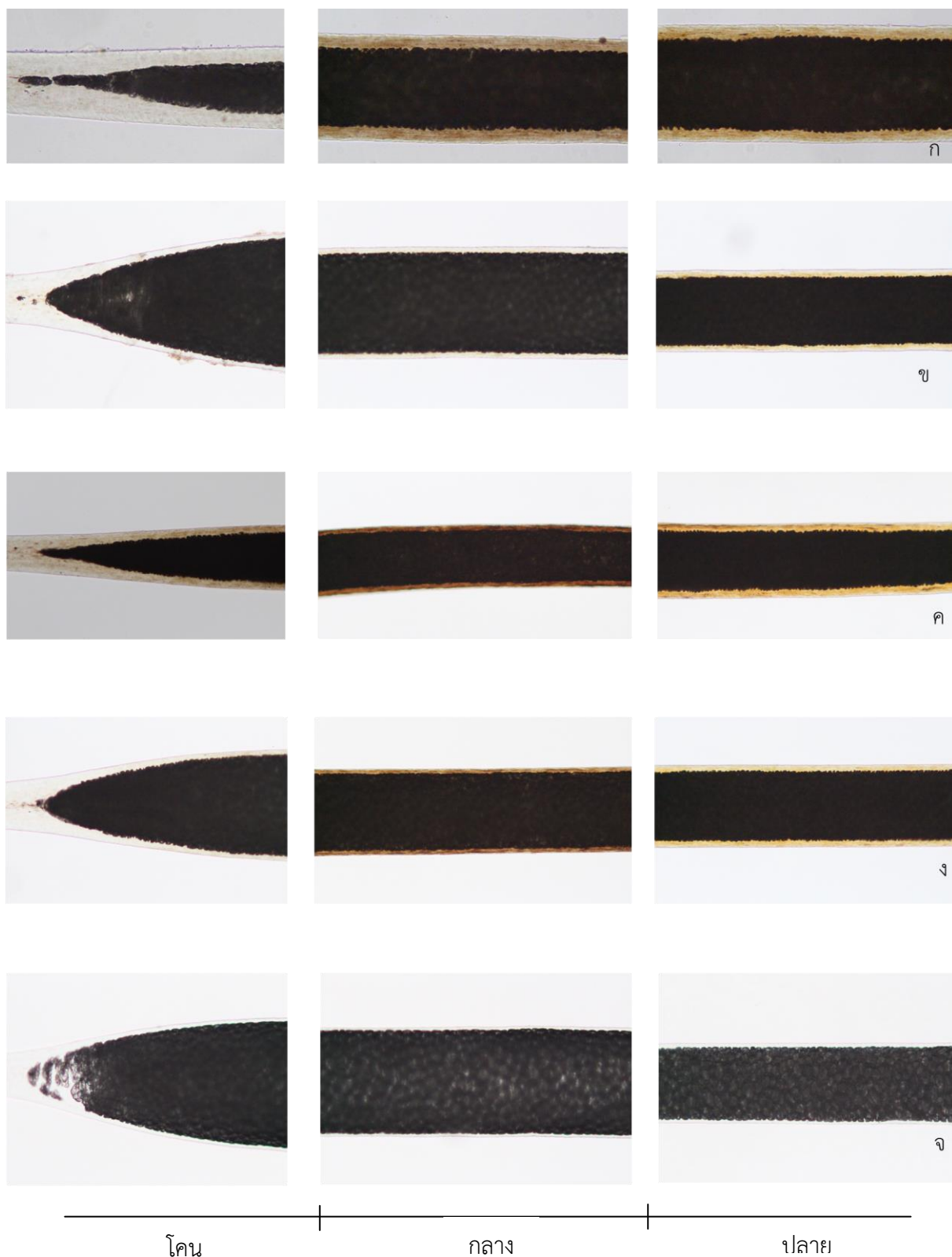
ภาพที่ 90 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วนหลัง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



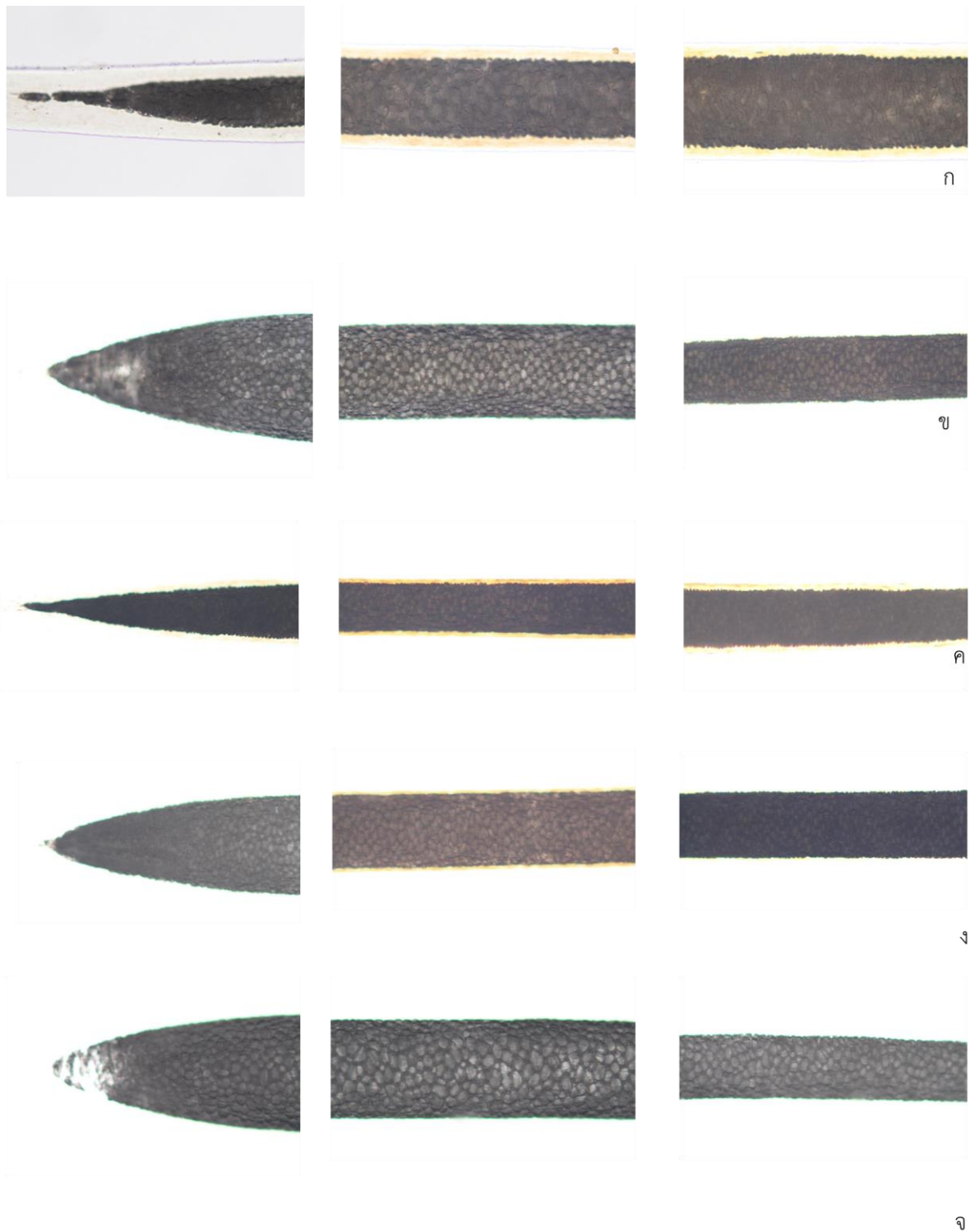
ภาพที่ 91 ลักษณะ (ก) ภายนอกหนอนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วนสะโพก (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



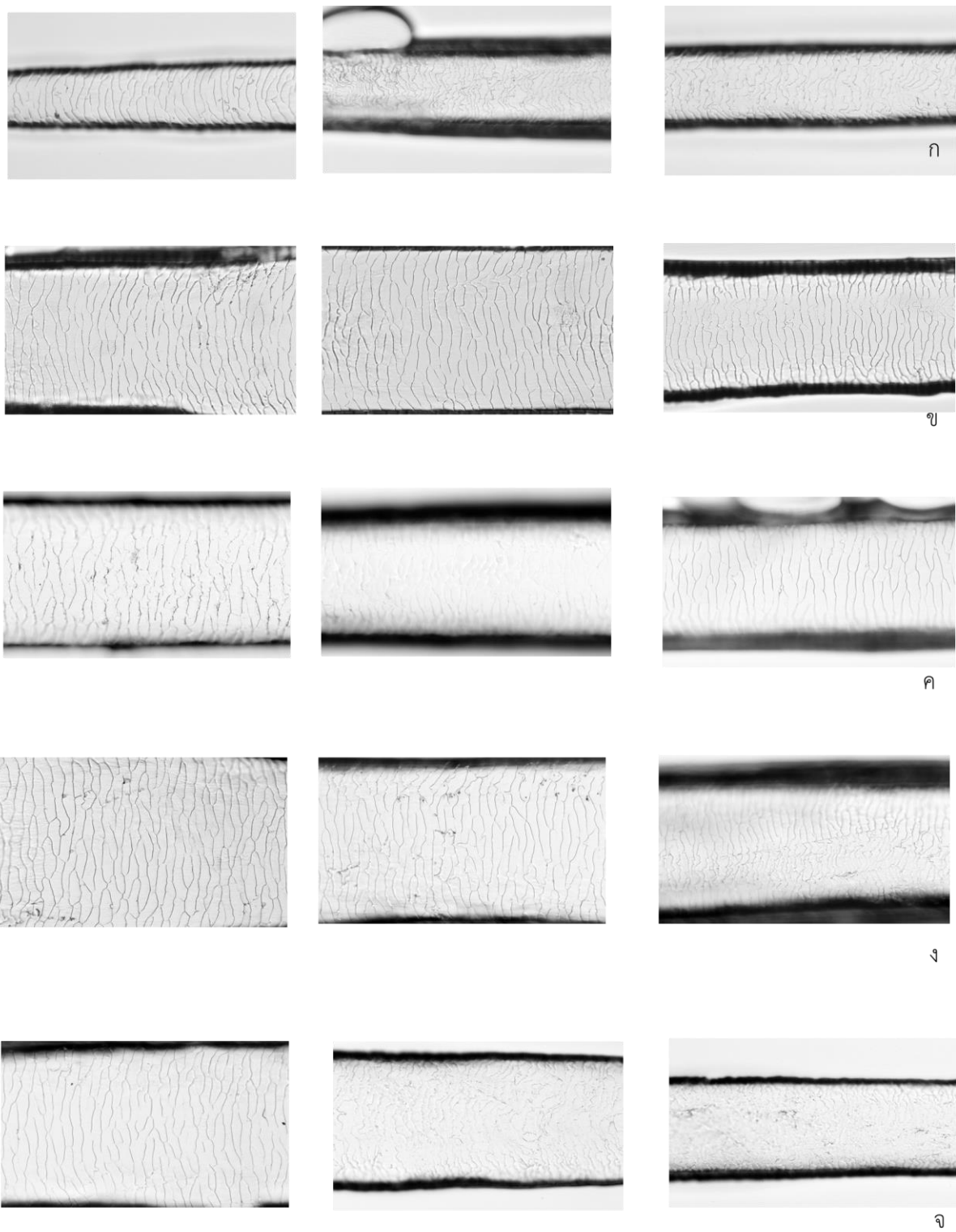
ภาพที่ 92 ลักษณะ (ก) ภายนอกขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วนท้อง (ข) รูปร่างของปลายขน (ค) โครงสร้างของแกนขน ส่วนปลาย (ง) กลาง และ (จ) โคนขน และ (ฉ) รูปร่างของรากขน (20X)



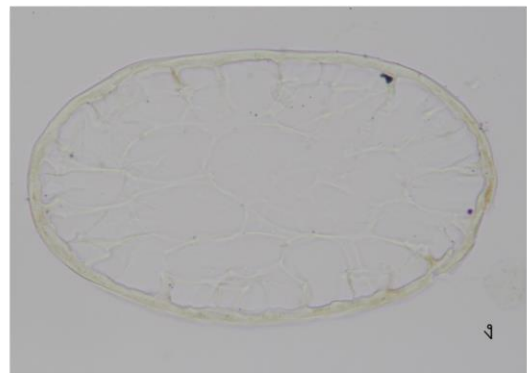
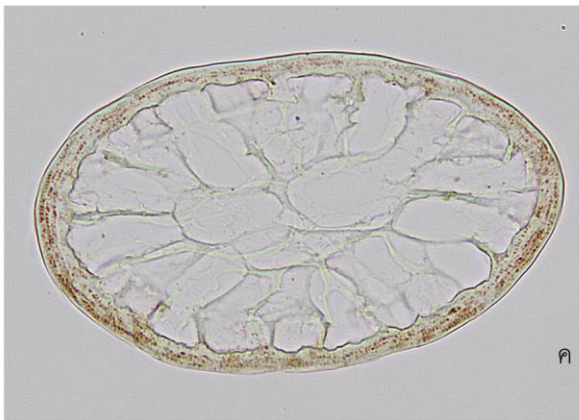
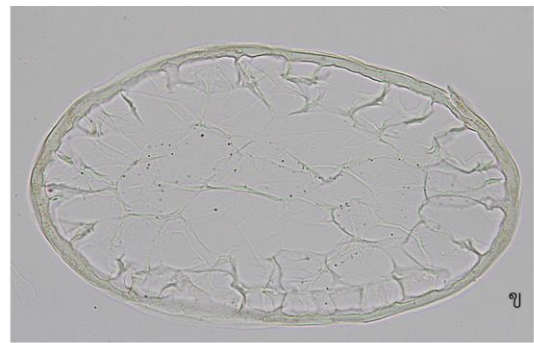
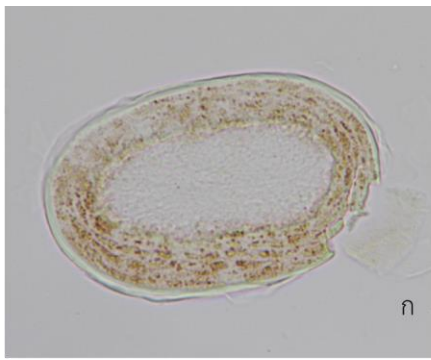
ภาพที่ 93 ลักษณะชั้นกระพี้ชั้น (Cortex) ของเส้นขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 94 ลักษณะแกนขน (Medulla) ของเส้นขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ใต้ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 95 ลักษณะลายขน (Scale) ของเส้นขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) ไหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X)



ภาพที่ 96 ลักษณะภาพตัดขวาง (Cross section) ของเส้นขนละมั่ง (พม่า) บริเวณส่วน (ก) หัว (ข) โหล่ (ค) หลัง (ง) สะโพก และ (จ) ท้อง (20X

บทสรุป

การตรวจสอบชนิดสัตว์ป่า เป็นประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่ง สำหรับการวางแผนการจัดการและการอนุรักษ์สัตว์ป่า ซึ่งการทราบถึงชนิดสัตว์ป่า ช่วยให้มีความเข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับขอบเขตการกระจายและสถานะของประชากรของสัตว์ป่าแต่ละชนิด รวมถึงการคุ้มครองสัตว์ป่าที่จัดอยู่ในสถานคุ้มครองหรือเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ การสำรวจชนิดสัตว์ป่า สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคทางตรงหรือทางอ้อม การใช้เทคนิคโดยตรง เช่น การดักจับสัตว์ป่าด้วยอุปกรณ์สำรวจ การดักจับสัตว์ป่านี้นี้ มีประโยชน์ในการรวบรวมข้อมูลสำหรับการประมาณความอุดมสมบูรณ์ของประชากร ในขณะเดียวกันก็ให้ข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับลักษณะประวัติชีวิต เช่น ขนาดลำตัว อายุ เพศและสภาพการ อย่างไรก็ตามการดักสัตว์ป่ามีข้อจำกัด ในแง่ของเวลา ค่าใช้จ่ายและอาจใช้แรงงานค่อนข้างมาก (Bertolino et al., 2009) นอกจากนี้ผู้วิจัยที่จับสัตว์ยังต้องมีความชำนาญเฉพาะทางที่เกี่ยวกับสัตว์ที่จะจับอย่างสูงและ ควรตรวจสอบกับดักเป็นประจำเพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์ที่ติดอยู่เครียดหรือได้รับบาดเจ็บ หรือมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของสัตว์ป่า รวมถึงผู้วิจัยความจำเป็นต้องปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยเพื่อป้องกันการกัดหรือการปนเปื้อนจากสารคัดหลั่งของสัตว์หรือปรสิต (ectoparasites) อีกด้วย (Gannon and Sikes 1998) เทคนิคการสำรวจชนิดของสัตว์ป่าที่ไม่เป็นการรบกวนหรือรุกรานสัตว์ป่า (Non-invasive techniques) ได้รับการพัฒนาเทคนิคเพื่อลดการรบกวนกิจกรรมทางธรรมชาติของสัตว์ป่า วิธีการเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งเมื่อทำการสำรวจสิ่งมีชีวิตที่หายากหรือพฤติกรรมทางธรรมชาติที่พบเห็นแบบโดยตรงได้ยาก เทคนิคการไม่รุกราน เช่นการค้นหาร่องรอยของสัตว์ ตีพิมพ์สัญญาณสัตว์ การตั้งกล้องถ่ายภาพอัตโนมัติ และการใช้อุโมงค์เก็บขน (Bertolino et al. 2009)

การใช้อุโมงค์ท่อนเพื่อการระบุชนิดของสัตว์ป่า เป็นอีกหนึ่งเทคนิคทางอ้อมที่ใช้ในการศึกษาประชากรสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กในป่า และมีราคาไม่แพง อุโมงค์ท่อนและแถบเก็บขนสามารถทิ้งไว้เป็นเวลาหลายวันหรือหลายสัปดาห์ โดยภายในผนังของอุโมงค์จะมีสารยัดเกาะ (โดยปกติจะเป็นเทปขาวหรือขาว) และเหยื่ออาหารสัตว์เพื่อดึงดูดสัตว์ให้เข้ามาในอุโมงค์ในจุดที่มีสารยัดเกาะ ซึ่งเส้นขนที่ติดอยู่บนสารยัดเกาะจะถูกดึงออกมาจากท่อและเพื่อระบุชนิดพันธุ์สัตว์ป่าได้ (Goldstein et al. 2014) ในการรวบรวมขนซึ่งมีข้อดีคือสามารถนำมาจัดจำแนกชนิดพันธุ์สัตว์ได้ทั้งการระบุชนิดตามหลักอนุกรมวิธานเส้นขน และการระบุตัวตนของแต่ละบุคคลผ่านเทคนิคระดับโมเลกุล (Sheehy et al. 2013) นอกจากนี้การระบุตัวตนของสัตว์ป่าโดยใช้ขนเป็นประโยชน์ต่อไปในการวิเคราะห์ชนิดสัตว์ที่เป็นเหยื่อจากอุจจาระสัตว์กินเนื้อซึ่งได้อีกด้วย (Waters and Lawton, 2011; Menike et al. 2012) โดยการระบุตัวตนของสัตว์ป่าโดยโครงสร้างของเส้นขนได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวางว่าสามารถใช้ระบุสัตว์ในระดับสปีชีส์ได้ (Menike et al. 2012) อย่างไรก็ตามการระบุชนิดของสัตว์ป่าจากตัวอย่างเส้นขนยังไม่มีกรรวบรวมข้อมูลทางอนุกรมวิธานของเส้นขน ภายในประเทศไทย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและพัฒนาคู่มือการจัดแจกชนิดสัตว์ในอันดับสัตว์กบคู่ (วงศ์กวาง วงศ์กระเจง) โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเส้นขน โดยมุ่งเน้นการจัดจำแนกเส้นขนของสัตว์ที่ ตามหลักอนุกรมวิธานของเส้นขน ด้วยการสร้างคีย์ที่แสดงถึงลักษณะที่แตกต่างกันและใช้ระบบอ้างอิงด้วยภาพถ่ายของเส้นขนสัตว์แต่ละชนิด เพื่อเป็นคุณสมบัติการวินิจฉัยที่สามารถใช้เปรียบเทียบความแตกต่างได้ง่าย ในการจัดจำแนกครั้งนี้ใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างของแกนขน เปลือกขน รากขน และ หน้าตัดขน บริเวณส่วน หัว ไหล่ ท้อง สะโพก และ หลัง ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษานี้ค่อนข้างง่ายและสามารถประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบชนิดสัตว์โดยใช้ขนได้อย่างง่ายดายรวดเร็วและประหยัดทำให้เหมาะสำหรับนักศึกษาวิจัยระดับปริญญาตรี บุคลากรและนักวิจัยด้านสัตว์ป่าและบุคคลที่ไม่เชี่ยวชาญงานทางด้านอนุกรมวิธานเส้น

ศักดิ์สิทธิ์ ชัมเจริญ

หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า

กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

บรรณานุกรม

- Amerasinghe, F.P. 1983. The structure and identification of the hairs of the mammals of Sri Lanka. Ceylon Journal of Sciences, Biological Sciences 16: 76-125.
- Bertolino, S. Wauters, L. Pizzul, A., Molinari, A., Lurz, P. & G. Tosi. 2009. A general approach of using hair-tubes to monitor the European red squirrel: A method applicable at regional and national scales. Mammalian Biology 74: 210-219.
- Boehme A, Brooks E, Mc naught I, J. Robertson. 2009. The persistence of animal hairs in a forensic context. Australian Journal of Forensic Sciences 41: 99-112.
- Brunner, H., Coman, B.J. 1974. The identification of mammalian hair. Inkata Press, Melbourne, pp. 176.
- Chernova, O.F. 2001: Architectonics of the medulla of guard hair and its importance for identification of taxa. – Doklady Biological Sciences 376: 81-85.
- Cornally, A. and C. Lawton. 2016. A guide to the identification of Irish mammal hair. Irish Wildlife Manuals, No. 92. National Parks and Wildlife Service, Department of the Arts, Heritage, Regional, Rural and Gaeltacht Affairs, Ireland.
- Gannon, W.L. & R.S. Sikes. 1998. Guidelines for the capture, handling and care of mammals as approved by the American Society of Mammalogists. Journal of Mammalogy 79(4): 1416-1431.
- Goldstein, E.A., Lawton, C., Sheehy, E. & Butler, F. (2014) Locating species range frontiers: a cost and efficiency comparison of citizen science and hair-tube survey methods for use in tracking an invasive squirrel. Wildlife Research 41: 64-65.
- Keller E.L. 1980. Forensic Science: Hair Identification, Science Activities, 17:4, 16-19, DOI: 10.1080/00368121.1980.9957904
- Marinis A. M. D. & A. Asprea. 2005. Hair identification key of wild and domestic ungulates from southern Europe. Wildlife Biology 12(3): 305-320.
- Menike, U. Manawadu, D. & S. Meegaskumbura. 2012. Identification of Sri Lankan shrew using hair anatomy. Ceylon Journal of Science (Bio Sci) 41(1): 45-66.
- Meyer, W., Pohlmeier, K., Schnapper, A. & G. Hülmann, 2001. Subgroup differentiation in the Cervidae by hair cuticle analysis. - Zeitschrift für Jagdwissenschaft 47: 253-258.
- Meyer, W., Schnapper, A., Hülmann, G. & Seger, H. 2000: Domestication-related variations of the hair cuticle pattern in mammals. - Journal of Animal Breeding and Genetics 117: 281-283.
- Petdee, A. 2000. Feeding habits of the tiger (*Panthera tigris* Linnaeus) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary by fecal analysis. M Sc Thesis (in Thai), Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 92p.

- Sheehy, E., O'Meara, D. B., O'Reilly, C., Smart, A. & C. Lawton. 2013. A non-invasive approach to determining pine marten abundance and predation. *European Journal of Wildlife Research* 60 (2): 223-236.
- Sallawad S. & M. Sahu. 2017. Species Identification through Morphological Features of Animal Hair - A Method for Species Identification in Wildlife Forensic Cases. *International Journal of Multidisciplinary Research and Modern Education* 3(2): 130-132.