

สมุนไพรนำรู้ (3)

บิวทก

Centella asiatica (L.) Urban



สถาบันวิจัยสมุนไพร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
กระทรวงสาธารณสุข



สมุนไพร (3)

บัวบก

Centella asiatica (L.) Urban



สถาบันวิจัยสมุนไพร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
กระทรวงสาธารณสุข

สมุนไพรสู้ (3) : บัวบก

ที่ปรึกษา นายแพทย์ไพจิตร วราชาติ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
นายแพทย์พงศ์พันธ์ วงศ์มณี รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
นางปราณี ชวลิตธำรง ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยสมุนไพร

คณะบรรณาธิการ

กัลยา อนุลักขณาปรกรณ์
ธิดารัตน์ บุญรอด
จารย์ย์ บันลือสิทธิ์

คณะผู้นิพนธ์

กัลยา อนุลักขณาปรกรณ์ ธิดารัตน์ บุญรอด
จารย์ย์ บันลือสิทธิ์ เย็นจิตร เตชะดำรงสิน
ประไพ วงศ์สินคงมั่น จิรานุช มิ่งเมือง
ว่าที่ ร.ต.ธนวัฒน์ ทองจีน

ถ่ายภาพ จารย์ย์ บันลือสิทธิ์ รุติณา นุ่มใส
สถานี พูลสวัสดิ์

ประสานการจัดพิมพ์

กัลยา อนุลักขณาปรกรณ์ สุธิดา ไชยราช
รุติณา นุ่มใส

ISBN 978-974-88179-9-6

เจ้าของลิขสิทธิ์

สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี
โทร. 0-2589-9866, 0-2591-0491

พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 2,000 เล่ม มกราคม 2550

ออกแบบ บริษัท 1241 มิราเคิลส์ จำกัด

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ

คำนำ

ปัจจุบันกระแสความนิยมในการใช้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่เดียวกันรัฐบาลก็ให้ความสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อสนับสนุนให้ประชาชนใช้ทดแทนการนำเข้าผลิตภัณฑ์สมุนไพรจากต่างประเทศ และหากสามารถพัฒนาให้ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ก็สามารถส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้ และในการพัฒนาดังกล่าวจำเป็นต้องมีการวิจัยเพื่อหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน ซึ่งหากสามารถทราบผลงานที่มีการศึกษาวิจัยมาก่อนแล้ว นอกจากจะช่วยลดความซ้ำซ้อนด้านการศึกษาวิจัยแล้ว ยังจะช่วยให้เกิดการสร้างสรรค์และพัฒนางานอย่างต่อเนื่อง กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยสถาบันวิจัยสมุนไพร ตระหนักถึงความจำเป็นพื้นฐานของการเผยแพร่ข้อมูลการศึกษาวิจัย เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพืชสมุนไพรที่จะนำไปสู่การพัฒนาต่อไป จึงได้รวบรวมข้อมูลและประมวลสาระที่น่าวรู้ของสมุนไพรที่มีศักยภาพในการพัฒนา และจัดทำเป็นเอกสารเผยแพร่เรื่อง “สมุนไพรนารู้” โดยในปี 2547 ได้จัดทำเล่มที่ 1 เกี่ยวกับสมุนไพร “ผักคาวตอง” และปี 2548 ได้จัดทำเล่มที่ 2 เกี่ยวกับสมุนไพร “ปัญญาจันทร์” ซึ่งได้รับความสนใจจากนักวิชาการและประชาชนเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงได้จัดทำเล่มที่ 3 เรื่อง สมุนไพรนารู้ (3): บัวบก ซึ่งประกอบไปด้วยรายละเอียดด้านสรรพคุณและความปลอดภัย การศึกษาวิจัยคุณภาพทางเคมี รายละเอียดของพืช รวมทั้งแนวทางในการผลิตวัตถุดิบที่มีคุณภาพ เพื่อความสะดวกในการสืบค้นและนำไปใช้ประโยชน์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์หวังว่าข้อมูลจากหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาเกี่ยวกับการใช้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพ และเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่อไป



(นายแพทย์ไพจิตร วราชิต)

สารบัญ

คำนำ	(ก)
บทนำ	(ง)
การศึกษาสรรพคุณและความปลอดภัย	1
การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	4
ฤทธิ์ในการสมานแผล รักษาและป้องกันการเกิดแผลเปื่อย	5
ฤทธิ์ในการสมานแผล	11
ฤทธิ์ในการรักษาและป้องกันการเกิดแผลเปื่อย	16
ฤทธิ์ในการปกป้องเซลล์ประสาทและผลต่อการเรียนรู้และความเข้าใจ	18
ฤทธิ์ต่อจิตประสาท	31
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	33
ฤทธิ์กระตุ้นหรือเสริมภูมิคุ้มกัน	35
ฤทธิ์ต้านการแบ่งตัวของเซลล์ผิวหนัง	36
ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง	37
ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์และไวรัส	40
ฤทธิ์ต่อกล้ามเนื้อเรียบ	41
ฤทธิ์ในการปกป้องกล้ามเนื้อหัวใจ	41
ฤทธิ์ในการป้องกันอันตรายจากรังสี	42
การศึกษาทางเภสัชจลนศาสตร์	43
การใช้บัวบกในทางการแพทย์แผนโบราณ	44

การใช้บัวบกในทางการแพทย์แผนปัจจุบัน	45
การศึกษาทางคลินิก	45
การใช้บัวบกในโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของหลอดเลือดดำ	46
การใช้บัวบกในผู้ป่วย Venous insufficiency	46
การใช้บัวบกในผู้ป่วย Venous congestion/ hypertension	48
การใช้บัวบกในผู้ป่วย Post-thrombotic syndrome และ varicose veins	51
การใช้บัวบกในผู้ป่วย Diabetic microangiopathy	52
การใช้บัวบกในผู้ป่วย Cellulites และ Striae gravidarum	53
การใช้บัวบกในการสมานแผล	54
การใช้บัวบกในผู้ป่วย Leprosy	56
การใช้บัวบกในผู้ป่วยเยื่อหุ้มฟันอักเสบเรื้อรัง	56
การใช้บัวบกในการแพทย์ทางเลือก	57
อาการไม่พึงประสงค์และความเป็นพิษ	57
ข้อควรระวังในการใช้บัวบก	60
คุณภาพและมาตรฐานทางเคมีของสมุนไพรบัวบก	81
พฤกษศาสตร์ของบัวบกและการใช้ประโยชน์พื้นบ้าน...สู่การวิจัยและพัฒนา	103
บัวบกพืชพื้นบ้าน กับการผลิตวัตถุดิบที่มีคุณภาพ	121

บัวบก

บัวบก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Centella asiatica* (L.) Urban วงศ์ Umbelliferae (หรือ Apiaceae) เป็นพืชพื้นบ้านของไทยและของประเทศในเขตร้อนถึงเขตอบอุ่น และแพร่กระจายพันธุ์ไปอย่างกว้างขวางทั่วโลก ขึ้นได้ดีในที่ชุ่มชื้น ทั้งที่โล่งแจ้ง ที่มีแสงรำไร และในที่ร่ม ตั้งแต่พื้นที่ราบต่ำจนถึงที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 3,480 เมตร ในประเทศไทย บัวบกขึ้นอยู่ทั่วไปตามสภาพธรรมชาติและเป็นพืชปลูก พบได้ทุกภาค ตั้งแต่พื้นที่ราบในระดับต่ำจนถึงที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,450 เมตร

บัวบก เป็นพืชที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ปรากฏชื่ออยู่ในตำราอายุรเวทของอินเดียตั้งแต่ประมาณ 500 ปีก่อนคริสต์ศักราช สรรพคุณตามตำราการแพทย์แผนไทย ใช้บัวบกรักษาอาการไข้ใน บำรุงหัวใจ บำรุงกำลัง รักษาอาการอ่อนเพลีย เมื่อยล้า ขับปัสสาวะ รักษาโรคผิวหนัง รักษาบาดแผล รักษาอุบัติเหตุ ระวังรักษาพิษเนื่องจากถูกงูกัด รักษาอาการเริ่มเป็นบิด รักษาอาการท้องร่วง ใช้ผสมร่วมกับสมุนไพรอื่นๆ เป็นยารักษาอาการร้อนใน กระหายน้ำ รักษาเด็กที่เป็นซาง ตัวร้อนและผอมแห้ง รักษาโรคปากเปื่อย ปากเหม็น เจ็บคอ น้ำลายไหล

บัวบก เป็นสมุนไพรที่บรรจุอยู่ใน WHO monographs นอกจากนั้นยังมี Monographs ของบัวบกอยู่ในเภสัชตำรับของหลายประเทศ เช่น จีน, เยอรมนี, อังกฤษ, อินเดีย และไทย บัวบกมีข้อบ่งใช้ในทางการแพทย์แผนโบราณค่อนข้างกว้าง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเป็นยาใช้รักษาแผล

และโรคผิวหนัง และเมื่อเปรียบเทียบกับพืชสมุนไพรชนิดอื่น ๆ แล้ว ข้อมูลการศึกษาวิจัยของบัวบกมีค่อนข้างมาก และหลากหลาย รวมถึงการศึกษาวิจัยทางคลินิก อีกทั้งยังมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่น่าสนใจ บัวบกจึงเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพในการที่จะนำมาพัฒนาให้ได้ข้อบ่งใช้ใหม่ ๆ หากสามารถศึกษาให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในการยืนยันฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา และมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการนำมาใช้ รวมไปถึงการศึกษาวิจัยทางคลินิก

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษาวิจัยในด้านต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการนำสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมโลก จึงได้จัดทำหนังสือ “สมุนไพรน่ารู้ (3): บัวบก” โดยประมวลผลข้อมูลที่รวบรวมจากรายงานวิชาการ รายงานการศึกษาวิจัย ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วย การศึกษาด้านสรรพคุณและความปลอดภัย คุณภาพทางเคมี พฤกษศาสตร์ และการผลิตวัตถุดิบที่มีคุณภาพ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจต่อไป



การศึกษาด้านสสพคุณ และความปลอดภัยของบัวบก

กัลยา อนุรักษณาปรภรณ์

บัวบก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Centella asiatica* (L.) Urban วงศ์ Umbelliferae (หรือ Apiaceae) เป็นพืชสมุนไพรที่มีการใช้มาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ สารออกฤทธิ์ที่พบในบัวบกเป็นสารกลุ่ม pentacyclic triterpenes derivatives สารที่มีการศึกษาวิจัยกันมาก ได้แก่ madecassosides และ asiaticosides บัวบกมีข้อบ่งใช้ในทางการแพทย์แผนโบราณค่อนข้างกว้าง และเมื่อเปรียบเทียบกับพืชสมุนไพรชนิดอื่น ๆ แล้ว ข้อมูลการศึกษาวิจัยของบัวบกมีค่อนข้างมากรวมถึงการศึกษาวิจัยทางคลินิก จากกระบวนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ พบว่าบัวบกมีประสิทธิภาพในการใช้รักษาโรคที่เกิดจากการเสื่อมประสิทธิภาพของหลอดเลือดดำ (venous insufficiency) และหน้าท้องลาย (striae gravidarum) นอกจากนี้ยังพบว่าบัวบกมีประสิทธิภาพในการสมานแผล (wound healing) ปัจจุบันมีข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในสัตว์ทดลองและในหลอดทดลองสนับสนุนว่าบัวบกมีฤทธิ์ในการสมานแผล ป้องกันการเกิดแผลเปื่อย (ulcer-protective) ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและไวรัส กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (immunomodulatory

effect) ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) มีฤทธิ์ต่อจิตประสาท (psychoneuropharmacological effect) ปกป้องเซลล์ประสาท (neuroprotective effect) และเพิ่มการเรียนรู้และความเข้าใจ

บัวบก เป็นพืชที่พบได้ในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ศรีลังกา บางภูมิภาคของจีน ทางตะวันตกของหมู่เกาะในทะเลใต้ มาดากัสกา ออฟริกาใต้ ทางตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา เม็กซิโก เวเนซุเอลา และโคลัมเบีย รวมทั้งทางตะวันออกเฉียงอเมริกาใต้¹ บัวบกเป็นพืชที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์² ปรากฏชื่ออยู่ในตำราอายุรเวทของอินเดียตั้งแต่ประมาณ 500 ปีก่อนคริสต์ศักราช และมีการใช้โดยหมอพื้นบ้านในเกาะจาวา และเกาะอื่น ๆ ของอินโดนีเซีย รวมทั้งในมาดากัสกา^{2,3,4} และประเทศจีน⁵ มีรายงานประสิทธิผลในการใช้บัวบกสำหรับรักษาโรคเรื้อน (leprosy) ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1852³ ต่อมาในศตวรรษที่ 19 บัวบกถูกบรรจุไว้ใน Indian Pharmacopoeia^{2,3} สรรพคุณตามตำราการแพทย์แผนไทย⁶ ใช้บัวบกรักษาอาการช้ำใน บำรุงหัวใจ บำรุงกำลัง รักษาอาการอ่อนเพลีย เมื่อยล้า ขับปัสสาวะ รักษาโรคผิวหนัง รักษาบาดแผล รักษาอุบัติเหตุ ระวังรักษาพิษเนื่องจากถูกงูกัด รักษาอาการเริ่มเป็นบิด รักษาอาการท้องร่วง ใช้ผสมร่วมกับสมุนไพรอื่น ๆ เป็นยารักษาอาการร้อนใน กระหายน้ำ รักษาเด็กที่เป็นชาง ตัวร้อนและผอมแห้ง รักษาโรคปากเปื่อย ปากเหม็น เจ็บคอ น้ำลายไหล

บัวบก เป็นสมุนไพรที่บรรจุอยู่ใน WHO monographs⁷ นอกจากนี้ยังมี Monographs ของบัวบกอยู่ในหลายประเทศ เช่น จีน ใน Chinese Pharmacopoeia: Centella⁸, เยอรมนี ใน HAB1: Centella, อังกฤษ ใน British

Herbal Pharmacopioea: Centella; Martindale, The Extra Pharmacopioea: 1600-d Centella, อินเดีย ใน Herba Ind หน้า 53: Centella⁹ และไทยใน Thai Herbal Pharmacopoeia Supplement¹⁰

สารเคมีในบวบกที่อยู่ในความสนใจว่ามีสรรพคุณในการรักษาโรค เป็นสารกลุ่ม triterpene saponin และ triterpene acids sugar ester สารที่มีการศึกษากันมาก ได้แก่ asiatic acid, madecassic acid และ asiaticosides 3 ตัว คือ asiaticoside, asiaticoside A และ asiaticoside B โดยที่ปริมาณสารที่พบอยู่ระหว่าง 1-8% ทั้งนี้ขึ้นกับแหล่งของวัตถุดิบ

นอกจากนั้นยังมีรายงานการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของบวบก ทั้งจากต่างประเทศ และในประเทศไทย ซึ่งจะมีความแตกต่างกันบ้าง จากข้อมูลสมุนไพรในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้¹¹ รายงานว่าในบวบก ส่วนที่รับประทานได้น้ำหนักสด 100 กรัม มีน้ำ 88 กรัม โปรตีน 2 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 7 กรัม กากและเส้นใย 1.6 กรัม แคลเซียม 170 มิลลิกรัม โปแตสเซียม 32 มิลลิกรัม เหล็ก 6 มิลลิกรัม โปรวิตามินเอ 4.5 มิลลิกรัม และวิตามินซี 49 มิลลิกรัม ส่วนอีกรายงานหนึ่งพบว่าใบบวบก 100 กรัม จะให้พลังงาน 34 แคลลอรี่ มีน้ำ 89.3 กรัม โปรตีน 1.6 กรัม ไขมัน 0.6 กรัม คาร์โบไฮเดรต 6.9 กรัม โยอาหาร 2 กรัม เถ้า 1.6 กรัม แคลเซียม 170 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 30 มิลลิกรัม เหล็ก 3.1 มิลลิกรัม โปแตสเซียม 414 มิลลิกรัม เบตาแคโรทีน 6.58 มิลลิกรัม thiamine 0.15 มิลลิกรัม riboflavin 0.14 มิลลิกรัม niacin 1.2 มิลลิกรัม และวิตามินซี 4 มิลลิกรัม¹² สำหรับ รายงานคุณค่าทางอาหารของบวบกในประเทศไทยนั้น บวบก 100 กรัม จะให้พลังงาน 44 แคลลอรี่ น้ำ 86 กรัม โปรตีน 1.8 กรัม ไขมัน 0.9 กรัม คาร์โบไฮเดรต 7.1 กรัม กากหรือเส้นใย 2.6 กรัม เถ้า 1.7 กรัม แคลเซียม 146

มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 30 มิลลิกรัม เหล็ก 3.9 มิลลิกรัม วิตามินเอรวม 10962 IU, thiamin 0.24 มิลลิกรัม riboflavin 0.09 มิลลิกรัม niacin 0.8 มิลลิกรัม และวิตามินซี 4 มิลลิกรัม¹³

สำหรับรายงานการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสรรพคุณและความปลอดภัยของบัวบก จะได้กล่าวต่อไปโดยลำดับ ดังนี้

การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

รูปแบบของบัวบกที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยทางด้านเภสัชวิทยา มีทั้งที่เป็นสารสกัดแอลกอฮอล์ สารสกัดน้ำ ซึ่งไม่ทราบองค์ประกอบแน่นอน และสารสกัดที่ทราบองค์ประกอบ ได้แก่ tritrated extract of *Centella asiatica* (TECA), total triterpenoid fraction of *Centella asiatica* (TTF-CA) และ total triterpenic fraction (TTF) โดยที่ TECA และ TTF-CA เป็นสารสกัดที่ประกอบด้วย asiatic acid 30%, madecassic acid 30% และ asiaticosides 40% ส่วน TTF มีส่วนประกอบของ asiatic acid และ madecassic acid รวมกัน 60% โดยไม่ระบุอัตราส่วนและ asiaticosides 40%⁹ การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของบัวบก หรือสารสกัด asiaticosides มีค่อนข้างมากและหลากหลายทั้งที่ทำการศึกษาในสัตว์ทดลองและในหลอดทดลอง ได้แก่ ฤทธิ์ในการสมานแผล (wound healing), ป้องกันการเกิดแผลเปื่อย (ulcer-protective), ปกป้องเซลล์ประสาทจากการถูกทำลาย (neuroprotective), ฤทธิ์ต่อจิตประสาท (psychoneuro-pharmacological), ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant), กระตุ้นภูมิคุ้มกัน (immunomodulatory), ต้านเซลล์มะเร็ง, ต้านจุลชีพ (antimicrobial) และต้านเชื้อไวรัส (antiviral) เป็นต้น

ฤทธิ์ในการสมานแผล (Wound healing effects) รักษาและ ป้องกันเกิดแผลเปื่อย (Anti-ulcer and ulcer protective effect)

เมื่อมีบาดแผลเกิดขึ้น ร่างกายจะมีขบวนการในการสมานแผลเพื่อสร้างความสมบูรณ์และแข็งแรงให้กับเนื้อเยื่อที่ถูกทำลาย ซึ่งจะเกิดขึ้นเป็นลำดับตามขั้นตอน ประกอบด้วย การเกิดการอักเสบ (inflammation) การสร้างเซลล์ผิวหนังใหม่ขึ้นคลุมบริเวณปากแผล (epithelialization) การสร้างเส้นเลือดใหม่ (angiogenesis) และการสะสมสารที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (matrix) ที่จำเป็นสำหรับเซลล์ในการรักษาเนื้อเยื่อให้ติดดั้งเดิม บาดแผลบางชนิดจะหายยาก ซึ่งอาจเนื่องมาจากความรุนแรงของบาดแผลที่เกิดขึ้น หรือภาวะที่อ่อนแอทางสุขภาพของผู้ป่วยแต่ละราย บาดแผลที่ไม่สามารถสมานเองได้จะต้องปรึกษาแพทย์ เนื่องจากอาจมีการติดเชื้อ หรืออาจเป็นผลอันเนื่องมาจากมีโรคอื่น ๆ เช่น เบาหวาน หรือกรณีที่เป็นบาดแผลฉกรรจ์ ต้องให้แพทย์ทำการรักษา แม้ว่าขบวนการในการสมานแผลของบาดแผลทุกชนิดจะเหมือนกัน แต่สาเหตุที่ทำให้เกิดบาดแผลจะแตกต่างกันออกไป บาดแผลที่ไม่ลึกมากจะมีการทำลายผิวหนังชั้นนอกหรือหนังกำพร้าและหนังแท้ส่วนบน (epidermis และ superficial dermis) และจะสมานกลับเป็นปกติโดยการสร้าง epithelial tissue หรือผิวหนังชั้นใหม่ ส่วนบาดแผลที่มีความลึกมาก ๆ (full-thickness wound) นั้น จะมีการทำลายหนังแท้ (deeper layers of skin and fat) เนื้อเยื่อที่อยู่ลึกลงไปรวมทั้งเส้นเลือด และเมื่อบาดแผลหายจะเกิดรอยแผลเป็น ในทางการแพทย์ wound จะหมายถึงแผลเปื่อย (ulcer) ที่มีการเปิดของผิวหนัง หรือ mucous membrane ซึ่งทำให้ surface tissue ถูกทำลาย แผลเปื่อยส่วนใหญ่มักจะมีการอักเสบและทำให้เจ็บปวด ซึ่งแบ่งออกได้หลายประเภท ได้แก่ traumatic ulcers, arterial ulcers,

Traumatic ulcers เป็นบาดแผลที่เกิดจากอุบัติเหตุซึ่งมีผลต่อการบาดเจ็บของผิวหนัง เส้นเลือด กระดูก กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue) หรืออวัยวะใด ๆ ซึ่งมีผลให้พัฒนาไปเป็นแผลเปื่อยได้

Aterial Ulcers เป็นความผิดปกติที่เส้นเลือดแดงที่ทำหน้าที่นำเลือดและออกซิเจนไปหล่อเลี้ยงเซลล์เพื่อการดำรงชีวิต เมื่อการไหลเวียนโลหิตถูกปิดกั้น (block) จะทำให้เกิดการตายของเนื้อเยื่อ ทำให้เกิดบาดแผลที่ทำให้เจ็บปวดได้ ความบกพร่องในการไหลเวียนของเลือดดังกล่าว มักจะเกิดบริเวณแขนและขา สิ่งที่เป็นที่สังเกต คือ ไม่สามารถตรวจพบชีพจร รู้สึกเย็น หรือผิวหนังเย็น ผิวหนังบริเวณดังกล่าวจะเป็นเงาบาง และแห้ง มีการหลุดร่วงของขน และ capillary return time จะช้าลง ในการรักษาบาดแผลดังกล่าว มีวัตถุประสงค์ 2 อย่าง คือ การให้ยาเพื่อทำการไหลเวียนของเลือดกลับเป็นปกติ และช่วยให้เกิดการสมานแผล

Venous Ulcers เป็นความผิดปกติที่เส้นเลือดดำ ซึ่งเป็นเส้นเลือดที่นำเลือดที่ขาดออกซิเจนกลับไปที่ปอด เส้นเลือดนี้จะมีลิ้นเพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับของเลือด แต่ในกรณีที่ลิ้นเสื่อมประสิทธิภาพ จะทำให้มีการคั่งของเลือดในเนื้อเยื่อ เกิดภาวะเลือดคั่ง (congestion) โดยส่วนใหญ่จะเกิดที่ขา ทำให้มีอาการบวมและมีสีผิดปกติเป็นสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากการรั่ว (leak) ของ hemoglobin จากเม็ดเลือดแดงที่ค้างอยู่ในบริเวณดังกล่าว ส่วนใหญ่จะพบ Venous Ulcers บริเวณขา โดยเฉพาะข้อเท้า ซึ่งเป็นแผลเปื่อยที่ไม่ทำให้เจ็บปวดมาก ถึงแม้ว่าลิ้นเส้นเลือดดำไม่สามารถซ่อมแซมได้ก็ตาม แต่การออกกำลังกาย หรือรัดบริเวณดังกล่าวโดยการใส่ stocking หรือใช้เครื่องมือช่วยปั๊ม (mechanical pumping devices) จะสามารถช่วยให้การไหลเวียนของเลือดในเส้นเลือดดำดีขึ้นได้

Diabetic Foot Ulcers เป็นแผลเปื่อยที่มักเกิดขึ้นบริเวณขาและฝ่าเท้าในผู้ป่วยเบาหวาน โดยที่โรคเบาหวานมักจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เส้นเลือดแดงที่มีขนาดเล็ก (arteries) แคบลง ซึ่งไม่สามารถแก้ไขให้กลับมาเป็นปกติได้ แต่จะสามารถหลีกเลี่ยงได้ด้วย การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ นอกจากนั้นโรคเบาหวานยังเป็นสาเหตุของการเกิด peripheral neuropathy และการสูญเสียการรับรู้ความรู้สึก โดยเฉพาะความรู้สึกเจ็บปวดที่ขาและฝ่าเท้า ซึ่งทำให้ไม่สังเกตเห็นเมื่อเท้าได้รับบาดเจ็บ และสามารถกลายเป็นบาดแผลถาวรได้ นอกจากนั้น peripheral neuropathy ยังทำให้ฝ่าเท้าผิดรูปร่างได้ อันเนื่องมาจากแรงกดลงบนกระดูกที่ไม่เหมาะสม และการที่ฝ่าเท้าเกิดการผิดรูปร่างไปนั้น ในทางกลับกัน ก็จะเป็นผลให้เกิดการโปนของกระดูก การบวม และนำไปสู่การเกิดแผลเปื่อย (ulcer) ได้ Neuropathy นั้นไม่สามารถรักษาให้หายได้ แต่สามารถชะลอพัฒนาการของโรคให้ช้าลงได้ด้วย ความระมัดระวังในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ผู้ป่วยเบาหวานจะต้องระมัดระวังและใส่ใจในการดูแลเท้าให้ดีและต้องได้รับการรักษาให้ทันทั่วทั้งที่มีอาการบาดเจ็บที่เท้าเกิดขึ้น

Pressure Ulcers หรือแผลกดทับ พบได้บ่อยในผู้สูงอายุหรือผู้ที่เคลื่อนไหวลำบาก หรือไม่สามารรถเคลื่อนไหวเองได้ เมื่อเกิดแรงกดทับจะทำให้เซลล์ได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ แรงกดทับชนิดนี้มักเกิดกับเซลล์ที่อยู่ระหว่างกระดูกข้อศอก สันเท้า สะโพก หรือ tailbone กับพื้นผิวแข็ง ๆ เช่น เตียง หรือ wheelchair เซลล์ที่อยู่ชิดกับกระดูกจะเริ่มตาย และทำให้เกิดแผลขยายออกไปที่ผิวหนัง แผลกดทับจึงไม่ได้เกิดเฉพาะที่ผิวหนังเท่านั้น แต่จะเกิดกับเนื้อเยื่อที่อยู่ลึกลงไปด้วย การลดความเสี่ยงในการเกิดแผลกดทับสามารถทำได้โดยการเพิ่มการเคลื่อนไหวให้มากขึ้น ดูแลสุขภาพโดย

รวมและสุขภาพของผิวหนัง ให้ได้รับสารอาหารที่เพียงพอ และควบคุม
น้ำหนักตัวให้เหมาะสม

Burns หรือแผลไหม้ อาจแบ่งตามความรุนแรงได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

- First-degree burn ผิวหนังชั้นนอก (epidermis) จะแดงคล้ายกับ
แผลไหม้ที่เกิดจากการโดนแสงอาทิตย์ (sun burn)

- Second-degree burn จะเกิดการบาดเจ็บของผิวหนังชั้น epidermis
และชั้นผิวหนังชั้นที่สองที่ลึกลงไป ผิวหนังจะพองและมีน้ำ และจะค่อย ๆ
หายเป็นปกติหลังจากกำจัดตุ่มน้ำออก

- Third-degree burn จะเกิดการบาดเจ็บลึกลงไปทุกชั้นผิวหนังและ
มักจะต้องได้รับการรักษาโดยการผ่าตัดตกแต่ง

โดยปกติแผลไหม้ที่ไม่ลึก (First-degree burn) มักจะหายได้เองภายใน
2 สัปดาห์ ส่วนแผลไหม้ที่เป็นแผลลึก (Second- และ Third-degree burn) จะ
ต้องได้รับการดูแลรักษาที่ถูกต้อง การปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อเกิด
แผลไหม้ คือการลดความร้อนบริเวณดังกล่าวโดยการประคบด้วยน้ำแข็ง
หรือน้ำเย็น

ขบวนการในการสมานแผลจะเกิดตามลำดับหลังจากการได้รับ
บาดเจ็บ คือ ระยะเวลาที่เกิดการอักเสบ การสร้างเซลล์ใหม่ (proliferation) และ
การเจริญเต็มที่และการปรับรูปร่าง (maturation and remodeling)

การอักเสบจะเกิดในช่วงสองสามวันแรก ร่างกายจะพยายามรักษา
สมดุลย์ในบริเวณที่เกิดบาดแผล โดยการทำให้เส้นเลือดบริเวณดังกล่าว
หดตัวเพื่อป้องกันการการสูญเสียเลือด เกิดการแข็งตัวของเลือดอันเนื่องมา
จากการทำงานของเกล็ดเลือด และ thromboplastin บริเวณบาดแผลจะ

แดง ร้อน และบวม ซึ่งบ่งชี้ถึงการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เม็ดเลือดขาวจะทำหน้าที่กำจัดสิ่งแปลกปลอมและแบคทีเรีย

ในระยะ proliferative จะใช้เวลา 2-3 สัปดาห์ หรืออาจจะยาวนานกว่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของบาดแผล จะเกิดเม็ดเล็ก ๆ ในบริเวณแผล (granulation) โดยที่ fibroblast จะสร้าง collagen ขึ้น มีการสร้างเส้นเลือดใหม่ จากนั้นแผลจะเริ่มสมานและถูกปิดโดยชั้นผิวหนัง

ระยะ maturation and remodeling อาจจะกินเวลานานซึ่งอาจจะต้องใช้เวลาเป็นปี collagen ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่จะจัดเรียงตัว เปลี่ยนรูปร่างของแผล และเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อเยื่อในบริเวณบาดแผล ซึ่งโดยทั่วไปความแข็งแรงของเนื้อเยื่อบริเวณแผลเป็น (scar tissue) จะกลับมามีเพียง 80% ประสิทธิภาพของร่างกายในการสมานแผลในระยะนี้จะน้อยลงในผู้สูงอายุ

ขั้นตอนในการรักษาบาดแผลโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ การกำจัดเนื้อเยื่อที่ตายแล้วออกและการทำความสะอาด การรักษาความชุ่มชื้นบริเวณบาดแผล หลีกเลี่ยงการได้รับบาดเจ็บ และการให้สารที่ช่วยในการสมานแผล

การกำจัดเนื้อเยื่อที่ตายแล้วออกและการทำความสะอาด เพื่อไม่ให้มีสิ่งแปลกปลอมที่บาดแผล ซึ่งน้ำเกลือ (normal saline solution) เป็นสารละลายที่ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสำหรับใช้ทำความสะอาดแผล ราคาไม่แพงและหาได้ง่าย

การรักษาความชุ่มชื้นบริเวณบาดแผล ในช่วงเวลาของการสมานแผล จะมีการไหลซึมของของเหลวมาสะสมบริเวณบาดแผล (exuded) ซึ่งประกอบไปด้วยเม็ดเลือดขาว growth factors เอนไซม์ และฮอร์โมนบางชนิด

ซึ่งจะเป็นตัวช่วยกระตุ้นให้การสมานแผลดีขึ้น สภาพแวดล้อมบาดแผลที่มีความชุ่มชื้นพอเหมาะจะช่วยให้ขบวนการ exudation เกิดได้ดี และช่วยเร่งการสมานแผลและการเจริญเติบโตของผิวหนัง นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเกาะติดของวัสดุปิดแผล และการทำลายเนื้อเยื่อบริเวณบาดแผลเมื่อเอาวัสดุปิดแผลออก การรักษาความชุ่มชื้นสามารถทำได้โดยใช้ผ้าก๊อศทำให้ชื้นด้วยน้ำเกลือ น้ำเกลือจะช่วยในการกำจัดสิ่งแปลกปลอม ดูดซับสิ่งที่ซึมออกมาและจับแบคทีเรีย

การหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บซ้ำ จะต้องหลีกเลี่ยงสาเหตุของการได้รับบาดเจ็บและป้องกันไม่ให้บาดแผลได้รับความบอบซ้ำเพิ่มมากขึ้น

การใช้ยาหรือสารที่ช่วยในการสมานแผล สารประเภทโปรตีนมีความจำเป็นต่อขบวนการสมานแผลในทุกระยะ เช่น angiogenesis, fibroblast proliferation, collagen synthesis และ scar remodeling สารประเภทโปรตีนยังช่วยในการเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายซึ่งมีส่วนช่วยในการป้องกันการติดเชื้อ สารประเภทแป้ง และไขมันก็มีความจำเป็นในการเป็นแหล่งให้พลังงานที่จำเป็นในการสมานแผลและหลีกเลี่ยงการนำพลังงานจากโปรตีนมาใช้ นอกจากนี้วิตามิน และเกลือแร่ เป็นสารอีกกลุ่มหนึ่งที่มีบทบาทที่ช่วยเร่งขบวนการสมานแผล

สิ่งที่ต้องระมัดระวังอย่างยิ่งในการดูแลบาดแผล คือ การระมัดระวังไม่ให้เกิดการติดเชื้อ ซึ่งจะทำให้ขบวนการสมานแผลช้าลง สิ่งที่บ่งบอกภาวะการติดเชื้อ ได้แก่ ผิวหนังบริเวณรอบ ๆ บาดแผลร้อน แดง แผลมีหนอง บวม และมีไข้ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม โดยปกติแล้วการดูแลบาดแผลที่ถูกต้องตามที่กล่าวมาข้างต้น เพียงพอที่จะช่วยไม่ให้มีการติดเชื้อเกิดขึ้น และเนื่องจากบาดแผลทั่ว ๆ ไป จะมีการปนเปื้อน (contamination) ของแบคทีเรีย

อยู่แล้วจึงอาจจะไม่มีความจำเป็นที่ต้องใช้วัสดุปราศจากเชื้อ และ sterile technique วิธีที่ดีที่สุด คือการล้างมือให้สะอาดก่อนการสัมผัสหรือดูแลบาดแผล ส่วนการใช้ครีมที่มียาปฏิชีวนะนั้น ควรทำเมื่อมีอาการบ่งชี้ว่ามีการติดเชื้อเท่านั้น เพื่อป้องกันการเกิดการดื้อยา

ปัจจุบันยังมีการพัฒนาวิธีการรักษาบาดแผลที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วยวิธีการรักษาแบบ conventional ได้แก่ Hyperbaric Oxygen Therapy, Whirlpool Therapy, Ultrasound Treatment, Electrical Stimulation, Magnetic Therapy เป็นต้น และยังมีรายงานการศึกษาวิจัยว่าสารอาหาร (nutrient) บางชนิด เช่น บัวบก, ว่านหางจระเข้, Arginine, Glutamine, Zinc, Copper เป็นต้น มีบทบาทช่วยในขบวนการสมานแผล¹⁴ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะรายงานการวิจัยบัวบกที่เกี่ยวข้องกับการสมานแผล รักษาและป้องกันการเกิดแผลเปื่อย เท่านั้น

ฤทธิ์ในการสมานแผล (Wound healing effects)

บัวบก เป็นสมุนไพรที่มีรายงานการศึกษาวิจัยทั้งจากการศึกษาในสัตว์ทดลอง (*in vivo*) และในหลอดทดลอง (*in vitro*) ว่าสารสกัดบัวบกช่วยเร่งการสมานแผล ทำให้แผลหายเร็วขึ้น โดยมีผลทำให้เพิ่มการสังเคราะห์ collagen เพิ่มปริมาณ fibronectin ภายในเซลล์ เพิ่ม mitotic activity ของ germ layer และเพิ่มขนาดของ kerato hyaline granules ของเนื้อเยื่อบริเวณที่เกิดแผล และผลที่ได้ขึ้นกับปริมาณสารสกัดที่ได้รับ ปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากบัวบกทั้งที่รับประทาน และใช้เป็นยาภายนอกสำหรับใช้ในการรักษาบาดแผล

Lawrence¹⁵ รายงานว่า asiaticoside mixture สามารถเร่งการสมานแผลใน abnormal skin condition เช่น แผลเปื่อย แผลโรคเรื้อน แต่ไม่รักษาแผลที่เป็น normal wound โดยพบว่าการใช้สารผสม asiaticoside (Madecassol[®]) โดยการฉีดเข้าช่องท้องหนูถีบจักรที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิด skin burn ไม่สามารถช่วยเร่งการสมานแผล และไม่สามารถลดอัตราการตาย (mortality rate) ได้เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

Poizot และ Dumez¹⁶ รายงานการศึกษาที่พบในหนูขาวว่า การใช้สาร asiaticosides mixture (TECA) ทางปากจะช่วยให้แผลที่ผิวหนังที่เกิดจากการกระตุ้นซ้ำ ๆ กันด้วย mechanical stress ของหนูขาวหายเร็วขึ้น TECA ยังช่วยลดการเกิด post-traumatic oedema ของเนื้อเยื่อบริเวณที่ถูกทำลาย ซึ่งกลไกที่เกี่ยวข้องอาจเกิดจากการที่ TECA มีผลต่อ metabolic process ที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหนังที่เกิดความผิดปกติ

Vogel และคณะ¹⁷ ได้ศึกษาผลของ triterpenic acids saponin (asiaticosides, madecassoids, asiatic acid และ madecassic acid) ใน connective tissue ของหนูขาว โดยการให้สาร triterpenic acids ทั้งสี่ตัวแก่หนูขาวทั้งโดยการให้ทางปาก และฉีดเข้าใต้ผิวหนังหลังจากฝัง glass rod ใต้ผิวหนังหนูขาว พบว่าหลัง implantation 3 สัปดาห์ granuloma ของ scar tissue มีน้ำหนักลดลง โดยที่การลดลงนี้แปรตามปริมาณ triterpene ที่ได้รับ แต่ไม่ขึ้นกับวิธีการที่สัตว์ทดลองได้รับสารสกัด นอกจากนี้ยังพบว่า rupture strength และ tensile strength ของ scar tissue มีค่าเพิ่มขึ้น และการเพิ่มขึ้นของค่า rupture strength และ tensile strength นั้นสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณ collagen ใน scar tissue ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ mechanical property ของ scar tissue ดีขึ้น โดยที่ asiatic acid และ madecassic

acid จะให้ผลดีกว่า glycosides อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบตามน้ำหนักโมเลกุลแล้ว พบว่าแต่ละ fraction มีประสิทธิภาพเท่ากัน

Marquart และคณะ¹⁸ รายงานคุณสมบัติในการสมานแผลของสารสกัดบัวบก (TECA) ว่า TECA เพิ่มการสังเคราะห์ collagen และทำให้ปริมาณ proline ภายในเซลล์ของ fibroblast ที่ได้จากหนังหุ้มปลาย (prepuce) ของคนเพิ่มขึ้นแบบ dose-dependent และพบว่ามี neosynthesis ของ collagen ด้วย นอกจากนี้ ยังมีรายงานการศึกษาของ Tenni และคณะ¹⁹ ว่า TTECA ก็มีคุณสมบัติในการเพิ่ม collagen synthesis ของ human skin fibroblast cultures

Shukla และคณะ²⁰ รายงานว่า asiaticoside ที่แยกได้จากบัวบก ช่วยเร่งการสมานแผลทั้งแบบ normal- และ delayed-type โดยพบว่าการใช้สารละลาย asiaticoside ความเข้มข้น 0.2% และ 0.4% ทาบริเวณแผล (punch wound) ของ Guinea-pig และ streptozotoin diabetic rats ตามลำดับ ทำให้ tensile strength และปริมาณ collagen เพิ่มขึ้น และการเกิดผิวหนังชั้นคลุมบริเวณบาดแผลเร็วขึ้น และยังพบว่าการให้ asiaticoside ขนาด 1 มก./กก. ทางปาก Guinea-pig ก็มีผลเร่งการสมานแผลเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีรายงาน ของ Maquart และคณะ²¹ ที่ทำการศึกษาในหนูขาวโดยใช้ wound chamber model ว่าบาดแผลที่ได้รับ TECA จะมีปริมาณ DNA โปรตีน, collagen และ uronic acid เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่ามีการเพิ่มขึ้นของการเกิด remodeling ของ collagen matrix บริเวณบาดแผล และสารเดี่ยวแต่ละตัวที่เป็นองค์ประกอบของ TECA ได้แก่ asiatic acid, madecassic acid และ asiaticoside ก็ให้ผลแบบเดียวกัน โดยที่ asiatic acid และ asiaticoside จะมีความแรงสูงสุด ซึ่งสารที่แสดงฤทธิ์ในการเร่งการสังเคราะห์ collagen ได้ดีคือ asiaticoside โดยสามารถออกฤทธิ์ได้เมื่อใช้ขนาดน้อย ๆ นอกจากนี้

จากรายงานการศึกษาของ Morriset และคณะ²² โดยดูการเปลี่ยนแปลง morphology ของบาดแผลและ scar tissue ภายใต้ light และ electron microscope พบว่าการฉีด Cothylene[®] ซึ่งเป็นยาเตรียม (preparation) ที่มีส่วนผสมของ asiaticoside เป็นสารหลักกับ antiseptic อื่นๆ เข้าใต้ผิวหนังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ scar tissue โดยที่ Cothylene[®] มีผลต่อขนาดและรูปร่างของ keratohyaline granules และทำให้ mitotic index ของ germinal layer มีค่าสูงขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะพบเฉพาะในกรณีที่มีการกระตุ้นการสมานแผลเท่านั้น

Sunilkumar²³ ทำการศึกษาในหนูขาว พบว่าการใช้สารสกัดน้ำของบัวบกที่เตรียมในรูปแบบ เจล และ ointment ทาที่แผลเปิด (open wounds) วันละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 24 วัน ทำให้ cellular proliferation และการสร้าง collagen บริเวณบาดแผลเพิ่มขึ้น โดยพบว่ามี การเพิ่มขึ้นของปริมาณ collagen และ tensile strength นอกจากนี้ยังช่วยให้การเกิดผิวหนังขึ้นคลุมบริเวณบาดแผลเร็วขึ้น และมี rate of wound contraction สูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยรูปแบบที่เป็น gel จะให้ผลในการรักษาแผลดีกว่าครีม และ ointment

Suguna และคณะทำการศึกษาถึงฤทธิ์ของบัวบกในการสมานแผลบริเวณผิวหนังของหนูขาว พบว่าสารสกัดแอลกอฮอล์ของบัวบกมีผลต่อระยะต่าง ๆ ของกระบวนการในการสมานแผล²⁴ สารสกัดช่วยให้การสร้าง collagen และ cellular proliferation เพิ่มขึ้น โดยพบว่ามี การเพิ่มขึ้นของปริมาณ DNA โปรตีน และ collagen ใน granulation tissue สารสกัดยังช่วยให้ maturation และ cross linking ของ collagen เกิดได้เร็วกว่าและดีกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้บาดแผลที่ได้รับการรักษาด้วยสารสกัดจะเกิดผิวหนังขึ้นคลุมบริเวณบาดแผลเร็วกว่า และ rate of wound contraction สูงกว่า

Coldren และคณะ²⁵ ได้ศึกษา molecular pathways ที่เกี่ยวข้องกับ การออกฤทธิ์ของสาร triterpenoids ในบัวบก โดยใช้เทคนิคของ gene microarray และ real-time reverse transcription polymerase (real-time RT-PCR) ในการวัดปริมาณ gene expression ของ human genes ใน human fibroblasts พบว่า triterated extract ของบัวบก (TECA) รวมทั้ง basic triterpenoids ทั้ง 4 ตัว มีผลต่อ expression ของยีนส์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเส้นเลือดใหม่ (angiogenesis) และ remodeling ของ extracellular matrix รวมทั้ง growth factor genes หลายชนิด และพบว่าการเปลี่ยนแปลงของ TNFAIP6 expression ซึ่งเป็น extracellular hyaluronan binding protein จะเป็นแบบ dose-dependent ซึ่งตอบสนองได้ดีมากต่อ asiatic acid และ madecassic acid

จากรายงานการวิจัยของ Lu และคณะ²⁶ ที่ทำการศึกษาในหลอด ทดลองถึงผลของ asiaticoside ต่อการเปลี่ยนแปลงของ gene expression ใน human dermal fibroblasts โดยใช้ cDNA microarray technology และ ประเมินระดับของ mRNA การสร้างโปรตีนของยีนส์ที่เกี่ยวข้องกับการ สังเคราะห์ extracellular matrix เช่น encoding type I และ type III collagen protein โดยวิธี Northern blot และ radioimmunoassay ตามลำดับ พบว่า asiaticoside ขนาด 30 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มีผล up-regulate ยีนส์ 54 ยีนส์ ที่มีหน้าที่ควบคุม cell proliferation, cell cycle progression และการสร้าง extracellular matrix ที่เวลาต่าง ๆ กัน และพบความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด ระหว่าง gene profile, mRNA และการสร้างโปรตีนของเซลล์เมื่อถูกกระตุ้น ด้วย asiaticoside

ฤทธิ์ในการรักษาและป้องกันการเกิดแผลเปื่อย

(Anti-ulcer and ulcer protective effect)

จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า asiaticoside และสารสกัดบัวบก มีฤทธิ์ในการป้องกันและรักษาแผลเปื่อยในทางเดินอาหาร ซึ่งมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ในการกระตุ้นการสมานแผล การลดการถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระ และการกระตุ้น mucosal defensive factors ต่าง ๆ

Ravokartra และคณะ²⁷ รายงานว่าการให้ asiaticoside โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนังหนูถีบจักรเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนที่จะเหนี่ยวนำให้เกิดแผลเปื่อยในทางเดินอาหารด้วยความเย็น สามารถลดการเกิดแผลเปื่อยได้นอกจากนั้นยังพบว่าการให้ asiaticoside โดยการกินหลังจากการเหนี่ยวนำให้เกิดบาดแผลโดยใช้ mercapto-ethylamine สามารถลดจำนวนแผลเปื่อยที่เกิดขึ้น และเร่งการสมานแผลที่เกิดขึ้นด้วย

Chatterjee และคณะ²⁸ ได้ศึกษาผลของสารสกัดแอลกอฮอล์ของบัวบกในการยับยั้งการเกิดแผลเปื่อยที่เหนี่ยวนำโดยใช้ความเย็นหรือความเครียด (stress ulcer) ในหนูขาว พบว่าสารสกัดบัวบกสามารถยับยั้งการเกิดแผลเปื่อยได้เทียบเท่ากับยา famotidine ซึ่งเป็นยา anti-ulcer (H2 receptor blockers) โดยที่การออกฤทธิ์จะแปรตามขนาดของสารสกัดที่สัตว์ทดลองได้รับ (dose-dependent)

Tan และคณะ²⁹ รายงานว่าสารสกัดน้ำของบัวบกขนาด 500 มก./กก. เมื่อให้หนูขาวกิน 1 ชั่วโมงก่อนได้รับ necrotizing solution (HCl/EtOH) สามารถป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะที่ถูกเหนี่ยวนำด้วย HCl/EtOH ได้

รายงานการศึกษาของ Cheng และ Koo ถึงฤทธิ์ในการป้องกันการเกิดแผลเปื่อยของบัวบกโดยใช้ gastric ex-vivo chamber model พบว่า

สารสกัดบับวกสามารถทำให้ gastric transmucosal potential difference ที่ลดลงเนื่องจากการได้รับสารละลาย 50%เอทานอลกลับสู่ภาวะปกติได้ และการให้สารสกัดบับวกขนาด 0.05, 0.25 และ 0.5 ก./กก. แก่หนูขาวสามารถป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะที่เกิดจากการเหนียวน้ำโดยใช้ 50%เอทานอล และทำให้ประสิทธิภาพของ mucosal myeloperoxidase ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดบับวกสามารถป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะที่เกิดจากการเหนียวน้ำด้วยเอทานอล โดยช่วยเพิ่ม strength ของ mucosal barrier และลดการถูกทำลายที่เกิดจากอนุมูลอิสระ³⁰

Sairam และคณะ³¹ รายงานฤทธิ์ในการป้องกันการเกิดแผลเปื่อยของบับวกว่า การให้หนูขาวกินน้ำคั้นจากบับวกขนาด 200 และ 600 มก./กก. วันละ 2 ครั้งเป็นเวลาติดต่อกัน 5 วัน สามารถป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะที่เหนียวน้ำโดยใช้เอทานอล แอสไพรีน ความเย็น และ pyloric ligation โดยผลที่ได้เทียบได้กับการใช้ sucralfate ขนาด 250 มก./กก. วันละ 2 ครั้ง ให้ยาติดต่อกัน 5 วัน น้ำคั้นบับวกไม่มีผลต่อการหลั่ง acid-pepsin อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำคั้นบับวกที่ขนาด 600 มก./กก. ทำให้การหลั่ง gastric juice mucin เพิ่มขึ้น และมีการเพิ่มขึ้นของ mucosal cell glycoproteins แสดงว่ามีการเพิ่มขึ้นของ cellular mucus และทำให้เซลล์ถูกทำลายน้อยลง ดังนั้นฤทธิ์ในการป้องกันการเกิดแผลเปื่อยจึงอาจเกิดจากการที่บับวกไปมีผลต่อ mucosal defensive factors

Cheng และคณะ³² ได้ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดน้ำของบับวก และ asiaticoside ในการป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารที่เกิดจากการเหนียวน้ำด้วย acetic acid (kissing ulcer) ในหนูขาว พบว่าการให้สารสกัดน้ำ และ asiaticoside จากบับวกแก่หนูขาวทางปาก สามารถลดขนาดของ

แผลเปื่อยที่เกิดขึ้นได้ โดยการออกฤทธิ์จะแปรตามขนาดของสารสกัดที่สัตว์ทดลองได้รับ และพบว่า myeloperoxidase activity บริเวณเนื้อเยื่อที่เกิดแผลเปื่อยจะลดลง ในขณะที่มีการเพิ่มขึ้นของ epithelial cell proliferation และการสร้างเส้นเลือดใหม่ (angiogenesis) ในบริเวณเนื้อเยื่อดังกล่าว

Guo และคณะ³³ รายงานว่าสารสกัดบัวบก และ asiaticoside มีฤทธิ์ต้านอักเสบซึ่งช่วยในการรักษาแผลเปื่อย และกลไกการออกฤทธิ์เกิดจากการยับยั้งการสร้าง nitric oxide โดยพบว่าทำให้สารสกัดน้ำของบัวบกขนาด 0.1 และ 0.25 ก./กก. และ asiaticoside ขนาด 5 และ 10 มก./กก. แก่หนูขาว ทางปาก สามารถลดขนาดของแผลในกระเพาะอาหารที่เกิดจากการเหนี่ยวนำด้วยกรดอะซิติก โดยการออกฤทธิ์จะสัมพันธ์กับขนาดของสารสกัดที่ได้รับ และสัมพันธ์กับการลดลงของ iNOS activity และ protein expression ที่เนื้อเยื่อแผล ทำให้ปริมาณ nitrate และ nitrite ซึ่งเป็น end products ที่มีความคงตัวของ Nitric oxide (NO) ที่เนื้อเยื่อแผลลดลง

ฤทธิ์ในการปกป้องเซลล์ประสาท (Neuroprotective effect)

และผลต่อการเรียนรู้และความเข้าใจ

การเกิดความผิดปกติของสมอง (Dementia) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากเส้นเลือดในสมองแข็งและแคบลงในคนสูงอายุ หรืออาจเกิดโดยไม่ทราบสาเหตุ จะทำให้มีการถดถอยการทำงานของสมอง จำเหตุการณ์และช่วงเวลาได้ไม่แน่นอน ความจำเสื่อม มีปฏิกิริยาโต้ตอบไปในทางที่ไม่เหมาะสม อารมณ์ไม่สม่ำเสมอ โรคที่พบบ่อยที่สุดในกลุ่มนี้ ได้แก่ โรคอัลไซเมอร์ ซึ่งในคนที่เป็นโรคนี้นั้นพื้นที่ของสมองส่วนที่ควบคุมความคิด ความจำ และการเรียบเรียงภาษาพูดจะถูกทำลาย และเมื่ออาการของโรคดำเนินไปเรื่อย ๆ จะ

มีการสูญเสียพื้นที่ของสมองส่วนอื่น ๆ ตามมา ผู้ป่วยจะมีอาการสับสน ไม่สามารถปฏิบัติงานที่เคยทำตามปกติได้ และต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิด ภาวะสูงอายุเป็นปัจจัยเสี่ยงสูงสุดที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคอัลไซเมอร์ อัตราเสี่ยงที่จะเป็นโรคอัลไซเมอร์จะสูงขึ้นตามอายุที่มากขึ้น และมักจะพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ระยะของโรคตั้งแต่เริ่มตรวจพบจนเสียชีวิตอยู่ระหว่าง 3-20 ปี ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่มีโรคแทรกซ้อนที่รุนแรงอย่างอื่น การสูญเสียการทำงานของเซลล์สมองจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เสียชีวิต³⁴ ในประเทศเยอรมนีคาดว่า มีผู้ป่วยโรคนี้ถึง 800,000 คน โรคอัลไซเมอร์เป็นสาเหตุการตายอันดับ 4 ในสหรัฐอเมริกา³⁵ ประมาณว่ามีผู้ป่วยโรคนี้ถึง 4.5 ล้านคน และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งคาดว่าในปี 2050 จะมีผู้ป่วยประมาณ 11.3-16 ล้านคน^{36,37} โรคนี้เมื่อเป็นแล้วไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ ผู้ป่วยส่วนใหญ่มักจะรักษาตัวอยู่ที่บ้านโดยมีผู้ดูแลซึ่งอาจเป็นญาติ พี่น้อง หรือลูกหลาน สาเหตุของโรคอัลไซเมอร์ยังไม่เป็นที่ทราบชัด จากการศึกษาวิจัย นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานว่าอาจมีสาเหตุมาจาก พันธุกรรม สมองได้รับบาดเจ็บ หรือการได้รับสารพิษ

พันธุกรรมกับอัลไซเมอร์

อัลไซเมอร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Familial Alzheimer's disease หรือ early-onset familial Alzheimer's และ sporadic Alzheimer's disease หรือ late-onset Alzheimer's³⁸

Familial Alzheimer's disease จะพบน้อย สาเหตุมาจากพันธุกรรม โดยได้รับการถ่ายทอดยีนส์ที่มีความผิดปกติ หรือมีการ mutate ของยีนส์ ตัวใดตัวหนึ่งใน 3 ตัวที่เป็นสาเหตุของโรค คือ PS1, PS2 และ APP ซึ่งส่วน

ใหญ่จะพบอาการของโรคก่อนอายุ 60 ปี แต่ละคนที่มี mutated gene 1 ตัว มีโอกาส 50% ที่จะถ่ายทอดยีนนี้ไปสู่อุ้งลูก และผู้ที่ได้รับยีนดังกล่าว จะเป็นโรคอัลไซเมอร์ ส่วนสมาชิกในครอบครัวที่ไม่ได้รับการถ่ายทอดยีนส์ ที่ผิดปกตินั้นจะไม่เป็นโรค

Sporadic Alzheimer's disease จะไม่มีการถ่ายทอดโดยตรงทางพันธุกรรม ยีนส์ไม่ใช่สาเหตุโดยตรงที่ทำให้เกิดโรค แต่ยีนส์จะมีผลต่อความเสี่ยงในการเกิดโรค Sporadic Alzheimer's จะเกิดหลังจากอายุ 60 ปี ส่วนใหญ่จะพบในช่วงอายุ 70 และ 80 ปี ยีนส์ที่มีผลต่อการเกิดโรค คือ APOE ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างโปรตีนที่ขนส่งโคเลสเตอรอลและไขมันตัวอื่น ๆ ในร่างกาย โปรตีนดังกล่าวยังอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงสร้างและการทำงานของ fatty membrane รอบ ๆ เซลล์สมอง APOE มี 3 รูปแบบ คือ APOE-epsilon 2 (APOE-e2), APOE-e4, และ APOE-e3 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับโรคอัลไซเมอร์ คือ APOE-e4 โดยทั่วไปบุคคลจะรับยีนส์ฟอร์มไโดฟอร์มหนึ่งจากพ่อ-แม่ ผู้ที่มียีนส์ APOE-e4 1 copy จะมีความเสี่ยงในการเป็นโรคอัลไซเมอร์สูงกว่าคนที่ไม่มียีนส์ฟอร์มนี้ จากรายงานการศึกษาวิจัยพบว่า 35-50% ของผู้ป่วยอัลไซเมอร์จะมียีนส์ฟอร์มนี้อย่างน้อย 1 copy คนที่มี APOE-e4 2 copies ก็มีความเสี่ยงในการเกิดโรคสูงขึ้น ผู้ป่วยเหล่านี้จะมีอาการของโรคเกิดขึ้นในช่วงที่อายุน้อยกว่าผู้ป่วยอัลไซเมอร์ที่ไม่มี APOE-e4 อย่างไรก็ตามในผู้ป่วยบางคนก็ไม่พบยีนส์ตัวนี้ และบางคนที่มียีนส์ตัวนี้ ก็ไม่เป็นโรคอัลไซเมอร์ ซึ่งเชื่อว่ามียีนส์ตัวอื่นอีกที่เกี่ยวข้องกับการเกิด Sporadic Alzheimer's disease³⁸

ทฤษฎีเกี่ยวกับ amyloid (Amyloid hypothesis)³⁹

ทฤษฎีเกี่ยวกับ amyloid หรือ Amyloid hypothesis เชื่อว่า ความผิดปกติในกระบวนการสร้าง (production) การสะสม (accumulation) และการกำจัด (disposal) beta-amyloid ซึ่งเป็น fragment ของโปรตีน เป็นสาเหตุให้เซลล์ประสาทที่ควบคุมกระบวนการเรียนรู้ ความคิด และความจำ ในผู้ป่วยอัลไซเมอร์ถูกทำลาย

Beta-amyloid เป็นชิ้นโปรตีนขนาดเล็กที่เกิดจากโปรตีนขนาดใหญ่ที่เรียกว่า amyloid precursor protein (APP) ซึ่งเป็น integral glycoprotein ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยังไม่ทราบชัดถึงหน้าที่ของ APP ในพอร์มปกติ APP จะอยู่ที่ในเซลล์และนอกเซลล์สมองโดยพาดผ่าน fatty membrane ที่ล้อมรอบเซลล์โดยมี C-terminal อยู่ใน cytoplasm และ N-terminal อยู่ที่ extracellular ในภาวะที่ถูกกระตุ้น APP จะถูกตัดเป็นชิ้นส่วนย่อย ๆ โดยเอนไซม์ต่าง ๆ ซึ่งชิ้นส่วนย่อยดังกล่าวจะกระจายอยู่ทั้งภายในและภายนอกเซลล์ ชิ้นส่วนย่อยนี้จะมี Beta-amyloid ซึ่งเป็น sticky protein รวมอยู่ด้วย Beta-amyloid จะจับกันเป็น cluster เรียก oligomers จากนั้น clusters จับต่อกันเป็นสายเรียก fibrils แล้วพัฒนาไปเป็น mats of fibrils เรียก beta-sheets จนในที่สุดระยะสุดท้ายจะเกิดเป็น plaques ซึ่งเป็นการเกาะรวมกันของ beta-sheets และสารอื่น ๆ และจะเห็นเป็นปื้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ตามทฤษฎีของ Amyloid กระบวนการที่เกิดขึ้นในการเกาะรวมกันของ Beta-amyloid จะทำให้เกิดความผิดปกติในการทำงานของเซลล์สมอง โดยขัดขวางการสื่อสารของเซลล์ประสาทระหว่างเซลล์ต่อเซลล์ กระตุ้นเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันจนทำให้เกิดการอักเสบ และทำให้เซลล์ส่วนใหญ่ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ และในที่สุดทำให้เซลล์ตาย นอกจากนั้นยังพบว่า

ปริมาณ beta amyloid ที่เพิ่มขึ้นในผู้ป่วยอัลไซเมอร์จะสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณ acetylcholine ซึ่งเป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจำ และการเรียนรู้

นอกจากสาเหตุที่กล่าวมาแล้วยังมีปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ อีก เช่น มีประวัติ Down Syndrome ในครอบครัว การติดเชื้อไวรัสและแบคทีเรียบางชนิด การได้รับสารพวกโลหะหนัก การสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแรงสูง สมองได้รับความกระทบกระเทือน และภาวะขาดสารอาหารและวิตามินในวัยเด็ก⁴⁰

การตรวจวินิจฉัยโรคอัลไซเมอร์

ผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์มีลักษณะอาการและพฤติกรรมที่เป็นรูปแบบเด่นชัด ทำให้สามารถคาดเดาได้จากลักษณะอาการและพฤติกรรมที่เกิดขึ้น แพทย์จะใช้วิธีการตรวจสอบหลายวิธีในการประเมินอาการของผู้ป่วยเพื่อวินิจฉัยว่าเป็นโรคอัลไซเมอร์หรือไม่ โดยตรวจสอบความสามารถในการรับรู้ เช่น ความจำ ความใส่ใจ การใช้ภาษา การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา รวมถึงการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ และการเอ็กซเรย์สมอง (Brain scan) เพื่อให้การวินิจฉัยถูกต้องมากขึ้นแพทย์จะถามถึงความสามารถของผู้ป่วยในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การกิน การอาบน้ำ การเดิน การแต่งตัว การซื้อของ การทำอาหาร และการใช้โทรศัพท์ เป็นต้น ซึ่งการวินิจฉัยโรคทางคลินิกด้วยวิธีดังกล่าวให้ความถูกต้องสูงถึง 80-90% ในการบ่งชี้ว่าผู้ป่วยเป็นโรคอัลไซเมอร์หรือไม่ แต่ถ้าจะให้แน่ใจร้อยละต้องทำโดยการตรวจชิ้นเนื้อสมอง⁴⁰

การดูแลด้านจิตใจของผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์⁴⁰

โรคอัลไซเมอร์เป็นโรคที่ก่อให้เกิดความบกพร่องในหน้าที่ของสมองส่วนต่าง ๆ แสดงออกเป็นกลุ่มอาการในเรื่องความจำบกพร่อง สถิติปัญญา ความสามารถลดลง การตัดสินใจไม่เหมาะสม ปัญหาทางบุคลิกภาพ เปลี่ยนแปลง อารมณ์ผิดปกติ พฤติกรรมบกพร่อง การเคลื่อนไหวผิดปกติ จนถึงอาการของโรคจิตที่มีประสาทหลอน และหลงผิดได้ โรคอัลไซเมอร์มีผลกระทบต่อร่างกายและจิตใจไม่เฉพาะต่อผู้ป่วยเองยังมีผลกระทบต่อญาติ หรือผู้ดูแลซึ่งอาจก่อให้เกิดความเครียด เหนื่อยล้า เบื่อหน่าย กังวล ผิดหวัง เศร้า ว่าเหวเหมือนถูกทอดทิ้ง บางครั้งผู้ดูแลหรือญาติ อาจเกิดปัญหา หรือมีคำถามต่าง ๆ อยากปรึกษาแต่ไม่รู้จะถามใครดี ถามอะไรบ้าง สิ่งที่ทำไป ถูกต้องดีหรือยัง รวมทั้งรู้สึกผิดคิดว่าตนเองเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาทางอารมณ์ในผู้ป่วย

บทบาทของผู้ดูแลหรือญาติ⁴⁰

1. ยอมรับว่าโรคนี้รักษาไม่หาย แต่การช่วยดูแลจะทำให้ผลกระทบด้านต่าง ๆ ลดลง
2. เข้าใจว่าโรคนี้ก่อให้เกิดอาการได้หลายอย่างไม่ว่าจะเป็นเรื่องความคิด สถิติปัญญา ความจำที่บกพร่องและถดถอย ทำให้เกิดพฤติกรรมที่ผิดปกติ รวมทั้งอาการทางอารมณ์ ไม่ว่าจะเป็นซึมเศร้า หรือก้าวร้าว รวมทั้งอาการทางกาย เพื่อการช่วยเหลือดูแลได้อย่างถูกต้อง
3. ดูแลเอาใจใส่ สังเกตว่าอาการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุ เช่น นอนไม่หลับ แยกตัว เครียด อาจมีสิ่งกระตุ้น

- ช่วยแก้ไขสาเหตุเหล่านั้น ช่วยลดความเครียดแก่ผู้ป่วย
4. ให้ความอบอุ่น ดูแลใกล้ชิด ด้วยการติดต่อสื่อสารที่ถูกต้อง อย่าเผชิญหน้า โต้เถียง หรือต่อว่าลงโทษ อาจแสดงได้โดยการติดต่อสื่อสารที่นอกเหนือจากคำพูด เช่น การแสดงสีหน้า ท่าทาง สายตา รวมทั้งการสัมผัส
 5. สนับสนุนให้กำลังใจและช่วยเหลือ กระตุ้นให้ผู้ป่วยทำในสิ่งที่ทำได้ และช่วยเหลือตามความเหมาะสมกับระยะของอาการของโรค
 6. มีส่วนช่วยในการรักษา สังเกต ถ้ามีอาการผิดปกติ เช่น นอนไม่หลับ ก้าวร้าวมากขึ้น มีการเคลื่อนไหวผิดปกติ ซึมเศร้า เป็นต้น ควรปรึกษาแพทย์ผู้รักษา

ยาที่ใช้ในโรคอัลไซเมอร์

โรคอัลไซเมอร์ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ การใช้ยาจะรักษาตามอาการ ช่วยในการชะลอการดำเนินของโรคให้ช้าลง และช่วยให้อาการของโรคดีขึ้น ปัจจุบันมียาที่ใช้กันอยู่ 2 กลุ่ม ซึ่งมีผลต่อสารสื่อประสาทเป้าหมายที่ต่างกัน ได้แก่ ยากลุ่ม cholinesterase inhibitors และ N-methyl-d-aspartate (NMDA)-receptors antagonist

Cholinesterase inhibitors นิยมใช้สำหรับผู้ป่วยที่อาการไม่รุนแรง (mild and moderate disease)^{41,42} ในผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์จะมีระดับของสารอะเซทิลโคลีนลดลง ซึ่งเชื่อว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้ความสามารถในการจำและการใช้เหตุผลของผู้ป่วยลดลงตามไปด้วย ปริมาณสารอะเซทิลโคลีนนี้ส่วนหนึ่งถูกควบคุมโดยเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ซึ่งจะทำหน้าที่

ย้อยอะเซทิลโคลีน ทำให้สารสื่อประสาทนี้มีปริมาณน้อยลงในสมอง ยากลุ่ม cholinesterase inhibitors จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีน เอสเทอเรสและเพิ่มปริมาณสารสื่อประสาทในสมองช่วยให้การทำงานของระบบประสาท cholinergic ดีขึ้น ยากลุ่มนี้ได้รับการรับรองครั้งแรกจาก U.S. Food and Drug Administration (FDA) เมื่อปี ค.ศ. 1995 (พ.ศ. 2538)

N-methyl-d-aspartate (NMDA)-receptors antagonist ใช้เพื่อป้องกันเซลล์ประสาทจากการถูกทำลายจากสาร glutamate ซึ่งจะช่วยลดการตายของเซลล์ประสาทได้ นิยมใช้ในผู้ป่วยที่อาการปานกลางจนถึงที่มีอาการหนัก (moderate and severe disease)^{37,41,42} ในผู้ป่วยอัลไซเมอร์จะมีระดับ glutamate ในสมองสูงกว่าปกติ ซึ่ง glutamate เป็นสารสื่อประสาทอีกตัวหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้และความจำ แต่การที่มีสารนี้มากเกินไปในสมองจะเป็นอันตรายต่อเซลล์ประสาท ส่วนหนึ่งเกิดจากการที่ glutamate ไปกระตุ้น NMDA-receptors ซึ่งการที่ NMDA-receptors ถูกกระตุ้นมากเกินไป (over activation) จะทำให้เซลล์ประสาทถูกทำลายและตายไป memantine เป็น noncompetative NMDA-receptors antagonist ตัวแรกที่ได้รับการรับรองจาก U.S. FDA เมื่อปี ค.ศ. 2004 (พ.ศ. 2547)³⁷ สำหรับใช้ในการรักษาผู้ป่วยอัลไซเมอร์ ช่วยป้องกัน NMDA-receptors จากการถูกกระตุ้นด้วย glutamate และปกป้องเซลล์ประสาทจากการถูกทำลาย

จากความก้าวหน้าของการค้นพบพยาธิสภาพของการเกิดอัลไซเมอร์ ในปัจจุบัน ทำให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ในการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนายาที่สามารถหยุดหรือชะลอการดำเนินของโรค ในการแพทย์ทางเลือกก็มีการนำพืชสมุนไพรมาใช้ โดยเฉพาะในรูปแบบของอาหารเสริมสุขภาพ เพื่อป้องกันการเกิดโรค หรือชะลอการดำเนินของโรค ซึ่งบัวบกเป็นสมุนไพร

ชนิดหนึ่งที่มีการศึกษาวิจัยกันมากถึงฤทธิ์ในการปกป้องการถูกทำลายของ เซลล์ประสาท และผลต่อการเรียนรู้และความจำ

จากรายงานการศึกษาทั้งในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลอง พบว่า สารสกัดจากบัวบกสามารถช่วยปกป้องเซลล์ประสาทจากการถูกทำลาย ด้วยสาร glutamate กระตุ้นให้เกิด regeneration ของเซลล์ประสาท และช่วยเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้และความจำของสัตว์ทดลอง โดยพบว่า ฤทธิ์ในการปกป้องเซลล์ประสาท เสริมสร้างการเรียนรู้และความจำ จะเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปใช้ในผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์ ซึ่งมีสาเหตุของโรคอย่างหนึ่งมาจากภาวะ oxidative stress นอกจากนี้ยังได้มีการจดสิทธิบัตรของสาร asiatic acid สำหรับรักษาโรคสมองเสื่อม (dementia) และเพิ่มการเรียนรู้ โดย Hoechst Aktiengesellschaft (EP 0 383 171 A2)⁴³

นักวิจัยจากเกาหลีได้พยายามพัฒนา derivatives ของ asiatic acid โดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีเพื่อให้มีคุณสมบัติในการปกป้องเซลล์ประสาท (neuroprotective) ดีขึ้นกว่า asiatic acid ซึ่งจากการศึกษาใน primary cultures of rat cortical neurons พบว่า derivatives ที่สังเคราะห์ (semi-synthesis) ขึ้น 36 ตัว มี 3 ตัวที่มีความแรงมากกว่า asiatic acid ในการปกป้องเซลล์ประสาทจาก oxidative damage ที่เกิดจาก glutamate โดยมีผล potentiate ขบวนการในการต้านการเกิด oxidation ในเซลล์ สารดังกล่าวสามารถลด ปริมาณ glutathione, glutathione peroxidase และเอนไซม์ตัวอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการที่ทำให้เกิด oxidative stress และลด overproduction ของ NO ที่เกิดจาก glutamate⁴³

กลุ่มนักวิจัยชาวอินเดียได้ศึกษาผลของสารสกัดบัวบกต่อการเปลี่ยนแปลงของ antioxidant defense system ที่สัมพันธ์กับอายุในหนูชาว aged rats ซึ่งในหนูชาวพวกนี้ประสิทธิภาพของขบวนการต้านการเกิด oxidation จะลดลง lipid peroxidation และ protein carbonyl ในสมองส่วน cortex, hypothalamus, striatum, cerebellum และ hippocampus จะสูงกว่าหนูปกติ พบว่าการให้ aged rats กินสารสกัดบัวบกขนาดวันละ 300 มก./กก. ติดต่อกันเป็นเวลา 6 เดือน สามารถลดการเกิด lipid peroxidation ทำให้ปริมาณ protein carbonyl ในสมองทั้ง 5 ส่วนลดลง และเพิ่ม antioxidant status และจากสมมติฐานที่ว่าอนุมูลอิสระมีบทบาทสำคัญใน aging process การเกิดความไม่สมดุลระหว่างการสร้างอนุมูลอิสระกับขบวนการในการกำจัดอนุมูลอิสระ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของเซลล์ในภาวะสูงอายุ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบัวบกมีคุณสมบัติเป็น neuroprotective และสามารถป้องกันสมองของหนูชาวจาก oxidative damage ที่เนื่องมาจากภาวะสูงอายุ โดยเกิดจากคุณสมบัติในการเป็น potent antioxidant ของสารสกัด⁴⁴

Soumyananath และคณะ⁴⁵ รายงานว่าสารสกัดด้วยเอทานอลจากบัวบกขนาด 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สามารถเพิ่ม neurite outgrowth ใน human SH-SY5Y cells เมื่อมี nerve growth factor (NGF) อยู่ด้วย แต่ไม่พบฤทธิ์ดังกล่าวเมื่อใช้สารสกัดน้ำขนาด 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และหนูชาวที่กินน้ำที่มีสารสกัดเอทานอลขนาดวันละ 300-330 มก./กก. จะมี functional recovery เร็วกว่า และมี axonal regeneration เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นสารสกัดเอทานอลอาจจะมีประโยชน์ในการช่วยเร่งการซ่อมแซมเซลล์ประสาทที่ถูกทำลาย

จากรายงานการศึกษาคุณสมบัติการเป็น Nootropic ของบัวบกในหนูถีบจักรแรกเกิด โดยการให้สารสกัดบัวบกขนาด 200 มก./กก. ทางปาก หนูถีบจักรอายุ 15 วันติดต่อกันเป็นเวลา 15 วัน จากนั้นประเมินค่า Nootropic effect โดยการวัดความสามารถในการเรียนรู้และความจำ ตรวจวัด acetylcholine esterase activity และผลต่อจุลกายวิภาค (histology) ในวันที่ 31 หลังคลอด และเมื่ออายุได้ 6 เดือน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารสกัดบัวบก พบว่าการได้รับสารสกัดบัวบกเมื่อแรกเกิดติดต่อกัน 15 วัน ซึ่งเป็นช่วงอายุที่เซลล์ประสาทของหนูถีบจักรมีการพัฒนาและเจริญเติบโตดีที่สุด ทำให้หนูถีบจักรมีความสามารถในการเรียนรู้และความจำดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารสกัด โดยที่สารสกัดไม่มีผลต่อ locomotor activity นอกจากนี้ยังพบว่า acetylcholine esterase activity ในสมองส่วน hippocampus เพิ่มขึ้นในหนูกลุ่มที่ได้รับสารสกัด และการแตกกิ่งก้านสาขาของ dendrite ของ neuron ในส่วน hippocampal CA3 ก็เพิ่มขึ้น โดยเพิ่มทั้ง intersections และ branching points ทั้งเมื่ออายุ 1 เดือน และ 6 เดือน⁴⁶

มีรายงานการศึกษาผลของ asiaticoside ต่อการตายของเซลล์ประสาทที่เกิดจากสภาวะไปแตสเชื่อมโยงดำในเซลล์ประสาทเกรนูลเฉพาะเลี้ยงจากสมองส่วนซีรีเบลลัมของหนูขาว (cultured rat cerebellar granule neurons) ซึ่งภาวะไปแตสเชื่อมโยงดำจะเป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดการตายของเซลล์เนื่องมาจากการเกิด cell apoptosis พบว่า asiaticoside มีผลทั้งป้องกันเซลล์ประสาท และเป็นพิษต่อเซลล์ประสาท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ asiaticoside และระยะเวลาที่เซลล์สัมผัส โดยผลป้องกันเซลล์ประสาทจะปรากฏชัดภายใต้สภาวะการสัมผัสที่จำเพาะเจาะจงเท่านั้น ได้แก่

การสัมผัสล่วงหน้ากับ asiaticoside 1 ไมโครโมลา เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งการสัมผัสดังกล่าวนี้สามารถป้องกันการตายจากสภาวะโปแตสเซียมต่ำได้นอกจากนั้นยังมีผลในการกระตุ้นการทำงานของไมโตรคอนเดรีย และลดระดับ lipid peroxidation ของเซลล์ ในสภาวะโปแตสเซียมต่ำ⁴⁷

Veerendra Kumar และ Gupta⁴⁸ รายงานว่าสารสกัดน้ำจากบัวบกช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ และความจำของหนูขาวดีขึ้น ซึ่งมีกลไกการออกฤทธิ์ที่เกี่ยวข้องกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของบัวบก โดยพบว่าสารสกัดน้ำขนาด 200 มก./กก. เมื่อให้หนูขาวกินติดต่อกัน 14 วัน จะช่วยเพิ่มการเรียนรู้และความจำของหนูขาวดีขึ้น ที่ขนาด 200 และ 300 มก./กก. ทำให้ปริมาณ malondialdehyde (MDA) ลดลง และเพิ่มระดับของ glutathione ในสมองหนู ที่ขนาด 300 มก./กก. ทำให้ระดับของเอนไซม์ catalase เพิ่มขึ้นโดยไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระดับ superoxide dismutase (SOD) นอกจากนั้น นักวิจัยกลุ่มนี้ยังได้รายงานว่ สารสกัดน้ำของบัวบกสามารถป้องกันการสูญเสียการเรียนรู้และการเกิด oxidative stress ของหนูขาวที่เกิดจากการได้รับสาร streptozotocin เข้าทาง intracerebroventricular เพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะที่คล้ายกับโรคอัลไซเมอร์ และมีความผิดปกติของการเรียนรู้เนื่องจากการสร้างอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าทำให้สารสกัดน้ำของบัวบกขนาด 100, 200 และ 300 มก./กก. แก่หนูขาวทางปากช่วยให้หนูขาวมีความสามารถในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น โดยมีความสัมพันธ์กับขนาดของสารสกัดที่ได้รับ และสารสกัดที่ขนาด 200 และ 300 มก./กก. เมื่อให้ติดต่อกัน 21 วัน ทำให้ระดับของ MDA ในสมองหนูลดลง และระดับของ glutathione และ catalase เพิ่มขึ้น⁴⁹

Gupta และคณะ⁵⁰ ศึกษาผลของสารสกัดน้ำของบัวบกในหนูขาวที่ได้รับสาร pentelenetetrazole (PTZ) เพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดความผิดปกติของการทำงานของสมองแบบโรคลมชัก ซึ่งมีผลรบกวนต่อขบวนการเรียนรู้ของหนูขาว พบว่าสารสกัดน้ำของบัวบกที่ขนาด 300 มก./กก. เมื่อให้หนูขาวทางปากสามารถลดอาการชัก และช่วยให้การเรียนรู้ของหนูที่ได้รับ PTZ ดีขึ้น

Doknark⁵¹ ศึกษาผลของสารสกัดเอทานอลจากบัวบกต่อความบกพร่องในการเรียนรู้และความจำที่ถูกเหนี่ยวนำโดยภาวะสมองขาดเลือด และถูกเหนี่ยวนำโดยสาร sacopolamine ในหนูถีบจักร พบว่าสารสกัดเอทานอลเมื่อให้ทางปากขนาด 100, 300, 1,000 และ 1,500 มก./กก. ติดต่อกันเป็นเวลา 8 วัน ช่วยให้หนูกลุ่มที่ความบกพร่องในการเรียนรู้และความจำเกิดจากภาวะสมองขาดเลือดมีการเรียนรู้และความจำดีขึ้น แต่จะไม่มีผลต่อหนูกลุ่มที่ภาวะบกพร่องเกิดจากสาร sacopolamine เนื่องจากในภาวะสมองขาดเลือดจะมีการเพิ่มขึ้นของ lipid peroxidation ในขณะที่ sacopolamine ไม่ทำให้เกิด oxidative stress ดังนั้นคุณสมบัติต้าน oxidation ของสารสกัดบัวบกอาจเป็นกลไกการออกฤทธิ์อันหนึ่งที่ช่วยในเรื่องการเสริมความจำ

มีรายงานการศึกษาผลของ asiaticoside ต่อการเรียนรู้และความจำในหนูถีบจักรที่ได้รับสาร β -amyloid protein โดยการฉีดเข้าช่องว่างในสมองหนู ซึ่งโปรตีน β -amyloid จะเหนี่ยวนำให้หนูเกิดภาวะความบกพร่องของการเรียนรู้และความจำ พบว่าการให้ asiaticoside ทางปากติดต่อกันทุกวัน ในขนาด 5, 10 และ 25 มก./กก./วัน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนที่จะฉีดสารโปรตีน β -amyloid สามารถป้องกันความเสื่อมของความจำระยะสั้นใน Y maze และความเสื่อมของความจำชนิดอ้างอิงระยะยาวใน water maze

ซึ่งเกิดจากโปรตีน β -amyloid โดยไม่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนไหวและการสำรวจ แต่ไม่ช่วยในเรื่องความจำเฉพาะหน้าใน water maze และการเก็บรักษาความจำใน passive avoidance task นอกจากนี้ asiaticoside ทำให้ระดับ oxidative stress ในสมองของหนูลดลง⁵² จากผลการศึกษานี้จะเห็นได้ว่า asiaticoside มีผลในการเสริมสร้างความจำในภาวะเสื่อมของสติปัญญาบางรูปแบบ ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากคุณสมบัติต้าน oxidation ของสารนี้

ฤทธิ์ต่อจิตประสาท (Psycho-neurological effect)

จากการศึกษาในหนูขาว พบว่าสารสกัดแอลกอฮอล์ของบัวบกทำให้ระดับ GABA ซึ่งเป็น inhibitory transmitter ใน central nervous system เพิ่มขึ้น โดยที่การเพิ่มขึ้นของปริมาณ GABA จะแปรตามขนาดของสารสกัดที่สัตว์ทดลองได้รับ นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยที่สนับสนุนว่าบัวบกมีฤทธิ์เป็น anxiolytic, sedative, antidepressive, anticonvulsive และ analgesic รวมทั้งเสริมฤทธิ์และเพิ่ม safety margin ของยาต้านชักบางตัวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาไปเป็น adjunctive ในยากันชักได้

Sakina และ Danaiya⁵³ รายงานว่าสารสกัดบัวบกมีฤทธิ์ sedative, antidepressive, และ analgesic โดยพบว่าการให้หนูขาวและหนูถีบจักรกินสารสกัดแอลกอฮอล์ ทำให้ระยะเวลาในการนอนหลับ (sleeping time) ของหนูถีบจักรที่ได้รับ pentobarbitone ยาวนานขึ้น และสามารถลดระยะเวลาเกิดอาการชักของหนูขาวที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า นอกจากนี้ สารสกัดแอลกอฮอล์ยังทำให้ช่วงเวลาของ immobility phase ลดลง เมื่อ

ทดสอบผลของสารสกัดต่อ behavior โดยใช้ forced swimming test ซึ่งกลไกการออกฤทธิ์อาจเกี่ยวข้องกับ D2-receptor

Chen และคณะ⁵⁴ รายงานว่า total triterpene ที่ได้จากบัวบกมีฤทธิ์เป็น antidepressant โดยพบว่าจากการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดต่อพฤติกรรมของหนูถีบจักรโดยใช้ forced swimming test เปรียบเทียบกับ imipramine ทั้ง total triterpene และ imipramine ทำให้ immobility time ของหนูถีบจักรลดลง และช่วยปรับภาวะความไม่สมดุลของปริมาณ amino acid ในสมองให้ดีขึ้น

Diwan และคณะ⁵⁵ พบว่าสารสกัดน้ำของบัวบกสามารถลด spontaneous motor activity ของหนูถีบจักรได้เทียบเท่ากับ diazepam และลดอัตราการชักที่เกิดจากการเหนี่ยวนำโดยใช้ pentylene tetrazole สารสกัดดังกล่าวยังทำให้ระยะเวลาในการนอนหลับ (sleeping time) ของหนูถีบจักรที่ได้รับ barbiturates ยาวนานขึ้น นอกจากนี้ยังแสดงฤทธิ์ anxiolytic ในหนูถีบจักร แต่มีฤทธิ์น้อยกว่า benzodiazepine อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าสารสกัดน้ำของบัวบกไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (forced swimming) ของหนูถีบจักร

Wijeweera และคณะ รายงานว่าสารสกัด ethyl acetate และเมทานอลของบัวบก และ asiaticoside ที่แยกได้จากบัวบก มีฤทธิ์ anxiolytic และยังพบว่า asiaticoside ไม่มีผลต่อ locomotor activity ซึ่งแสดงว่าสารดังกล่าวไม่แสดงฤทธิ์ sedative ในหนูขาว⁵⁶

Ramaswamy และคณะ⁵⁷ พบว่าการให้ Centella glycosides; brahmoside และ braminoside แก่หนูถีบจักรโดยฉีดเข้าทางช่องท้องทำให้ motor activity ของสัตว์ทดลองลดลง และระยะเวลาในการนอนหลับของ

หนูถีบจักรที่ได้รับ hexobarbital sodium ยาวนานขึ้น ซึ่ง sedative effect นี้ เทียบเท่ากับ mild tranquilizer นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Adesina⁵⁸ ที่พบว่าสารสกัดแอลกอฮอล์ของบัวบกแสดงฤทธิ์เป็น mild sedative ในหนูถีบจักรเมื่อฉีดเข้าทางช่องท้อง

จากการศึกษาของ Vattanajun และคณะ⁵⁹ พบว่า ethyl acetate fraction ของบัวบกเมื่อให้ทางปากสามารถป้องกันการชักของหนูถีบจักรที่เกิดจากการได้รับสาร pentelenetetrazole โดยมีค่า $ED_{50} = 673$ มก./กก. และเสริมฤทธิ์ยากันชัก phenytoin, valproate และ gabapentin โดยการเสริมฤทธิ์เป็นแบบ additive โดยพบว่าทำให้ ethyl acetate fraction ของบัวบก ร่วมกับยากันชักที่ฉีดเข้าทางช่องท้องในขนาดเท่ากับ ED_{50} ของยาแต่ละชนิด ทำให้ ED_{50} ของบัวบกลดลงจาก 673 เป็น 277 มก./กก. และ ED_{50} ของ phenytoin, valproate และ gabapentin ลดลงจาก 13, 104, และ 310 เป็น 5, 29 และ 79 มก./กก. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ ethyl acetate fraction ของบัวบกร่วมกับ gabapentin ช่วยให้ neurotoxicity ที่เกิดจากสารทั้งสองชนิดลดลงด้วย และค่า protective index ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่าง neurotoxic dose และ effective dose เพิ่มขึ้นจาก 2.32 เป็น 7.87 ในขณะที่การใช้ ethyl acetate fraction ร่วมกับ phenytoin และ valproate นั้น neurotoxicity ที่เกิดขึ้นเป็นแบบ additive และมีค่า protective index ลดลงจาก 4.23 และ 2.38 เป็น 0.40 และ 1.14 ตามลำดับ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity)

จากการศึกษาผลของ asiaticoside ต่อปริมาณสารต้านออกซิเดชั่น ในบาดแผล excision-type cutaneous wounds ของหนูขาว พบว่าการทา

asiaticoside 0.2% ที่บริเวณบาดแผล วันละ 2 ครั้งติดต่อกันเป็นเวลา 7 วัน ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของทั้ง enzymatic และ non-enzymatic antioxidants ในเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นใหม่ ได้แก่ superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, vitamin E และ ascorbic acid และยังทำให้ระดับของ lipid peroxide ลดลง⁶⁰ อย่างไรก็ตามการทา asiaticoside ต่อไปอีกจนครบ 14 วันไม่พบความแตกต่างของปริมาณ antioxidants เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งการที่ปริมาณสารต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้นในระยะเริ่มต้นของการสมานแผลนี้อาจเป็นกลไกอันหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับฤทธิ์ในการสมานแผลของ asiaticoside

Jayashree G และคณะ⁶¹ ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของบวบกในหนูถีบจักร lymphoma-bearing พบว่าการให้สารสกัดเมทานอลจากบวบกแก่สัตว์ทดลองทางปากขนาด 50 มก./กก./วัน ติดต่อกันเป็นเวลา 14 วัน ทำให้ปริมาณ antioxidant enzymes เช่น superoxide dismutase, catalase และ glutathione peroxidase เพิ่มขึ้น และทำให้ปริมาณของ glutathione และ ascorbic acid ลดลง

นอกจากนี้ มีรายงานของ Jaswir I ที่ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของบวบกโดยใช้ oxygen consumption method และ differential scanning calorimetry ว่าสารสกัดบวบกมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดีเทียบเท่ากับ rosemary และ sage ซึ่งเป็น anti-oxidant ที่มีขายทั่วไปในตลาดในมาเลเซีย⁶²

สำหรับในประเทศไทยมีรายงานว่าบวบกผักพื้นบ้านของไทยนั้นมีค่าดัชนีแอนติออกซิเดนท์สูง โดยในพืชสดมีค่าดัชนี 4.65 และในพืชแห้งมีค่าดัชนี 7.98 ทั้งนี้ในตัวอย่างแห้ง 100 กรัม ประกอบด้วยสาร

แอนติออกซิเจนท์ เบต้าแคโรทีน 12.76 มิลลิกรัม แซนโทฟิลล์ 10.59 มิลลิกรัม วิตามินซี 3.29 มิลลิกรัม วิตามินอี 0.0031 มิลลิกรัม แชนนิน 24.28 มิลลิกรัม และสารประกอบฟีนอลิก 98.44 มิลลิกรัม⁶³

ฤทธิ์กระตุ้นหรือเสริมภูมิคุ้มกัน (Immunomodulatory effects)

ระบบภูมิคุ้มกันมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับกระบวนการต่อสู้หรือป้องกันร่างกายจากสิ่งแปลกปลอมที่อาจทำให้เกิดการติดเชื้อ ภาวะภูมิแพ้ ภาวะอโตอิมมูน รวมทั้งการเกิดมะเร็ง ความสมบูรณ์ แข็งแรง และประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกันมีความสำคัญต่อการดูแลสุขภาพในการรักษาโรคหลายชนิด ในทางการแพทย์พื้นบ้านหรือแพทย์แผนโบราณมีความเชื่อว่าส่วนต่าง ๆ ของสมุนไพรมีคุณสมบัติที่เฉพาะในการรักษาโรค รวมทั้งมีฤทธิ์ในการกระตุ้นกลไกในการต่อสู้กับโรคด้วย ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยกันอย่างแพร่หลายถึงฤทธิ์ของพืชสมุนไพรในการกระตุ้นหรือเสริมระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งบัวบกเป็นสมุนไพรตัวหนึ่งที่มีรายงานการศึกษาในเรื่องนี้

จากรายงานการศึกษาฤทธิ์กระตุ้นภูมิของสารสกัดน้ำ หรือสารสกัด แอลกอฮอล์ของบัวบกใน reticuloendothelial system (RES) ของหนูถีบจักร และใน human complement system พบว่าหลังจากฉีดสารสกัด แอลกอฮอล์เข้าได้ผิวหนังหนูถีบจักรเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะกระตุ้น RES⁶⁴ และมีรายงานการศึกษาในหลอดทดลองว่าสารสกัดน้ำก็สามารถกระตุ้นการทำงานของ human complementary system ทั้งในส่วนที่เป็น classical และ alternative pathway⁶⁵ นอกจากนั้นยังมีรายงานของ Jayathirtha⁶⁶ ที่ทำการศึกษาโดยการดูผลของสารสกัดเมทานอลของบัวบก (ขนาด 100-

500 มก./กก.) ต่ำ carbon clearance, antibody titer และ cyclophosphamide immuno suppression parameters พบว่าสารสกัดทำให้ phagocytic index และ total white blood count เพิ่มขึ้น

Punturee และคณะ⁶⁷ รายงานว่าสารสกัดบัวบกมีฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกันที่ไม่จำเพาะแบบอาศัยเซลล์ (non-specific cell-mediated) และแบบไม่อาศัยเซลล์ (humoral immune response) โดยพบว่าสารสกัดน้ำของบัวบกจะไปเพิ่ม proliferation เพิ่มการสร้าง interleukin-2 (IL-2) และ tumor necrosis factor-alpha (TNF-alpha) ของ human peripheral mononuclear cells (PBMCs) สารสกัดน้ำที่ขนาด 100 มก./กก. เมื่อให้แก่หนูถีบจักร BALB/c จะเพิ่มภูมิต้านทานต่อ BSA ทั้งแบบปฐมภูมิ (IgM) และทุติยภูมิ (IgG) ในขณะที่สารสกัดแอลกอฮอล์ยับยั้งการแบ่งตัว (mitogenesis) และการสร้าง IL-2 และ TNF-alpha ซึ่ง TNF-alpha เป็น cytokine ที่ถูกสร้างขึ้นโดยเซลล์หลายชนิด เมื่อเกิดการอักเสบ การติดเชื้อ หรือเกิดการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม การสร้างสารนี้มากเกินไปจะมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคหลายชนิด เช่น โรคติดเชื้อ ภาวะออโตอิมมูน และโรคมะเร็ง เป็นต้น ดังนั้นการที่สารสกัดเอทานอลจากบัวบกมีฤทธิ์ในการยับยั้งการสร้าง TNF-alpha จึงอาจมีคุณสมบัติในการป้องกันหรือรักษามะเร็งได้

ฤทธิ์ด้านการแบ่งตัวของเซลล์ผิวหนัง

จากการศึกษาในหลอดทดลองของ Sampson และคณะ⁶⁸ ที่ทำในเซลล์เพาะเลี้ยง SVK-14 keratinocytes พบว่าสารสกัดน้ำของบัวบกมีฤทธิ์ในการยับยั้ง keratinocyte replication โดยมีค่า $IC_{50} = 209.9$ มก./มล. และสารที่เป็นตัวออกฤทธิ์ในบัวบก คือ madecassoside และ asiaticoside มีค่า

IC₅₀ = 8.6 และ 8.4 ไมโครโมลา ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับ IC₅₀ ของ dithranol (5.1 ไมโครโมลา) ที่ใช้เป็นสารเปรียบเทียบ ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการที่จะพัฒนาบัวบกเป็นยาทาภายนอกสำหรับรักษาโรคเรื้อนกวางที่มีการแบ่งตัวที่เร็วกว่าปกติของผิวหนังชั้น keratin

ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง

มีรายงานการวิจัยทั้งในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลองที่แสดงว่าบัวบกมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดมะเร็งในหลาย ๆ อวัยวะ

สารสกัดหยาบของบัวบก (CE) และสารสกัดหยาบที่ผ่านขบวนการทาง chromatography เพื่อทำให้บริสุทธิ์ขึ้นเป็น partial purified fraction (AF) แสดงฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งทั้งในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลอง⁶⁹ โดย AF จะแสดงฤทธิ์ยับยั้ง proliferation ของ transformed cell lines ได้ดีกว่า CE และการออกฤทธิ์จะแปรตามขนาดของสารสกัดที่ใช้ จากการทดลองกับ Ehrlich ascites tumor cells (EAC) และ Dalton's lymphoma ascites tumor cells (DLA) พบว่า EC₅₀ ของ AF มีค่า 17 และ 22 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยที่ AF ไม่มีพิษต่อ normal human lymphocytes และยังพบว่า AF ที่ขนาด 8 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มีฤทธิ์กด multiplication ของเซลล์ mouse lung fibroblast (L-929) ใน long term culture นอกจากนี้การให้สารสกัดทั้ง CE และ AF แก่ tumor bearing mice ทางปาก (po) สามารถชะลอการเกิด solid และ ascites tumors และเพิ่ม life span ของสัตว์ทดลองได้ จากการศึกษานี้โดยใช้ tritiated thymidine, uridine และ leucine incorporation assay คาดว่าสารสกัดมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์ DNA

Bunpo P และคณะ⁷⁰ รายงานว่า สารสกัดบัวบกสามารถยับยั้งการเกิด aberrant crypt foci (ACF) ลดจำนวน adenocarcinomas และลดอุบัติการณ์ของมะเร็งลำไส้ โดยลดการเกิด cell proliferation และเหนี่ยวนำให้เกิด apoptosis ใน colonic crypts คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลของสารสกัดน้ำของบัวบกต่อการเกิด azoxymethane (AOM)-induced ACF และการเกิดเนื้องอก (tumorigenesis) ในลำไส้ของหนูขาว F344 พบว่าในระยะเริ่มต้น สารสกัดน้ำของบัวบกสามารถลดจำนวน ACF ที่มีขนาดใหญ่ (1 focus มี > 4 crypts) ในขณะที่จำนวน methylated DNA adducts ไม่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มที่ได้รับ AOM อย่างเดียว ใน post-initiation stage สารสกัดบัวบกทำให้จำนวน AFC รวมและ AFC ขนาดใหญ่ลดลง และมีการลดลงของ 5-bromo-2-deoxyuridine-labelling index และเกิดการเหนี่ยวนำให้เกิด apoptotic cells มากขึ้นใน colonic mucosa นอกจากนี้ยังพบว่าอุบัติการณ์การเกิดมะเร็งและขนาดของมะเร็ง รวมทั้งจำนวน adenocarcinomas ในลำไส้ของหนูขาวกลุ่มที่ได้รับสารสกัดบัวบกขนาด 10 มก./กก. จะน้อยกว่าหนูขาวกลุ่มที่ได้รับ AOM อย่างเดียว สารสกัดบัวบกที่ขนาด 100 มก./กก. ทำให้การเพิ่มจำนวน (multiplicity) ของมะเร็งในลำไส้ลดลง

Huang และคณะ⁷¹ รายงานว่า asiaticoside เหนี่ยวนำให้เกิด apoptosis และเสริมฤทธิ์ของ vincristine ต่อการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง โดยพบว่า asiaticoside มีฤทธิ์ในการยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง KB, KBv200, MCF-7 และ MCF-7/DAM มีค่า $IC_{50} = 1.11, 1.82, 1.58$ และ 3.25 มก./มล. ตามลำดับ โดย KBv200 และ MCF-7/DAM ซึ่งเป็น multidrug resistant cancer cells จะมีความไวต่อ asiaticoside เหมือนกับเซลล์แม่ asiaticoside ยังเหนี่ยวนำให้เกิด apoptosis ของ KB cells และเสริมฤทธิ์ของ vincristine

ในการทำให้เกิด cell apoptosis ใน cell lines ทั้ง 4 ชนิด ใน cell line ที่ได้รับ asiaticoside ร่วมกับ vincristine จะมีระดับของ Bcl-phosphorylation สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับ asiaticoside หรือ vincristine อย่างเดียว และจะพบ activated caspase-3 protein เฉพาะกลุ่มที่ได้รับ asiaticoside ร่วมกับ vincristine นอกจากนี้ยังพบว่า การให้ asiaticoside ร่วมกับ vincristine จะเพิ่มระยะ S-G(2)/M arrest, up-regulated Cyclin B1 protein expression และ down-regulated P34 (cdc2) protein expression ของ KB cells

Yoshida และคณะ⁷² แยกสารจากส่วนเหนือดินของบัวบกที่มีฤทธิ์ยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง และพบว่าสารใน chloroform fraction ที่แสดงฤทธิ์แรงที่สุดในการยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง MK-1 (human gastric adenocarcinoma), HeLa (human uterine carcinoma) และ B16F10 (murine melanoma) คือ ursolic acid โดยมีค่า GI (growth inhibition) สำหรับเซลล์มะเร็งแต่ละชนิดเป็น 19, 65 และ 14 ไมโครโมลา ตามลำดับ และแยกได้สาร rosmarinic acid จากส่วนสกัดด้วยเมทานอล ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง B16F10

จากการศึกษาของ Park และคณะ⁷³ พบว่า asiatic acid (AA) มีคุณสมบัติที่อาจจะสามารถนำไปใช้ในการรักษามะเร็งผิวหนังได้ โดยพบว่า asiatic acid ทำให้ความสามารถในการอยู่รอดของเซลล์มะเร็งผิวหนังของคน (human melanoma SK-MEL-2 cells) ลดลง และทำให้เกิด cell apoptosis โดยที่การออกฤทธิ์จะแปรตามระยะเวลา และขนาดของ asiatic acid ที่ใช้ จากการทดลอง asiatic acid มีผลเพิ่มปริมาณ reactive oxygen species (ROS) ภายในเซลล์ และเพิ่ม expression ของ Bax แต่จะไม่มีผลต่อ Bcl-2 protein และยังเห็นยวนำให้เกิดการกระตุ้น caspase-3 การ pretreated เซลล์ด้วย

Trolox ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจะยับยั้งฤทธิ์ของ AA ในการทำให้เกิด Bax induction และ caspase-3 activation และพบว่า DEVD-CHO ซึ่งเป็น specific caspase-3 inhibitor และ Trolox สามารถป้องกันการเหนี่ยวนำให้เกิด cell apoptosis ของ AA นอกจากนี้ยังพบว่า AA ไม่มีผลต่อระดับของ p53 nuclear protein ซึ่งมีอยู่ใน SK-MEL-2 cells ที่เป็น mutant form ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าการเหนี่ยวนำให้เกิด cell apoptosis ของ AA เกิดผ่านขบวนการในการสร้าง ROS, การเปลี่ยนแปลงของ Bax/Bcl-2 ratios และ caspase-3 activation แต่ไม่เกี่ยวข้องกับ p53

นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Lin และคณะ ว่าสาร total glucosides จากบัวบกมีฤทธิ์ต้านการเกิด liver fibrosis ในหนูขาวที่เกิดจากการเหนี่ยวนำด้วยสาร dimethylnitrosamine⁷⁴

ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์และไวรัส

(Anti-microbial and antiviral effects)

มีรายงานการวิจัยว่าสารสกัดจากบัวบกมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและไวรัส Tschesche และ Wulff⁷⁵ ทำการทดสอบโดยวิธี Agar dilution test กับเชื้อ 7 ชนิด พบว่า asiaticoside ขนาด 10 มก./มล. สามารถต้านเชื้อ *Pseudomonas pyocyanus* และ *Trichoderma mentagrophytes* โดยมีค่า MIC = 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร แต่จะไม่แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Candida albicans* หรือ *Aspergillus niger*

Zheng⁷⁶ ได้ทดสอบฤทธิ์ต้านไวรัสของสารสกัดน้ำและแอลกอฮอล์ของบัวบกโดยใช้ Virus-inhibition logarithm test พบว่าสารสกัดน้ำของบัวบกมีฤทธิ์ต้านไวรัสจำพวก HSV-2 (Herpes simplex virus type 2) ได้ดี

ในขณะที่สารสกัดแอลกอฮอล์มีฤทธิ์อย่างอ่อนในการต้านเชื้อไวรัสชนิดดังกล่าว Yooook และคณะ⁷⁷ รายงานผลการวิจัยที่คล้ายคลึงกันว่าสารสกัดน้ำของบับกมีฤทธิ์ต้านเชื้อ Herpes simplex virus type 1 และ type 2 (HSV-1 และ HSV-2)

ฤทธิ์ต่อกล้ามเนื้อเรียบ (Effect on smooth muscle)

มีรายงานการศึกษาวิจัยที่ทำในหลอดทดลองว่าสารสกัดแอลกอฮอล์และสารสกัดแอลกอฮอล์และน้ำในอัตราส่วน 1:1 ของบับกมีฤทธิ์ทำให้กล้ามเนื้อลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum) ของหนูตะเภาหดตัว^{78,79} และสารสกัด 95% เอทานอลทำให้เกิดการคลายตัวของกล้ามเนื้อเรียบส่วน duodenum ของกระต่าย และมดลูกหนูขาวที่ไม่ได้ตั้งท้อง⁸⁰

ฤทธิ์ในการปกป้องกล้ามเนื้อหัวใจ

มีรายงานการศึกษาของ Pragada และคณะ⁸¹ ว่าการให้สารสกัดแอลกอฮอล์จากบับกขนาด 100-1,000 มก./กก. แก่หนูขาวทางปากติดต่อกัน 7 วัน สามารถลดการเกิด myocardial infarction ที่เกิดจาก ischemia-reperfusion โดยลดการเกิด left ventricle necrosis และ lipid peroxide ในซีรัม และเนื้อเยื่อหัวใจ นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยของ Gnanapragasam และคณะ^{82,83} ว่าสารสกัดน้ำของบับกที่ขนาด 200 มก./กก. เมื่อให้แก่หนูขาวทางปากสามารถป้องกันการถูกทำลายของเนื้อเยื่อหัวใจที่เกิดจาก adriamycin

ฤทธิ์ในการป้องกันอันตรายจากรังสี

มีรายงานการศึกษาที่แสดงว่าบัวบกน่าจะมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการลดอาการข้างเคียงที่เกิดจากการใช้รังสีรักษาได้

Chen และคณะทำการศึกษาในหนูขาว พบว่า Madecassol[®] สามารถลดอาการผิวน้ำหนักอีกเสบที่เกิดจากการฉายแสงได้⁸⁴ และมีรายงานของ Sharma⁸⁵ ว่าสารสกัดจากบัวบกสามารถช่วยให้หนูถีบจักรที่ถูกอาบด้วยรังสีแกมมา มีชีวิตรอดอยู่ได้นานกว่าและการลดลงของน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารสกัด

Shobi และ Goel⁸⁶ ศึกษาผลของสารสกัดน้ำของบัวบกในการป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในหนูขาวที่ได้รับรังสีแกมมา พบว่าเมื่อฉีดสารสกัดบัวบกขนาด 100 มก./กก. เข้าทางช่องท้องหนูขาวที่ถูกอาบด้วยรังสีแกมมาจะช่วยลดการเกิด conditioned taste aversion และช่วยให้การลดลงของน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุม

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสารสกัดบัวบกขนาด 100 มก./กก. เมื่อให้หนูถีบจักรทางปากเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะได้รับรังสีแกมมาสามารถลดการถูกทำลายของตับได้ โดยพบว่าในหนูขาวกลุ่มที่ได้รับบัวบกจะมีจำนวน normal hepatocytes มากกว่ากลุ่มที่ถูกฉายรังสีโดยไม่ได้รับสารสกัด และมีจำนวนของ binucleated cells และ abnormal hepatocytes น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารสกัด⁸⁷

การศึกษาทางเภสัชจลนศาสตร์

Grimaldi และคณะ⁸⁸ ได้ทำการศึกษาแบบ randomized cross-over design ในอาสาสมัครปกติกลุ่มละ 12 คน โดยให้รับประทาน total triterpenic fraction ของบัวบก ขนาด 30 และ 60 มก. ครั้งเดียว หลังจากนั้น 3 สัปดาห์ ให้รับประทานวันละ 2 ครั้งติดต่อกัน 7 วัน จากการวัดระดับ asiatic acid ใน plasma พบว่าขนาดและวิธีการในการให้ยาไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ asiatic acid ขึ้นถึงระดับสูงสุดในเลือด (time of peak plasma concentration) แต่ระดับสูงสุดในเลือด และ area under the curve ของระดับ asiatic acid ใน plasma จากที่เริ่มรับประทานถึง 24 ชั่วโมง (AUC 0-24) หลังรับประทานยาขนาด 30 และ 60 มก. ครั้งเดียว มีความสัมพันธ์กับขนาดของยาที่ได้รับและกรณีที่ได้รับยาทั้งสองขนาดติดต่อกัน 7 วัน ระดับสูงสุดในเลือด, AUC 0-24 และค่าครึ่งชีวิต (half-life) ของ asiatic acid จะมีค่ามากกว่าการรับประทานขนาดเดียวกันครั้งเดียว ทั้งนี้อาจเกิดจาก metabolic interaction ระหว่าง asiatic acid และ asiaticoside ซึ่งถูกเปลี่ยนเป็น asiatic acid ในร่างกาย

ในอีกการศึกษาหนึ่งของ Rush และคณะ⁸⁹ ซึ่งทำการศึกษาในอาสาสมัครชาย-หญิง 12 คน โดยให้รับประทาน asiatic acid ครั้งเดียว 12 มิลลิกรัม หรือ asiaticoside 24 มิลลิกรัม ซึ่งจะเท่ากันโดยประมาณเมื่อเปรียบเทียบตามน้ำหนักโมเลกุล พบว่าค่า steady-state AUC ที่ 0-12 ชั่วโมง ของ asiatic acid ในทั้งสองกรณีมีค่าใกล้เคียงกัน

การใช้บัวบกในทางการแพทย์แผนโบราณ

บัวบกมีข้อบ่งใช้ในทางการแพทย์แผนโบราณค่อนข้างกว้าง จากบันทึกและจากการบอกเล่าของแพทย์พื้นบ้านพบว่าการใช้พืชสมุนไพรชนิดนี้สอดคล้องกับการนำมาใช้ในทางการแพทย์แผนปัจจุบัน ในตำราแพทย์พื้นบ้านของอินเดีย (Ayurveda) ใช้บัวบกในการรักษา dysentery, diarrhoea, colicky abdominal pain และ indigestion หมอแผนโบราณในอินโดนีเซียใช้บัวบกสำหรับรักษา gastric ulcer, gastritis และตับอักเสบ ทางตอนเหนือของประเทศไทยและหมู่เกาะฟีจี (Fiji Islands) ใช้บัวบกเป็นยาบำรุง และรักษา diarrhoea⁹⁰ ในอินเดีย ศรีลังกา และมาดากัสกา ใช้บัวบกเป็น adjuvant therapy ในการรักษา leprosy lesions^{1,4,91} Cholera และ syphilis^{1,2,4,91,92,93} หมอพื้นบ้านในอินโดนีเซียยังใช้บัวบกในการรักษา influenza⁹⁴ ในประเทศเนปาลใช้บัวบกเป็นยาลดไข้^{95,96} นอกจากนี้ในอินเดียและอินโดนีเซีย มีการใช้บัวบกสำหรับรักษาโรคที่เกิดจากการอักเสบของ urogenital system เช่น กระเพาะปัสสาวะอักเสบ (cystitis) ในเกาะจาวามีการใช้บัวบกสำหรับขับปัสสาวะ³ ในตำราอายุรเวทยังกล่าวถึงการใช้บัวบกสำหรับรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของจิตประสาท เช่น epilepsy และ hysteria⁵³

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้น ในทางการแพทย์อายุรเวทยังใช้บัวบกสำหรับรักษาอาการหอบหืด โลหิตจาง ความดันโลหิตสูง และโรคเมตทิกิต (leukorrhoea)⁹⁷ บัวบกยังเป็นส่วนประกอบใน Ayurvedic diet สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ในทางการแพทย์พื้นบ้านของจีนใช้บัวบกเป็นยาบำรุงกำลังและบำรุงสุขภาพช่วยในการฟื้นฟูทั้งสุขภาพกายและสุขภาพจิต และในฟีจีใช้บัวบกสำหรับรักษาตาอักเสบ¹

การใช้บัวบกในทางการแพทย์แผนปัจจุบัน

ข้อบ่งใช้ในทางการแพทย์แผนปัจจุบันที่มีข้อมูลการศึกษาทางคลินิกมาสนับสนุน ได้แก่ ใช้สมานแผล การใช้สำหรับรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดดำ (venous diseases), stretching marks (striae), cellulitis, poorly healing skin lesion, leprosy skin lesions และใช้รักษาแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ที่เกิดจากความเครียด

การศึกษาทางคลินิก (Clinical research)

บัวบกมีประวัติการใช้ในทางการแพทย์สำหรับรักษารอยโรคเรื้อน (leprosy lesion) มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1887⁹⁸ ต่อมาในปี ค.ศ. 1940 Bontemp⁹⁹ สามารถแยกสาร asiaticoside ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์จากบัวบก ส่วนการศึกษาทางคลินิกอย่างเป็นทางการเป็นระบบเริ่มมีขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1945² และในระหว่างปี ค.ศ. 1953-1959 Polensky และคณะได้ประสบความสำเร็จในการหาสูตรโครงสร้างโมเลกุลของสารกลุ่ม triterpenoids ในบัวบก¹⁰⁰

การใช้ทางยาจะใช้ส่วนเหนือดินของบัวบก ทางทางการแพทย์พื้นบ้านของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ใช้ทั้งในรูปของผงแห้ง, infusion, สารสกัดที่เตรียมจากพืชสด หรือพืชแห้ง นอกจากนั้นยังใช้เป็นยาภายนอกในรูปของครีม และ ointments ในทางการค้าและอุตสาหกรรมรูปแบบที่มีขายอยู่เป็นส่วนสกัดที่ประกอบด้วย triterpene acids และ triterpene acid sugar ester¹⁰¹

ในการศึกษาทางคลินิกจะมีทั้งการใช้บัวบกในรูปของ undefined extract และ defined preparations รูปแบบยาเตรียมบัวบกที่ใช้ใน conventional medicine มีทั้งที่เป็นยากิน ยาใช้ภายนอก และยาฉีด และมีการใช้ในรูปแบบของ Homeopathic *Centella asiatica* preparation ด้วย

การใช้บัวบกในโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของหลอดเลือดดำ

ประสิทธิผลของบัวบกในการรักษาโรค มีการศึกษาวิจัยกันมากในโรคเรื้อรังที่ทำให้เกิดความผิดปกติของเส้นเลือดดำ รายงานการวิจัยทางคลินิกแสดงถึงประสิทธิผลของสารสกัดบัวบกในการรักษา chronic venous insufficiency, venous hypertension, post-thrombotic syndrome และ varicose vein ในผู้ป่วย venous hypertension สารสกัดบัวบกทำให้ capillary filtration rate ที่เพิ่มขึ้นจากปกติลดลง ช่วยลด vascular permeability และอาการบวมที่ข้อเท้า และทำให้ microcirculation ดีขึ้น บัวบกช่วยให้ผู้ป่วย post-thrombotic syndrome และ varicose vein มีอาการดีขึ้น โดยไปเพิ่ม vascular tone ในผู้ป่วย post-thrombotic syndrome อย่างไรก็ตามการใช้บัวบกในผู้ป่วยยังคงต้องระมัดระวังในเรื่องอาการไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในผู้ป่วยบางราย แม้การศึกษาวิจัยที่ผ่านมาจะไม่พบอันตรายร้ายแรง จากการบริโภคสารสกัดต่าง ๆ จากบัวบกก็ตาม

การใช้บัวบกในผู้ป่วย Venous insufficiency

Pintel และคณะ¹⁰² ทำการศึกษาแบบ randomized, multicentre, placebo-controlled double-blind ในผู้ป่วย venous insufficiency จำนวน 94 ราย โดยแบ่งผู้ป่วยเป็น 3 กลุ่ม ให้รับประทาน TECA ขนาด 120 และ 60 มก./วัน เปรียบเทียบกับยาหลอก เป็นเวลา 2 เดือน ประเมินผลโดยการสอบถามอาการผู้ป่วย และการวัด parameters ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยใช้ plethysmography พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับยาหลอก ผู้ป่วยที่ได้รับ TECA มีอาการดีขึ้นตามขนาด TECA ที่ได้รับ แต่ความแตกต่างของผลการรักษาในผู้ป่วยที่ได้รับ TECA ทั้ง 2 ขนาดไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผู้วิจัยรายงานว่ามีผู้ป่วยเกิดอาการแพ้ (allergy) 1 ราย คลื่นไส้ ปวด
กระเพาะอาหาร 1 ราย อาการอ่อนล้าของระบบประสาท 1 ราย อย่างไรก็ตาม
ก็ตามจากการวิเคราะห์ clinical tolerance พบว่าไม่มีความแตกต่างกันใน
ระหว่างกลุ่มที่ศึกษา

จากการศึกษาแบบเปิดของ Capelli¹⁰³ ในผู้ป่วย chronic venous
insufficiency จำนวน 20 ราย พบว่าการให้ยา Centellase® ซึ่งเป็น total
triterpene fraction ที่สกัดจากบัวบก ประกอบด้วย madecassic acid 30%
asiatic acid 30% และ asiaticosides 40% แก่ผู้ป่วยในขนาด 60 มก./วัน ติดต่อกัน
30 วันช่วยให้ vascular tone และ venous capacity ของหลอดเลือดที่มี
ปัญหาเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น

Cospite และคณะ¹⁰⁴ ศึกษาประสิทธิผลของ Centellase® ในผู้ป่วย
chronic venous insufficiency 10 ราย และในผู้ป่วย post-thrombotic
syndrome 10 ราย โดยผู้ป่วยได้รับยาขนาด 60 มก./วัน เป็นเวลา 30 วัน
ติดต่อกัน พบว่าผู้ป่วยมีอาการทางคลินิกดีขึ้น ความดันในหลอดเลือดดำ
ของผู้ป่วยลดลง

Marastoni และคณะ¹⁰⁵ ได้รายงานการศึกษาทางคลินิกแบบ single
blind ถึงประสิทธิผลของ Centellase® ในการรักษาผู้ป่วย chronic venous
insufficiency และ varicose vein จำนวน 32 ราย เปรียบเทียบกับการใช้สาร
มาตรฐาน tribenoside โดยใช้ centellase (1% ointment) ทาวันละ 3 ครั้ง ส่วน
tribenoside ใช้รับประทานครั้งละ 1 แคปซูล วันละ 2 ครั้ง หลังจากรักษา
30 วัน พบว่าผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มมีอาการดีขึ้นโดย venous reflux ของผู้ป่วยที่
ได้รับ centellase และ tribenoside ดีขึ้น 80% และ 73% ตามลำดับ และ
พบว่าผู้ป่วยทนต่อ centellase ได้ดีกว่า tribenoside

จากการศึกษาแบบ double blind ของ Monteverde และคณะ¹⁰⁶ ในผู้ป่วย chronic venous insufficiency จำนวน 40 ราย เปรียบเทียบผลการรักษาโดยใช้สารสกัดบัวบก (ETCA) และ Venoruton® intens (O-β-Hydroxyethyl-rutoside) โดยให้รับประทานวันละ 60 มก. และ 1,000 มก. ตามลำดับ เป็นเวลา 30 วัน จากการวัด parameters ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของพบว่าการรักษาได้ผลดีทั้ง 2 แบบ และจากการวัดขนาดรอบข้อเท้า และ vascular tone หรือ venous distensibility โดยใช้ plethysmography พบว่า maximum venous flow และ minimum venous volume ที่ขาของผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น โดยที่สารสกัดบัวบกจะให้ผลในการรักษาที่ดีกว่า และผู้ป่วยทนได้ดีต่อทั้งสารสกัดบัวบกและ Venoruton® intens

Pointel JP และคณะ¹⁰⁷ ทำการศึกษาแบบ double-blind, placebo-controlled ในผู้ป่วย venous insufficiency บริเวณ lower limbs 94 ราย เปรียบเทียบประสิทธิผลของ tritrated extract ของบัวบก (TECA) กับยาหลอก โดยให้รับประทานสารสกัดวันละ 60 และ 120 มก. เป็นเวลา 2 เดือน จากการประเมินจากอาการบวมและความรู้สึกหนักที่ขาและในภาพรวมโดยผู้ป่วย พบว่ากลุ่มที่ได้รับสารสกัดมีความพึงพอใจในการรักษา และจากการวัด venous distensibility พบว่าในผู้ป่วยกลุ่มที่ได้รับสารสกัดบัวบกมีอาการดีขึ้น

การใช้บัวบกในผู้ป่วย venous congestion/ hypertension

Belcaro และคณะ¹⁰⁸ ได้ทำการศึกษาแบบเปิดเพื่อทดสอบประสิทธิผลของ TTFCA ในผู้ป่วย venous hypertension (ความดันใน

เส้นเลือดดำมากกว่า 42 มม.ปรอท) 52 ราย โดยแบ่งผู้ป่วยเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20, 20, และ 12 ราย ตามลำดับ กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ให้อาหารประทານ TTFCA ขนาด 60 มก. และ 30 มก. วันละ 3 ครั้ง กลุ่มที่ 3 ให้อาหารประทาน และมีการกลุ่มอาสาสมัครปกติ 10 คน ที่รับประทาน TTFCA ขนาด 60 มก. วันละ 3 ครั้ง จากการวัด capillary filtration rate (CFR) การรวมของข้อเท้า และอาการทางคลินิกอื่น ๆ พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับสารสกัดบัวบกทั้ง 2 ขนาด เป็นเวลา 4 สัปดาห์มีอาการดีขึ้น CFR และการรวมของข้อเท้า (ขนาดของ เส้นรอบวงที่ข้อเท้า) จะลดลง และอาการที่ดีขึ้นนี้จะแปรตามขนาดของ สารสกัดที่ได้รับ ส่วนในผู้ป่วยกลุ่มที่ได้รับยาหลอกและกลุ่มอาสาสมัคร ปกติ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้น

Belcaro และคณะ¹⁰⁹ ยังได้ทำการศึกษามผลของ TTFCA ต่อ capillary permeability และ microcirculation ของผู้ป่วย mild venous hypertension และ severe venous hypertension จำนวน 22 และ 12 ราย ตามลำดับ เปรียบเทียบกับการใช้ยาหลอก พบว่าหลังจากได้รับประทาน TTFCA ขนาด 60 มก. วันละ 3 ครั้ง ติดต่อกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผู้ป่วยจะมีอาการดีขึ้น สารสกัดช่วยให้ capillary permeability ที่เพิ่มขึ้นอย่างผิดปกติในผู้ป่วยลดลง และ microcirculation รวมทั้งอาการทางคลินิกอื่น ๆ ดีขึ้น

Cesarone MR และคณะ¹¹⁰ ทำการศึกษาแบบ double-blind ในผู้ป่วย chronic venous hypertensive microangiopathy 87 ราย เพื่อดูผลการรักษา ด้วย FTTCA ขนาด 30 และ 60 มก. วันละ 2 ครั้งเป็นเวลา 60 วัน เปรียบ เทียบกับยาหลอก พบว่าผู้ป่วยสามารถทนต่อ FTTCA ได้ดี และไม่ปรากฏ อาการไม่พึงประสงค์ใด ๆ microcirculator parameters ต่าง ๆ เช่น perimalleolar skin flux ขณะพัก (RF), และ transcutaneous PO₂ และ PCO₂ ดีขึ้น โดย

สารสกัดไปทำให้การเพิ่มขึ้นที่ผิดปกติของ RF, PCO₂ ลดลง และเพิ่ม PO₂ ซึ่งการออกฤทธิ์ของ TTFCA นั้นขึ้นกับขนาดของสารที่ได้รับ Cesarone MR และคณะ¹¹¹ ยังได้ทำการทดลองทางคลินิกแบบ prospective, placebo-controlled, randomized ในผู้ป่วย venous hypertensive microangiopathy จำนวน 40 ราย รวมผู้ป่วยที่มีอาการ severe hypertension, lipodermatosclerosis และข้อเท้าบวม โดยแบ่งผู้ป่วยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับยาหลอก 18 ราย และกลุ่มที่ได้รับสารสกัดบัวบก จำนวน 22 ราย ให้รับประทาน TTFCA ครั้งละ 60 มก. วันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า TTFCA ช่วยให้อาการโดยรวมของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยาหลอก โดยทำให้ flux at rest (RF), rate of ankle swelling และ capillary filtration ลดลง รวมทั้งไม่พบอาการข้างเคียงใดๆ จากการรับประทาน TTFCA ในอีกการศึกษาหนึ่งที่ทำในผู้ป่วย venous hypertension จำนวน 40 ราย โดยแบ่งผู้ป่วย 20 รายให้รับประทาน TTFCA tablets ขนาด 60 มก. วันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ อีก 20 รายเป็นกลุ่มที่ได้รับยาหลอก พบว่า TTFCA ช่วยให้ microcirculation ดีขึ้นและลดอาการบวมที่ขา โดยพบว่า resting flux ลดลง 29% venoarteriolar response เพิ่มขึ้น 52% PO₂ เพิ่มขึ้น 7.2% และ PCO₂ ลดลง 9.6%¹¹²

De Santis และคณะ¹¹³ รายงานการศึกษาในผู้ป่วย venous hypertension และในอาสาสมัครปกติ โดยแบ่งผู้ป่วยเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20, 20 และ 12 ราย ตามลำดับ กลุ่มแรกได้รับ TTFCA 60 มก. วันละ 3 ครั้ง กลุ่มที่ 2 ได้รับ TTFCA 30 มก. วันละ 3 ครั้ง กลุ่มที่ 3 ได้รับยาหลอก ส่วนอาสาสมัครปกติ 10 คน ให้รับประทาน TTFCA ขนาด 60 มก. มีระยะเวลาในการให้ยา 4 สัปดาห์ TTFCA ทั้ง 2 ขนาดช่วยให้อาการต่าง ๆ ของผู้ป่วย

ดีขึ้น เช่น swelling sensation, restless lower extremity, pain and cramp และ tiredness เป็นต้น และทำให้ capillary filtration rate, ankle circumference และ ankle edema ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และไม่พบการเปลี่ยนแปลงในผู้ป่วยกลุ่มที่ได้รับยาหลอกและอาสาสมัครปกติ โดยที่ TTFCA ขนาด 180 มก./วัน จะออกฤทธิ์ดีกว่าขนาด 90 มก./วัน และอาการต่าง ๆ ที่ดีขึ้นจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นของ CFR และการบวมที่ข้อเท้า

มีรายงานการศึกษาแบบ prospective, randomized control trial ในผู้ป่วย mild-moderate superficial venous disease และมีเส้นเลือดขอดที่ต้องเดินทางนานกว่า 3 ชั่วโมง โดยเครื่องบินชั้นประหยัด พบว่าการรับประทาน TTFCA ขนาด 60 มก. วันละ 3 ครั้ง ก่อนเดินทาง 2 วัน ในวันที่เดินทาง และ 1 วันหลังเดินทางจะช่วยลดอัตราการบวมที่ข้อเท้าได้¹⁴

การใช้บัวบกในผู้ป่วย Post-thrombotic syndrome และ varicose veins

จากรายงานการศึกษาแบบ double-blind ของ Allegra และคณะ¹⁵ ที่ทำในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับหลอดเลือดดำโดยเฉพาะ post-thrombotic syndrome และ varicose veins จำนวน 80 ราย พบว่าการทำสารสกัดบัวบกในบริเวณที่มีปัญหาวันละ 3 ครั้ง จะทำให้ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น vascular tone ลดลง และผู้ป่วยสามารถทนต่อสารสกัดบัวบกได้ดีเท่ากับยาหลอก

Arpaia MR และคณะ¹⁶ ได้ทำการศึกษาในผู้ป่วย severe varicose veins ที่ขาจำนวน 20 ราย โดยการให้รับประทานสารสกัดบัวบกวันละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 3 เดือน วัดปริมาณ uric acid และปริมาณ lysosomol enzymes

ที่เกี่ยวข้องกับ mucopolysaccharide metabolism ใน serum ก่อนและหลัง จากได้รับสารสกัด พบว่าในช่วงก่อนได้รับสารสกัด base line ของระดับ uric acid และปริมาณ lysosomal enzymes ในซีรัมจะเพิ่มขึ้น หลังจาก รับประทานสารสกัดบัวบก ปริมาณ uric acid และปริมาณ lysosomal enzymes ในซีรัมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการลดลงดังกล่าวแสดงถึง ผลดีของบัวบกในการรักษา varicose veins

Montecchio และคณะ¹¹⁷ ศึกษาผลของ triterpenic fraction ของบัวบก (CATTF) ในผู้ป่วยที่มี post-phlebotic syndrome จำนวน 15 ราย เปรียบเทียบกับอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี 15 ราย โดยการนับจำนวน circulating endothelial cells ภายใต้ phase-contrast microscope ก่อนและหลังจาก รับประทาน CATTF ขนาด 30 มก./ครั้ง วันละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าก่อนได้รับสารสกัดผู้ป่วยจะมีจำนวน circulating endothelial cells เพิ่มขึ้นกว่าปกติและหลังจากได้รับสารสกัดจำนวน endothelial cells (EC) จะลดลง ซึ่งการลดลงของจำนวน EC จะช่วยป้องกันผนังชั้นในสุด (intima) ของหลอดเลือดดำให้คงความสมบูรณ์และแข็งแรง

การใช้บัวบกในผู้ป่วย Diabetic microangiopathy

มีการศึกษาที่สนับสนุนว่า totol triterpenic fraction ของบัวบก (TTFCA) มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในผู้ป่วย Diabetic microangiopathy โดยจะช่วยให้ microcirculation ดีขึ้น และช่วยลด capillary permeability และไม่ทำให้เกิดอาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ในผู้ป่วยประเภทนี้

Incandela และคณะ¹¹⁸ ทำการศึกษาผลของ TTFCA ต่อ microcirculation ในผู้ป่วย diabetic microangiopathy and neuropathy,

ผู้ป่วย severe diabetic microangiopathy, neuropathy and edema และผู้ป่วย diabetic microangiopathy ที่ไม่มี neuropathy ร่วมด้วย โดยมีอาสาสมัครปกติ เป็น references ผู้ป่วยถูกแบ่งแบบสุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งได้รับ TTFCA 60 มก. วันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 12 เดือน ผู้ป่วยกลุ่มที่ 2 รับประทานยาหลอก เมื่อสิ้นสุดการศึกษาพบว่า TTFCA ในขนาดที่ใช้ช่วยให้ venoarterial response ดีขึ้น ช่วยลด resting flux และอัตราการบวมที่ข้อเท้า และไม่ก่อให้เกิดอาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ นอกจากนี้ยังมีอีก การศึกษาหนึ่งของนักวิจัยกลุ่มนี้ที่ทำในผู้ป่วย diabetic microangiopathy จำนวน 30 ราย แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ราย ให้ได้รับ TTFCA ขนาด 60 มก./กก. วันละ 2 ครั้ง, ยาหลอก และไม่ให้ treatment ใด ๆ ตามลำดับ มีระยะเวลาที่ทำการรักษา 6 เดือน พบว่า TTFCA ช่วยลด skin blood flow at rest, ทำให้ venoarterial response ดีขึ้น PO_2 เพิ่มขึ้น PCO_2 ลดลง และช่วยลด capillary permeability ที่เพิ่มขึ้นในผู้ป่วย¹¹⁹

การใช้บัวบกในผู้ป่วย Cellulites และ Striae gravidarum

จากการศึกษาแบบ double-blind ของ Mallol และคณะ¹²⁰ เพื่อดูผล การใช้ครีมทาผิวหน้า Trofolastin® ซึ่งมีส่วนผสมของสารสกัดบัวบก ผสมกับ tocopherol และ collagen-elastin hydrolysate ในการป้องกันการเกิด Striae gravidarum ในหญิงมีครรภ์ 80 คน เปรียบเทียบกับยาหลอก โดยให้ ทาครีมวันละครั้งเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าการเกิด striae ในกลุ่มที่ได้รับ Trofolastin® จะน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับยาหลอก นอกจากนี้หญิงมีครรภ์ที่มี ประวัติท้องลายในช่วง puberty ครีมบัวบกสามารถป้องกันการเกิดท้องลาย ได้ ในขณะที่หญิงมีครรภ์ที่มีประวัติดังกล่าวข้างต้นทุกคนที่ได้รับยาหลอก

จะมีอาการท้องลายเกิดขึ้น ซึ่งผลการทดลองนี้เหมือนกับรายงานของ Young และ Jewell¹²¹ ที่ทำการศึกษาระบบ randomized trials ในหญิงตั้งครรภ์ที่มีปัญหาท้องลายจำนวน 100 คน และพบว่าครีมที่ประกอบด้วยสารสกัดบัวบกผสมกับ tocopherol และ collagen-elastin hydrolysate สามารถป้องกันการเกิดท้องลายในหญิงมีครรภ์

Pereira¹²² ทำการศึกษาในผู้ป่วย cellulitis จำนวน 60 ราย โดยให้ทา สารสกัดจากบัวบก (Madecassol®) วันละ 4 ครั้ง เป็นเวลา 4 เดือน พบว่า 85% ของผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น และผู้ป่วยสามารถทนต่อยาได้ดี

การใช้บัวบกในการสมานแผล (Wound healing)

มีรายงานการศึกษาทางคลินิกถึงสรรพคุณของบัวบกในการรักษา แผลเปื่อย เร่งการสมานแผล กระตุ้นให้แผลที่เกิดจากการทำ skin grafts ปิดเร็วขึ้น เพิ่ม perfusion ของแผล และกระตุ้นให้เกิด granulation tissue

Kiesswetter⁴ รายงานการศึกษาในผู้ป่วยแผลเรื้อรัง 27 รายที่มีสาเหตุของโรคต่าง ๆ กัน จากการใช้ Madecassol® (1% ointment หรือ 2% powder) ทาแผล ร่วมกับการฉีด asiaticoside เข้าทางกล้ามเนื้อ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง พบว่า 55% ของผู้ป่วยเกิดการสมานแผลได้ดี อีก 15% ดีขึ้นเล็กน้อย และ 30% ไม่พบการเปลี่ยนแปลง Madecassol® ยังเร่งการสมานแผลในผู้ป่วยที่ทำ skin graft ด้วย นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาที่คล้ายกัน โดย Wolfram⁹⁸ เพื่อดูประสิทธิภาพในการสมานแผล และประสิทธิภาพในการเป็น anti-septic ของ Madecassol® โดยศึกษาในผู้ป่วยแผลเปื่อย 98 ราย พบว่าการฉีด Madecassol® เข้ากล้ามเนื้อให้กับผู้ป่วยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ร่วมกับการใช้ยาทา Madecassol® ชนิดผง หรือ ointment และยาทาเร่ง

การสร้าง epithelial ชนิดอื่น ๆ ให้ผลการรักษาระดับดีมาก และระดับดีในผู้ป่วย 69% และ 11% ตามลำดับ และใช้ไม่ได้ผลในผู้ป่วยอีก 19% สารสกัดบัวบกช่วยในการทำความสะอาดบาดแผลบริเวณที่เป็นเนื้อตาย ทำให้ perfusion บริเวณบาดแผลดีขึ้น และเร่งการเกิด proliferation ของ granulation tissue นอกจากนี้ Madecassol® ยังให้ผลดีในการรักษาอาการโรคผิวหนังบางชนิด เช่น mycosis fungoides และ lupus erythematoses อาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นจากการใช้ Madecassol® ได้แก่ ปวดบริเวณที่ฉีดยา หรือในผู้ป่วยบางรายเกิดอาการปวดจากการใช้ยาผง

Morriset และคณะ²² ศึกษาฤทธิ์ในการสมานแผลของ Cothylene® ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็น asiaticoside ผสมกับสาร antiseptic โดยทำการศึกษาแบบ uncontrolled clinical trial ในผู้ป่วยแผลเรื้อรัง 20 ราย ให้ได้รับ Cothylene® ในรูปแบบที่เป็น aerosol วันละ 3 ครั้ง พบว่า 64% ของผู้ป่วยแผลหายเป็นปกติ อีก 16% ดีขึ้นบ้างบางส่วน และ 25% ไม่ได้ผล อย่างไรก็ตามผู้วิจัยรายงานว่าในกลุ่มที่รักษาไม่ได้ผลนั้น เป็นผู้ป่วยกระดูกอักเสบหรือเป็นผู้ป่วยที่ไม่เอาใจใส่ในการรักษาตัวเอง และได้รายงานอาการข้างเคียงที่พบ ได้แก่ burning sensation

มีการศึกษาวิจัยใช้บัวบกทาแผลอักเสบหลังการผ่าตัดในคนไข้โรคระบบทางเดินปัสสาวะ 14 ราย โดยแบ่งทาวันละ 2 ครั้ง นาน 2 สัปดาห์ ถึง 2 เดือน พบว่าแผลหาย 4 ราย ใน 2 สัปดาห์, 4 ราย ใน 2-4 สัปดาห์, 5 ราย ใน 4-8 สัปดาห์ และไม่หายหลังใช้ครีมบัวบก 2 เดือน 1 ราย ซึ่งเกิดจากแผลกดทับ และไม่พบอาการข้างเคียง¹²³ และมีรายงานการใช้ครีมรักษาแผลในคนไข้ 22 ราย ซึ่งมีแผลกว้าง 1-2 เซนติเมตร ยาว 1-19 เซนติเมตร และลึก 0.5-3.7 เซนติเมตร โดยสังเกตผลการรักษาใน 1, 2 และ 3 สัปดาห์

พบว่าขนาดแผลลดลง 24%, 37% และ 47% ในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยความลึกของแผลจะลดลงได้เร็วกว่าความกว้างและความยาว นอกจากนี้ยังพบว่าในสัปดาห์ที่ 3 มีคนไข้ 17 ราย ที่แผลหายสนิท ส่วนอีก 5 รายขนาดแผลลดลงแต่ไม่หายสนิท¹²⁴

การใช้บัวบกในผู้ป่วย Leprosy

จากรายงานการศึกษาแบบ prospective case observation ของ Boiteau และ Ratsimamanga¹²⁵ พบว่าในกลุ่มผู้ป่วย leprosy, โรคติดเชื้อที่ผิวหนัง และวัณโรคผิวหนัง (lupus) การใช้สารสกัดบัวบกในการรักษาจะช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบในเชิงคุณภาพ การสมานแผลจะดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารสกัด นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Chakrabarty และ Deshmukh¹²⁶ ที่ทำการศึกษาทางคลินิกแบบ prospective ในผู้ป่วย leprosy เปรียบเทียบประสิทธิผลของสารสกัดแอลกอฮอล์ของบัวบก (2 ขนาด) กับสารมาตรฐาน Diaminodiphenylsulfone (DDS) โดยให้รับประทานวันละ 3 ครั้ง ระยะเวลาในการให้การรักษา 6 เดือน ถึง 1 ปี พบว่าอาการทางคลินิกของผู้ป่วยที่ได้รับสารสกัดทั้ง 2 ขนาดดีขึ้นและสามารถเทียบได้กับการใช้ DDS

การใช้บัวบกในผู้ป่วยเยื่อหุ้มฟันอักเสบเรื้อรัง (Chronic periodontitis)

จากการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากบัวบก และ *P. granatum* ในการรักษาเยื่อหุ้มฟันอักเสบเรื้อรังในผู้ป่วย 20 ราย หลังจากได้รับการขูดหินปูน และ root planing โดยให้สารสกัดในรูปของ

biodegradable chips บริเวณ subgingival พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ช่วยให้
อาการทางคลินิกโดยรวมของผู้ป่วยดีขึ้น¹²⁷ และสามารถใช้เป็น supportive
therapy ในการดูแลผู้ป่วยแบบต่อเนื่อง โดยพบว่าสารสกัดบัวบกและ
P. granatum ช่วยให้ผู้ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นและช่วยลดระดับของ IL-1beta
ซึ่งเป็น inflammatory mediator¹²⁸

การใช้บัวบกในการแพทย์ทางเลือก

การใช้บัวบกในการแพทย์ทางเลือกเป็นการนำไปใช้ในศาสตร์ที่
เกี่ยวกับ Homeopathy สำหรับการรักษารอยโรคที่ผิวหนัง (skin lesions) มี
ข้อบ่งชี้สำหรับ psoriasis^{3,129} pruritic eczematous skin lesions, pruritis ani
และ pruritia valvae นอกจากนั้นยังมีการใช้ในรูปแบบของ complex homeopathic
preparations รูปแบบที่ใช้มีทั้ง ointment, ของเหลวสำหรับรับประทาน และ
สารละลายสำหรับฉีด ซึ่งมีทั้งสำหรับฉีดเข้าเส้นเลือด ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ฉีด
ใต้ผิวหนัง และ intracutaneous⁹

อาการไม่พึงประสงค์และความเป็นพิษ

อาการไม่พึงประสงค์ที่เกิดจากการใช้บัวบก ได้แก่ การเกิด allergic
contact dermatitis จากการใช้ครีมหรือ ointment ชนิดต่าง ๆ ที่มีส่วนผสม
ของสารสกัดจากบัวบก^{1,98,130,131,132} แม้จะมีการตั้งข้อสังเกตว่าอาการ
ข้างเคียงดังกล่าวอาจเกิดจากองค์ประกอบอื่นในครีม หรือ ointments แต่
ก็พบว่าสารสกัด triterpene จากบัวบกมี sensitizing effect ในสัตว์ทดลอง¹³³
ยาเตรียมจากบัวบกที่ใช้รับประทานทำให้เกิดอาการไม่สบายในกระเพาะ
อาหาร คลื่นไส้ อย่างไรก็ตามอาการที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างจากที่พบใน

กลุ่มยาหลอก¹ นอกจากนั้นจากรายงานการศึกษาในผู้ป่วยกลุ่มใหญ่ จะพบการเกิด burning pain เป็นครั้งคราวจากการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ หรือทาด้วยยาผง⁹⁸

จากรายงานการศึกษาใน hairless mice ของ Lærum และ Iversen¹³⁴ พบว่าการให้สารสกัด asiaticoside ที่ผิวหนังซ้ำ ๆ กัน สัมพันธ์กับการเป็น tumor-growth-promoting และอาจจะเป็นสารก่อมะเร็ง ในขณะที่มีรายงานของ Yen และคณะ¹³⁵ ว่าสารสกัดบัวบกไม่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของ *Salmonella typhimurium* TA100 และ TA98 ทั้งในภาวะที่มี และไม่มีเอนไซม์ S9 อย่างไรก็ตามควรระมัดระวังในการใช้ติดต่อกันนาน ๆ

จากการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัด 50%เอทานอลของบัวบก ไม่พบพิษเฉียบพลันในหนูถีบจักรเมื่อให้สารสกัดทางปากขนาด 1 ก./กก.¹⁵ ขนาดที่ทำให้เกิดพิษเมื่อฉีดเข้ากล้ามเนื้อหนูขาว และกระต่ายคือ 40 และ 50 มก./กก. ตามลำดับ¹³⁶ และเมื่อฉีดเข้าช่องท้องหนูถีบจักร พบว่ามีค่า MTD = 250 มก./กก.⁷⁸

Chivapat และคณะ¹³⁷ รายงานการศึกษาพิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรังของบัวบก ว่าขนาดของผงบัวบกที่ทำให้หนูถีบจักรตาย 50% (LD₅₀) มีค่ามากกว่า 8 ก./กก. โดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่ออวัยวะภายใน และเมื่อให้ผงบัวบกที่ขนาด 20, 200, 600, และ 1,200 มก./กก./วัน แก่หนูขาวสายพันธุ์วีสตาร์โดยวิธีการกรอก (gastric intubation) ติดต่อกันเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าผงบัวบกไม่มีผลต่อน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน และสุขภาพทั่วไปของหนูขาว ค่าโลหิตวิทยาเกือบทั้งหมดของหนูขาวที่ได้รับบัวบกไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ยกเว้นหนูเพศผู้ที่ได้รับบัวบกขนาด 600 และ 1,200 มก./กก./วัน จะมีจำนวนเม็ดเลือดขาวต่ำกว่า

กลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามจำนวนเม็ดเลือดขาวจะเพิ่มขึ้นหลังจากหยุดให้
บิวบค 2 สัปดาห์ หนูขาวเพศผู้ที่ได้รับบิวบคขนาดตั้งแต่ 600 มก./กก./วัน
ขึ้นไป มีระดับโซเดียมและคลอไรด์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนหนูเพศเมียที่ได้รับ
บิวบคขนาด 1,200 มก./กก./วัน มีโซเดียมสูงขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตามการ
เปลี่ยนแปลงนี้ยังอยู่ในช่วงของค่าปกติ ผลการตรวจทางจุลพยาธิวิทยา
ของอวัยวะภายในไม่สามารถกล่าวได้ว่าบิวบคทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่
ผิดปกติ

Jorge¹³⁸ ได้รายงานข้อมูลจาก clinical cases studies ว่าผู้ป่วยหญิง 3
ราย อายุ 61, 52 และ 49 ปี เกิดภาวะ jaundice หลังจากรับประทานบิวบค
เป็นเวลา 30, 20 และ 60 วัน ตามลำดับ มีค่า ALT 1193, 1,694 และ 324
U/L ค่า ALP 503, 472 และ 484 U/L ค่า bilirubin 4.23, 19.89 และ 3.9 mg/dL
แพทย์วินิจฉัยว่าผู้ป่วยรายแรกมีพยาธิสภาพของ granulomatous hepatitis
ร่วมกับ necrosis และ apoptosis, รายที่สอง chronic hepatitis ร่วมกับ
cirrhotic transformation และ intense necroinflammatory activity และรายที่ 3
granulomatous hepatitis ผู้ป่วยทั้งสามรายมีอาการดีขึ้นเมื่อหยุด
รับประทานบิวบคพร้อม ๆ กับได้รับ ursodeoxycholic acid ขนาด 10
มก./กก./วัน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น anti-apoptotic ผู้ป่วยรายแรกได้กลับมา
รับประทานบิวบคอีกครั้งและพบว่ามีการถูกทำลายของตับเกิดขึ้นอีก
ผู้วิจัยได้ให้ความเห็นว่าพยาธิสภาพที่เกิดขึ้นอาจเนื่องจากบิวบคทำให้เกิด
cell apoptosis และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ cell membranes อย่างไร
ก็ตามอาจมีกลไกอื่นร่วมด้วย เช่น immune-mediated mechanism

ข้อควรระวังในการใช้บัวบก

จากรายงานข้างต้นแม้ว่าจะไม่พบอาการข้างเคียงที่รุนแรงที่เกิดจากการใช้บัวบก อย่างไรก็ตามผู้บริโภคควรระมัดระวังในการใช้บัวบกและผลิตภัณฑ์จากบัวบก โดยเฉพาะในกรณีที่ได้รับประทาน ไม่ควรรับประทานติดต่อกันเป็นระยะเวลาสั้น ๆ จะต้องระมัดระวังอาการไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นได้ และควรมีการตรวจเลือดทางโลหิตวิทยาและเคมีคลินิกเป็นระยะ ๆ และเนื่องจากมีรายงานการพบฤทธิ์คุมกำเนิดในหนูถีบจักร^{139,140} จึงควรระวังการใช้ในหญิงมีครรภ์ ไม่ควรรับประทานในขนาดสูง ๆ และห้ามใช้บัวบกในคนที่แพ้สมุนไพรในวงศ์นี้

จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบัวบกมีความหลากหลาย และปัจจุบันได้มีการพัฒนาเป็นยารักษาแผล และโรคผิวหนัง อีกทั้งยังมีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่น่าสนใจอย่างต่อเนื่อง บัวบกจึงเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพในการที่จะนำมาพัฒนาให้ได้ข้อบ่งใช้ใหม่ ๆ หากสามารถศึกษาให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในการยืนยันฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา และมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการนำมาใช้ รวมไปถึงการศึกษาวิจัยทางคลินิก

10. Department of Medical Sciences. *Centella Asiatica* Herba. In: Supplement to Thai Herbal Pharmacopoeia. Prachachon Co., Ltd., Bangkok. 2004, p. 9-17.
11. de Padua LS, Bunyapraphatsara N, Lemmens RHMJ (eds). Plant Resources of South-East Asia No.12(1), Medicinal and poisonous plants 1. Prosea Foundation, Indonesia. 1999. p.190-194.
12. Duke JA. Nutrition File. Computer Index to Nutritional Data. 1981
13. กองโภชนาการ. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2535, หน้า 26.
14. Wound Healing. Online Reference for Health Concerns. Available from: <http://www.lef.org/protocols/prtcl-111.shtml>
15. Lawrence JC. The morphological and pharmacological effects of asiaticoside upon skin *in vitro* and *in vivo*. European J Pharmacol. 1967, 1:414-424.
16. Poizot A, Dumez D. Modification of the kinetics of healing after iterative exercises in rat. Action of a triterpenoid and its derivatives on the duration of healing. C.R. Acad Sci. 1978, 286:789-792.
17. Vogel HG, De Souza N, D'Sa A. Effects of terpenoids isolated from *Centella asiatica* on granuloma tissue. Acta Therapeutica. 1990, 16:285-298.
18. Marquart FX, Bellon G, Gillery P, Wegrowski Y, Borel JP. Stimulation of collagen synthesis in fibroblast cultures by a triterpene extracted from *Centella asiatica*. Connective Tissue Research. 1990, 24:107-

เอกสารอ้างอิง

1. Kartnig T, Hoffmann-Bohm K. Centella. In: Hager's Handbuch der Pharmazeutischen Praxis. Band 4 Eds: Haensel R, Keller K, Rimpler H, Schneider G. Springer Verlag, Berlin. 1992.
2. Kartnig T. Clinical Applications of *Centella asiatica* (L.) Urb. In: Herbs, Spices and Medicinal Plants. Recent Advances in Botany, Horticulture and Pharmacology. Vol. 3. Ed. Craker L.E. Oryx Press, Phoenix. 1988.
3. Madaus G. Lehrbuch der biologischen Heilmittel. Band II. Georg Thieme Verlag, Leipzig. 1938. Reprint Georg Olms Verlag, Hildesheim-New York. 1976.
4. Kieseewetter H. Erfahrungsbericht über Behandlung von Wunden mit Asiaticosid (Madecassol). Wien Med Wschr. 1964, 114:124-126.
5. Kan WS. Pharmaceutical Botany. National Research Institute of Chinese Medicine, Taiwan. 1986.
6. วิทย์ เทียงบุญธรรม. พจนานุกรมสมุนไพรไทย พิมพ์ครั้งที่ 5, บริษัทรวมสาส์น จำกัด, กรุงเทพฯ. 2542, หน้า 418-423.
7. World Health Organization. Herba Centellae. In: WHO monographs of selected medicinal plants. 1999, Vol. I:77-85.
8. Tang W, Eisenbrand G. Chinese Drugs of Plant Origin. Chemistry, Pharmacology and Use in Traditional and Modern Medicine. Springer Verlag, Berlin Heidelberg. 1972.
9. Brinkhaus B, Lindner M, Schuppan D, Hahn E.G. Chemical, pharmacological and clinical profile of the East Asian medical plant

19. Tenni R, Zanaboni G, De Agostini MP, Rossi A, Bendotti C, Cetta G. Effect of the triterpenoid fraction of *Centella asiatica* on macromolecules of the connective matrix in human fibroblast culture. *Ital J Biochem.* 1988, 37:69-77.
20. Sukla A, Rasik AM, Jain GK, Shankar R, Kulshrestha DK, Dhawan BN. *In vitro* and *in vivo* wound healing activity of asiaticoside isolated from *Centella asiatica*. *J Ethnopharmacol.* 1999, 65:1-11.
21. Maquart FX, Chastang F, Simaon A, Birembaut P, Gillery P, Wegrowski Y. Triterpenes from *Centella asiatica* stimulate extracellular matrix accumulation in rat experimental wounds. *Eur J Dermatol.* 1999, 9(4):289-296.
22. Morriset R, Cote NG, Panisset JC, Jemni L, Camirand P, Brodeur A. Evaluation of the healing activity of Hydrocotyle tincture in the treatment of wounds. *Phytotherapy Research.* 1987, 1:117-121.
23. Sunilkuma Parameshwaraiah S, Shivakumar HG. Evaluation of topical formulation of aqueous extract of *Centella asiatica* on open wound in rats. *Ind J Exp Biol.* 1998, 36(6):369-372.
24. Suguna L, Sivakumar P, Chandrakasan G. Effect of *Centella asiatica* extract on dermal wound healing in rats. *Indian J Exp Biol.* 1996, 12:1208-1211.
25. Coldren CD, Hashim P, Ali JM, Oh SK, Sinskey AJ, Rha C. Gene expression changes in the human fibroblast induced by *Centella asiatica* triterpenoids. *Planta Med.* 2003, 69(8):725-32.

26. Lu L, Ying K, Wei S, Liu Y, Lin H, Mo Y. Dermal fibroblast-associated gene induction by asiaticoside shown *in vitro* by DNA microarray analysis. *Brit J Dermatol.* 2004, 151(3):571.
27. Ravokatra A, Loiseau A, Ratismamanga-Urverg S, Nigeon-Dureuil M, Ratismamanga AR. Action de l'asiaticoside triterpene pentacyclique retiré de l'hydrocotyle Madagascariensis sur les Ulcères duodonaux créés par la Mercapto thylamine chez le Rat Wistar male. *C.R. Acad Sc. Paris* 1974, 278:2317-2321.
28. Chatterjee TK, Chakraborty A, Pathak M. Effects of plant extract *Centella asiatica* (Linn.) on cold restraint stress ulcer in rats. *Ind J Exp Biol.* 1992, 30:889-891.
29. Tan PV, Clarisse K, Ayafor JF. Screening of some African medicinal plants for anti-ulcerogenic activity. *Phytother Res.* 1997, 11:45-47.
30. Cheng CL, Koo MW. Effects of *Centella asiatica* on ethanol induced gastric mucosal lesions in rats. *Life Sci.* 2000, 67(21):2647-2653.
31. Sairam K, Rao CV, Goel RK. Effect of *Centella asiatica* Linn. on physical and chemical factors induced gastric ulceration and secretion in rats. *Indian J Exp Biol.* 2001, 39(2):137-142.
32. Cheng CL, Guo JS, Luk J, Koo MW. The healing effects of *Centella* extract and asiaticoside on acetic acid induced gastric ulcers in rats. *Life Sci.* 2004, 74(18):2237-49.
33. Guo JS, Cheng CL, Koo MW. Inhibitory effects of *Centella asiatica* water extract and asiaticoside on inducible nitric oxide synthase

- during gastric ulcer healing in rats. *Planta Med.* 2004, 70(12): 1150-1154.
34. About Alzheimer's/ What is Alzheimer Disease? Available from: <http://www.alz.org/AboutAD/WhatisAD.asp>
 35. Medicine-Worldwide: Alzheimer Krankheit. Available from: http://www.m-ww.de/krankheiten/neurologische_erkrankungen/alzheimer.html
 36. Fact sheet. About Alzheimer's Disease Statistics. Available from: <http://www.alz.org>:
 37. Lleo A, Greenberg SM, Growdon JH. Current pharmacotherapy for Alzheimer's disease. *Annu Rev Med.* 2006, 57:513-33.
 38. Fact sheet. About Genes and Alzheimer's Disease. Available from: <http://www.alz.org>:
 39. Fact sheet. About Alzheimer drugs targeting beta-amyloid and the "amyloid hypothesis". Available from: <http://www.alz.org>:
 40. ชมรมเรารักสุขภาพไทยแล็บออนไลน์. Alzheimer's Disease. Available from: info@thailabonline.com :
 41. Cummings JL. Treatment of Alzheimer's disease: current and future therapeutic approaches. *Rev Neurol Dis.* 2004, 1(2):60-69.
 42. Dantoine T, Auriacombe S, Sarazin M, Becker H, Pere J-J, Bourdeix I. Rivastigmine monotherapy and combination therapy with memantine in patients with moderately severe Alzheimer's disease who failed to benefit from previous cholinesterase inhibitor treatment. *Int*

43. Lee MK, Kim SR, Sung SH, Lim D, Kim H, et al. Asiatic acid derivatives protect cultured cortical neurons from glutamate-induced excitotoxicity. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol*. 2000, 108 (1-2): 75-86.
44. Subathra M, Shila S, Devi MA, Panneerselvam C. Emerging role of *Centella asiatica* in improving age-related neurological antioxidant status. *Exp Gerontol*. 2005, 40(8-9):707-715.
45. Soumyanath A, Zhong YP, Gold SA, Yu X, Koop DR, et al. *Centella asiatica* accelerates nerve regeneration upon oral administration and contains multiple active fractions increasing neurite elongation in vitro. *J Pharm Pharmacol*. 2005, 57(9):1221-1229.
46. Rao Sulochana B, Chetana M, Uma Devi P. *Centella asiatica* treatment during postnatal period enhances learning and memory in mice. *Physiology & Behavior*. 2005, 86:449-457.
47. Supawantanakul S. Effects of asiaticoside on low potassium medium induced cell death in cultured rat cerebellar granule neurons. [Thesis] Faculty of Pharmaceutical Science, Chulalongkorn University, Bangkok. 2003.
48. Veerendra Kumar MH, Gupta YK. Effect of different extracts of *Centella asiatica* on cognition and marker of oxidative stress in rats. *J Ethnopharmacol*. 2002, 79(2):253-260.
49. Veerendra Kumar MH, Gupta YK. Effect of *Centella asiatica* on cognition and oxidative stress in an intracerebroventricular streptozotocin

- model of Alzheimer's disease in rats. Clin Exp Pharmacol Physiol. 2003, 30(5-6):336-342.
50. Gupta YK, Veerendra Kumar MH, Srivastava AK. Effect of *Centella asiatica* on pentylenetetrazole-induced kindling, cognition and oxidative stress in rats. Pharmacol Biochem Behav. 2003, 74(3): 579-585.
 51. Doknark S. Effects of asiatic Pennywort (*Centella asiatica*) ethanolic extract on impairment of learning and memory induced by cerebral ischemia and induced by scopolamine in mice. [Thesis] Graduate School, Chulalongkorn University, Bangkok. 2003.
 52. Salout A. Effects of asiaticoside on cognitive deficits induced by β -amyloid protein in mice. [Thesis] Faculty of Pharmaceutical Science, Chulalongkorn University, Bangkok. 2003.
 53. Sakina MR, Dandiyab PC. A psycho-neuropharmacological profile of *Centella asiatica* extract. Fitoterapia. 1990, 61:291-296.
 54. Chen Y, Han T, Qin L, Rui Y, Zheng H. Effects of triterpenes from *Centella asiatica* on the depression behavior and concentration of amino acid in forced swimming mice. Zhong Yao Cai. 2003, 26(12): 870-873.
 55. Diwan PV, Karwande I, Singh AK. Anti-anxiety profile of Manduk Parni (*Centella asiatica*) in animals. Fitoterapia 1991, 3:253-257.
 56. Wijeweera P, Arnason JT, Koszycki, Merali Z. Evaluation of anxiolytic properties of Gotukola- (*Centella asiatica*) extracts and asiaticoside in

- rat behavioral models. *Phytomedicine*. 2006, Feb 16, [Epub ahead of print].
57. Ramaswamy AS, Periyasamy SM, Basu NK. Pharmacological studies on *Centella asiatica*. *J Res Indian Med*. 1970, 4:160.
 58. Adesina SK. Studies on some plants used as anti-convulsants in American, Indian and African traditional medicine. *Fitotherapia*. 1982, 53:147-162.
 59. Vattanajun A, Watanabe H, Tantisira A, Tantisira B. Isobolographically additive anticonvulsant activity between *Centella asiatica*'s ethyl acetate fraction and some antiepileptic drug. *J Med Assoc Thai*. 2005, 88 Suppl.3:1-10.
 60. Shukla A, Rasik AM, Dhawan BN. Asiaticoside-induced elevation of antioxidant levels in healing wounds. *Phytother Res*. 1999, 13(1): 50-54.
 61. Jayashree G, Kurup Muraleedhara G, Sudarslal S, Jacob VB. Antioxidant activity of *Centella asiatica* on lymphoma-bearing mice. *Fitotherapia*. 2003, 74(5):431-434.
 62. Jaswir I, Hassan TH, Said MZ. Antioxidative behaviour of Malaysian plant extracts in model and food oil systems. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2004, 13(suppl):S72.
 63. นวลศรี รักอริยะธรรม, อัญชญา เจนวนิธิสุข. แอนติออกซิเดนท์: สารต้านมะเร็งในผัก-สมุนไพรไทย. นพบุรีการพิมพ์, เชียงใหม่. 2545, หน้า 113 และ 269.

64. DiCarlo FJ, Haynes LJ, Sliver NJ, Phillips GH. Reticuloendothelial system stimulants of botanical origin. J Reticuloendothelil Soc. 1964, 1:224-232.
65. Labadie RP, Nat JM.vd., Simons JM, Kroes BH, Kosasi S, et al. An Ethnopharmacognostic approach to the search for immunomodulators of plant origin. Plant Med. 1989, 55:339-348.
66. Jayathirtha MG, Mishra SH. Preliminary immunomodulatory activities of methanol extracts of *Eclipta alba* and *Centella asiatica*. Phytomedicine. 2004, 11(4):361-365.
67. Punturee K, Wild CP, Kasinrerck W, Vinitketkumnuen U. Immunomodulatory activities of *Centella asiatica* and *Rhinacanthus nasutus* extracts. Asian Pac J Cancer Prev. 2005, 6(3):396-400.
68. Sampson JH, Raman A, Karlsen G, Navsaria H, Leigh IM. In vitro keratinocyte antiproliferant effect of *Centella asiatica* extract and triterpenoid saponin. Phytomedicine. 2001, 8(3):230-235.
69. Babu TD, Kuttan G, Padikkala J. Cytotoxic and anti-tumor properties of certain taxa of Umbelliferae with special reference to *Centella asiatica* (L.) Urban. J Ethnophamacol. 1995, 48(1):53-57.
70. Bunpo P, Kataoka K, Arimochi H, Nakayama H, Kuwahara T, et al. Inhibitory effects of *Centella asiatica* on azoxymethane-induced aberrant crypt focus formation and carcinogenesis in the intestines of F344 rats. Food Chem Toxicol. 2004, 42(12):1987-1997.

71. Huang YH, Zhang SH, Zhen RX, Xu XD, Zhen YS. Asiaticoside inducing apoptosis of tumor cells and enhancing anti-tumor activity of vincristine. *Ai Zheng*. 2004, 23(12):1599-164.
72. Yoshida M, Fuchigami M, Nagao T, Okabe H, Matsunaga K, et al. Antiproliferative constituents from Umbelliferae Plants VII. Active triterpenes and Rosmarinic acid from *Centella asiatica*. *Biol Pharm Bull*. 2005, 28(1):173-175.
73. Park BC, Bosire KO, Lee ES, Lee YS, Kim JA. Asiatic acid induces apoptosis in SK-MEL-2 human melanoma cells. *Cancer Lett*. 2005, 218(1):81-90.
74. Ming ZJ, Liu SZ, Cao L. Effect of total glucosides of *Centella asiatica* on antagonizing liver fibrosis induced by dimethylnitrosamine in rats. *Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi*. 2004, 24(8):731-734.
75. Tschesche W, Wulff G. Über die antimikrobielle Wirksamkeit von Saponinen. *Z Naturforschg*. 1965, 20b:543-546.
76. Zheng MS. An experimental study of the anti-HSV-II action of 500 herbal drugs. *J Tradi Chi Med*. 1989, 9:113-116.
77. Yoosook C, Bunyapraphatsara N, Boonyakiat Y, Kantasuk C. Anti-herpes simplex virus activities of crude water extracts of Thai medicinal plants. *Phytomedicine*. 2000, 6(6):411-419.
78. Dhar ML, Dhar MM, Dhawan BN, Mehrotra BN, Ray C. Screening of Indian plants for biological activity. *J Exp Bio*. 1968, 6:232-244.
79. Mokkhasmit M, Ngarmwathana W, Sawasdimongkol K, Permpiphat

- U. Pharmacological evaluation of Thai medicinal plants. (continued).
J Med assoc Thailand. 1971, 54(7):490-504.
80. Ramaswamy AS, Periarsamy SM, Basu NK. Pharmacological studies on *Centella asiatica*. J Res Indian Med. 1970, 4:160.
 81. Pragada RR, Veeravalli KK, Chowdary KP, Routhu KV. Cardioprotective activity of *Hydrocotyle asiatica* L. in ischemia-reperfusion induced myocardial infarction in rats. J Ethnopharmacol. 2004, 93(1):105-108.
 82. Gnanapragasam A, Ebenezar KK, Sathish V, Govindaraju P, Devaki T. Protective effect of *Centella asiatica* on antioxidant tissue defense system against adriamycin induced cardiomyopathy in rats. Life Sci. 2004, 23(12):1599-1604.
 83. Gnanapragasam A, Yogeeta S, Subhashini R, Ebenezar KK, Sathitsh V, Devaki T. Adriamycin induced myocardial failure in rats: Protective role of *Centella asiatica*. Mol Cell Biochem. 2006, Jun 20, [Epub ahead of print].
 84. Chen YJ, Dai YS, Chen BF, Chang A, Chen HC, et al. The effect of tetradrine and extracts of *Centella asiatica* on acute radiation dermatitis in rats. Bio pharm bull. 1999, 22(7):703-76.
 85. Sharma J, Sharma R. Radioprotection of Swiss albino mouse by *Centella asiatica* extract. Phytother Res. 2002, 16(8):785-786.
 86. Shobi V, Goel HC. Protection against radiation-induced conditioned taste aversion by *Centella asiatica*. Physiol Behav. 2001, 73(1-2): 19-23.

87. Sharma R, Sharma J. Modification of gamma ray induced changes in the mouse hepatocytes by *Centella asiatica* extract: *in vivo* studies. *Phytother Res.* 2005, 19(7):605-611.
88. Grimaldi R, De Ponti F, D'Angelo L, Caravaggi M, Guidi G, et al. Pharmacokinetics of the total triterpenic fraction of *Centella asiatica* after single and multiple administrations to healthy volunteers. A new assay for asiatic acid. *J Ethnopharmacol.* 1990, 28(2):235-241.
89. Rush WR, Murray GR, Graham DJ. The comparative steady-state bioavailability of the active ingredients of Madecassol. *Eur J Drug Metab Pharmacokinet.* 1993, 18(4):323-326.
90. Anderson E. Ethnobotany of hill tribes of northern Thailand. Lahu medicinal plant. *Econ Botan.* 1986, 40:442-450.
91. Voigtländer V. Pflanzliche Dermatika. *Therapie Woche.* 1984, 34: 4108-4114.
92. Chopra RN, Badhwar RL, Ghosh S. Poisonous plants of India. Vol.I. Government of India Press, Calcutta, India. 1949.
93. Chopra RN. Glossary of Indian medicinal plants. CSIR, New Delhi, India. 1956.
94. von Massow F, Hentschel C, Rauwald HW, Sutarjadi H. Projektbericht für die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). GTZ, Bonn. 1995.
95. Manandhar NP. Ethnobotany of Jumla district. *Nepal Int J Crude Drug Res.* 1986, 24:81-89.

96. Bhattarai N. Traditional phytotherapy among the Sherpas of Helabu, central Nepal. J Ethnopharmacol. 1989, 27:45-54.
97. Deka L, Majumdar R, Dutta AM. Some Ayurvedic important plants from district Kamrup (Assam). Anc Sci Life. 1982, 3:108-115.
98. Wolfram S.T. Erfahrungen mit Madecassol bei der Behandlung Ulzeröser Hautveränderungen. Wien Med Wschr. 1965, 115:439-442.
99. Bontemps JE. A new heteroside, asiaticoside; isolated from *Hydrocotyle asiatica* (Umbelliferae). Bull Sci Pharmacol. 1941, 49:186.
100. Steinegger E, H nsel R. Pharmakognosie. Springer-Verlag, Berlin. 1992.
101. Castellani C, Marai A, Vacchi P. *Centella asiatica*. Boll Chim Farm. 1981, 120:570-605.
102. Pointel JP, Boccalon MD, Cloarec M, Ledevéhat MD, Joubert M. Tritrated extract of *Centella asiatica* (TECA) in the treatment of venous insufficiency of the lower limbs. Angiology. 1987, 38:46-50.
103. Capelli R. Clinical and pharmacological study on the effect of an extract of *Centella asiatica* in chronic venous insufficiency of lower limbs. G Ital Angiol. 1983, 1:44-48.
104. Cospite M, Ferrara F, Milio G, Meli F. Study about pharmacologic and clinical activity of *Centella asiatica* tritrated extract in the chronic venous insufficiency of the lower limbs: Valuation with strain gauge plethysmography. G Ital Angiol. 1984, 3:200-205.

105. Marastoni F, Baldo A, Redaelli G, Ghiringhelli L. L'estratto di *Centella asiatica* nella patologia venosa degli arti inferiori e sua valutazione versus tribenoside. *Minerva Cardioangiol.* 1982, 4:201-207.
106. Monteverde A, Occhipinti P, Rossi F, Vellata D. Comparison between extract of *Asiatica* and O-(β -Hydroxyethyl)-rutoside in the treatment of venous insufficiency of the lower limbs. *Acta Therapeutica.* 1987, 13:629-636.
107. Pointel JP, Boccalon H, Cloarec M, Ledevheat C, Joubert M. Tritrated extract of *Centella asiatica* (TECA) in the treatment of venous insufficiency of the lower limbs. *Angiology.* 1987, 38:46-50.
108. Belcaro GV, Rulo A, Grimaldi R. Capillary filtration and ankle edema in patients with venous hypertension treated with TTFCa. *Angiology.* 1990, 41(1):12-18.
109. Belcaro GV, Grimaldi R, Guidi G. Improvement of capillary permeability in patients with venous hypertension after treatment with TTFCa. *Angiology.* 1990, 41(7):533-540.
110. Cesarone MR, Laurora G, De Sanctis MT, Incandela L, Grimaldi R, et al. The microcirculatory activity of *Centella asiatica* in venous insufficiency. A double-blind study. *Minerva Cardioangiol.* 1994, 42(6): 299-304.
111. Cesarone MR, Belcaro G, De Sanctis MT, Incandela L, Cacchio M, et al. Effects of the total triterpenic fraction of *Centella asiatica* in venous hypertensive microangiopathy: a prospective, placebo-control,

- randomized trial. *Angiology*. 2001, 52 suppl 2:S15-18.
112. Cesarone MR, Belcaro G, Rulo A, Griffin M, Ricci A, et al. Microcirculatory effects of total triterpenic fraction of *Centella asiatica* in chronic venous hypertension: measurement by laser Doppler, TcPO₂, and leg volumetry. *Angiology*. 2001, 52 Suppl 2:S45-8.
113. De Sanctis MT, Belcaro G, Incandela L, Cesarone MR, Griffin M, et al. Treatment of edema and increased capillary filtration in venous hypertension with total triterpenic fraction of *Centella asiatica*: a clinical, prospective, placebo-controlled, randomized, dose-ranging trial. *Angiology*. 2001, 52 Suppl 2:S55-59.
114. Cesarone MR, Incandela L, De Sanctis MT, Belcaro G, Geroulakos G, et al. Flight microangiopathy in medium- to long-distance flights: prevention of edema and microcirculation alterations with total triterpenic fraction of *Centella asiatica*. *Angiology*. 2001, 52 Suppl 2:S33-37.
115. Allegra C, Pollari G, Criscuolo A, Bonifacio M, Tabassi D. L'estratto di *Centella asiatica* nelle flebopatie degli arti inferiori. *CI Terap*. 1981, 99:507-513.
116. Arpaia MR, Ferrone R, Amitrano M, Nappo C, Leonardo G, et al. Effects of *Centella asiatica* extract on mucopolysaccharide metabolism in subject with varicose veins. *Int J Clin Pharm Res*. 1999, 4:229-233.

117. Motecchio GP, Samaden A, Carbone S, Vigotti M, Siragusa S, et al. *Centella asiatica* triterpenic fraction (CATTf) reduces the number of circulating endothelial cells in subjects with post phlebotic syndrome. *Haematologica*. 1991, 76:256-259.
118. Incandela L, Belcaro G, Cesarone MR, De Sanctis MT, Nargi E, et al. Treatment of diabetic microangiopathy and edema with total triterpenic fraction of *Centella asiatica*: a prospective, placebo-controlled randomized study. *Angiology*. 2001, 52 Suppl2:27-31.
119. Cesarone MR, Incandela L, De Sanctis MT, Belcaro G, Bavera P, et al. Evaluation of treatment of diabetic microangiopathy with total triterpenic fraction of *Centella asiatica*: a clinical prospective randomized trial with a microcirculatory model. *Angiology*. 2001, 52 Suppl 2:S49-54.
120. Mallol J, Belda MA, Costa D, Noval A, Sola M. Prophylaxis of striae gravidarum with a topical formulation. A double blind trial. *Int J Cos Sci*. 1991, 13:51-57.
121. Young GL, Jewell D. Creams for preventing stretch marks in pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2000, (2):CD000066.
122. Pereira IC. Tratamento da celulite pela *Centella asiatica*. *F med*. (BR) 1979, 38:401-404.
123. วีระสิงห์ เมืองมัน, กฤษฏา รัตนโอฬาร. การใช้ครีมใบบัวบกรักษาแผลอักเสบโดยการทาภายนอก: หนังสือรวบรวมผลการวิจัยโครงการพัฒนาการใช้สมุนไพรและยาทางคลินิก. มหาวิทยาลัยมหิดล,

124. Kosalwatna S, Shaipanich C, Bhanganada K. The effect of one percent *Centella asiatica* on chronic ulcers. Siriraj Hosp Gaz. 1998, 40(6):455-461.
125. Boiteau P, Ratsimamanga R. L'asiaticoside extrait de "*Centella asiatica*" et ses emplois thérapeutiques dans la cicatrisation des plaies expérimentales et rebelles (lepre, tuberculose cutanée et lupus). Therapie. 1956, 1:125-149.
126. Chakrabarty T, Deshmukh S. *Centella asiatica* in the treatment of leprosy. Science and Culture. 1976, 11:573.
127. Sastravaha G, Yotnuengnit P, Booncong P, Sangtherapitikul P. Adjunctive periodontal treatment with *Centella asiatica* and *Punica granatum* extracts. A preliminary study. J Int Acad Periodontol. 2003, 5(4):106-115.
128. Sastravaha G, Gassmann G, Sangtherapitikul P, Grimm WD. Adjunctive periodontal treatment with *Centella asiatica* and *Punica granatum* extracts in supportive periodontal therapy. J Int Acad Periodontol. 2005, 7(3):70-79.
129. Wiesenauer M. Homöopathie für Ärzte und Apotheker. Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart. 1985.
130. Huriez C, Martin P. L'allergie de contact à l'asiaticoside. Giorn Ital Derm Min. 1969, 44:463-464.
131. Eun HC, Lee AY. Contact dermatitis due to madecassol. Contact Dermatitis. 1985, 13:310-313.

132. Izu R, Aguirre A, Gil N, Diaz-Pirez JL. Allergic contact dermatitis from a cream containing *Centella asiatica* extract. *Contact Dermatitis*. 1992, 26:192-193.
133. Hausen BM. *Centella asiatica* (Indian Pennywort). An effective therapeutic but a weak sensitizer. *Contact dermatitis*. 1993, 29: 175-179.
134. Laerum D, Iversen OH. Reticuloses and epidermal tumors in hairless mice after topical skin applications of Cantharidine and asiaticoside. *Cancer Research*. 1972, 32:1463-1469.
135. Yen GC, Chen HY, Peng HH. Evaluation of the cytotoxicity, mutagenicity and antimutagenicity of emerging edible plants. *Food Chem Toxicol*. 2001, 39(11):1045-1053.
136. Abou-Chaar CI. New drugs from higher plants recently introduced into therapeutics. *Lebenese Pharm J*. 1963, 8:15-37.
137. ทรงพล ชีวะพัฒน์, ปราณี ขวลิขิตอำรง, เหมมนัส อัดตวิชัย, ธิดารัตน์ บุญรอด, จารีย์ บันสิทธิ์ และคณะ. การศึกษาความเป็นพิษของสมุนไพรบัวบก. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*. 2547, 2(3):3-17
138. Jorge OA, Jorge AD. Hepatotoxicity associated with the ingestion of *Centella asiatica*. *Rev Esp Enferm Dig*. 2005, 97(2):115-124.
139. Dutta T, Busa UP. Crude extracts of *Centella asiatica* and products derived from its glycosides as antifertility agents. *India J Exp biol*. 1968, 6:182.

140. Matsu ADS, Hoskin S, Kashiwagi M, et al. A survey of natural products from Hawaii and other areas of the Pacific for an antifertility effect in mice. *Inst S Klin Pharmakol Ther toxikol.* 1971, 5:65.





คุณภาพและมาตรฐานทางเคมี ของสมุนไพรบัวบก

ธิดารัตน์ บุญรอด, เย็นจิตร เตชะดำรงสิน, ประไพ วงศ์สินคงมั่น
ว่าที่ร.ต.ธนวัฒน์ ทองจีน, จิราνούช มิ่งเมือง

ตัวยาสำคัญที่มีอยู่ตามธรรมชาติของพืช มีหลายชนิดแตกต่างกันไปตามส่วนต่าง ๆ การทราบสารเคมีหรือตัวยาสำคัญจะช่วยให้สามารถนำสมุนไพรมาพัฒนาเป็นยา ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร หรือเครื่องสำอางได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ในการควบคุมปริมาณตัวยาสำคัญในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สมุนไพรให้มีคุณภาพสม่ำเสมอ กลุ่มสารเคมีสำคัญๆ อาจแบ่งได้ดังนี้ กลัยโคไซด์ ไบรติน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต น้ำมันหอมระเหยแทนนิน ฟลาโวนอยด์ สเตอรอยด์ เทอร์ปีนอยด์ วิตามิน เรซินและบาลซัม เป็นต้น ซึ่งอาจพบได้ใน ราก เปลือก ดอก ใบ ผล เมล็ด ดังนั้น ในการนำสมุนไพรมาพัฒนาใช้ประโยชน์ดังกล่าว ต้องมีการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีว่าใช่สมุนไพรที่เราต้องการหรือไม่ มีสารเคมีที่ออกฤทธิ์ทางยาเข้ามามาตรฐานตามที่กำหนดไว้ในเภสัชตำรับหรือไม่ มีสิ่งปนปลอมหรือไม่

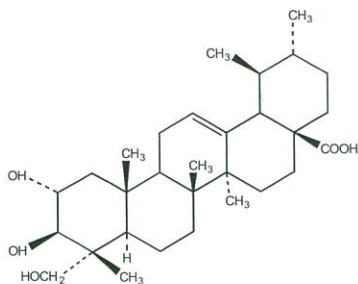
บัวบก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Centella asiatica* (L.) Urban^{1,2} ชื่อพ้อง *Hydrocotyle asiatica* L., *Centella coriacea* Nanfeldt, *Hydrocotyle lunata* Lamarck และ *Trisanthus cochinchinensis* Loureiro¹ วงศ์ Umbelliferae^{1,2} เป็นสมุนไพรที่มีชื่อไทยหลายชื่อ เช่น ผักหนอก (เหนือ) ผักแว่น (ใต้) ปะหนะเอหาเต่าะ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)^{1,2} มีชื่อจีนว่า Jixuecao และมีชื่ออังกฤษหลายชื่อ เช่น Centella, Indian Pennywort, Indian Water Navewort, Asiatic Pennywort, Gotu Kola, Brahma-manduki, Brahmi, Brahmi-Mandukparni, Ghortapre, Matoyahuho¹⁻⁸

องค์ประกอบทางเคมี

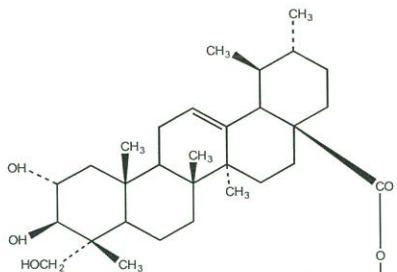
ประกอบด้วยไตรเทอร์พีนอยด์ซาโปนิน (triterpenoid saponins) ได้แก่ asiaticoside; asiaticoside, oxy; madecassoside; brahmoside; brahmoside, iso; brahminoside; centelloside; indocentelloside; thankunside; thankunside, iso และอะกลัยโคน (aglycones) ได้แก่ asiatic acid; brahmic acid, iso; betulic acid; centic acid; centellic acid; centoic acid; hydrocotylegenin A-E; indocentoic acid; madasiatic acid; madecassic acid; thankunic acid; thankunic acid, iso; ursenoic acid นอกจากนี้ประกอบด้วยกรดอะมิโน (amino acids) ฟลาโวนอยด์ส์ (flavonoids) อัลคาลอยด์ส์ (alkaloids) น้ำมันหอมระเหย (volatile oils) และสารอื่น ๆ ได้แก่ β -acoradiene; astragaline; alanine; aminobuturate; aspartate; benzene,1-methyl-4-(1, 2, 2-trimethyl-cyclopentyl); benzofuran, 2, 3-dihydro; betulinic acid; bicycloelemene; β -bisabolene; borneol acetate; butan-2-ol, 2-methyl; δ -cadinene; campesterol; camphene; caryophyllene oxide; β -caryophyllene; centellose; α -chamigrene;

β -chamigrene; α -copaene; 2, 3-dihydrobenzofuran; β -elemene; trans- β -farnesene; farnesol; furan-2-carboxaldehyde; geraniol; germacrene D; globulol, epi; glutamate; guaiacol, para-vinyl; hept-trans-2-en-1-al; heptan-1-al; hex-3-en-2-one; hexan-1-al; histidine; α -humulene; hydrocotylin; inositol, meso; kaempferol; kaempferol-3-O- β -D-glucoside; kaempferol-7-O- β -D-glucoside; limonene; linalool; linamarase; lysine; 2-methyl-2-butanol; methyl-5-hydroxy-3-6-diketo-23-nor; myrcene; nerol; nerolidol; non-3-en-2-one; oct-trans-2-en-1-al; petan-1-al; phellandrene; α -pinene; β -pinene; populnin; pyridine; quercetin- 3-O- β -D-glucoside; quercitrin, iso; serine; β -sesquiphellandrene; β -sitosterol; stigmasterol; α -terpinene; β -terpineol; threonine; urs-12-en-28-oate; vallerine; p-vinylguaiacol; widdrene; xylene, meta¹⁻⁸

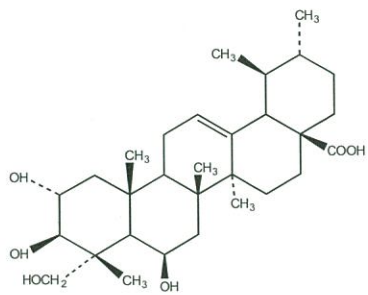




Asiatic acid

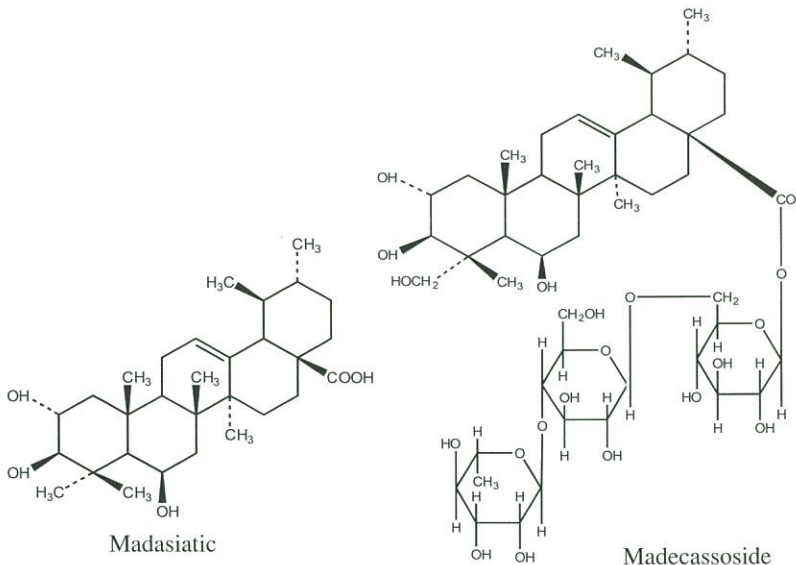


Asiaticoside



Madecassic acid

รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างสารเคมีบางชนิดในสมุนไพรบัวบก



รูปที่ 1 (ต่อ) สูตรโครงสร้างสารเคมีบางชนิดในสมุนไพรบัวบก

มีรายงานการวิจัยพบว่า สารไตรเทอร์ปีนกลัยโคไซด์ ได้แก่ madecassoside และ asiaticoside ในสารสกัดสมุนไพรบัวบกมีปริมาณสูงสุดในเดือน พฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน และมีปริมาณต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์⁹ อีกทั้งพบว่า สารไตรเทอร์ปีนกลัยโคไซด์ในใบมีปริมาณมากกว่าในลำต้น¹⁰ ด้วยเหตุดังกล่าว การจัดทำข้อกำหนดมาตรฐานของสมุนไพร เป็นหัวใจสำคัญที่สุดของการควบคุมคุณภาพ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ มีความสม่ำเสมอและมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

ข้อกำหนดคุณภาพสมุนไพรบัวบก¹

บทนิยาม

สมุนไพรบัวบก หมายถึง ส่วนเหนือดินที่ทำให้แห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Centella asiatica* (L.) Urban (*C. coriacea* Nannfeldt; *Hydrocotyle asiatica* L.; *H. lunata* Lamarck; *Trisanthus cochinchinensis* Loureiro) วงศ์ Umbelliferae

ลักษณะจำเพาะของสมุนไพร

สมุนไพรบัวบกมีสีเขียวอมน้ำตาล กลิ่นเฉพาะตัว และมีรสหวานอมขมเล็กน้อย

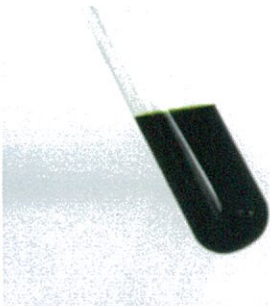


เอกลักษณ์ทางเคมี

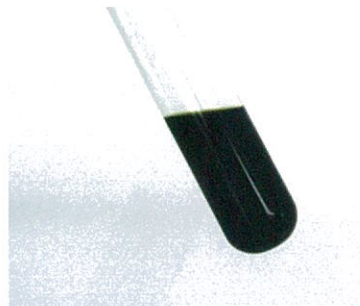
การตรวจสอบเบื้องต้น

1. ตรวจสอบสารประเภทเทอร์ปีนส์

ต้มผงสมุนไพรบวบก จำนวน 500 มิลลิกรัมด้วยเอทานอล 5 มิลลิลิตร บนอ่างอังไอน้ำ (water-bath) เป็นเวลา 5 นาที (น้ำยาตัวอย่าง A) แบ่งตัวอย่างมา 2 มิลลิลิตรแล้วเติมกรดกำมะถันเข้มข้น 2-3 หยด พบว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียว ดังรูปที่ 2



1



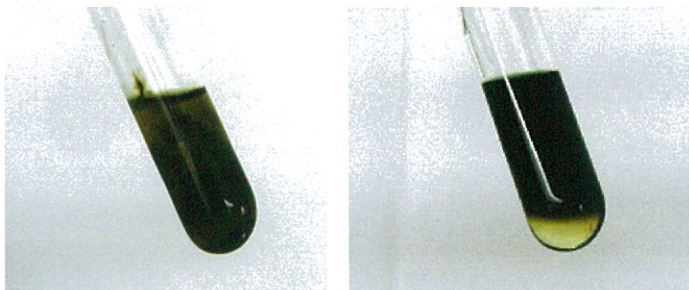
2

รูปที่ 2 แสดงผลการทดสอบสารประเภทเทอร์ปีนส์

- 1 สารสกัดด้วยเอทานอลของผงสมุนไพรบวบก
- 2 เมื่อหยดกรดกำมะถันเข้มข้น 2-3 หยด

2. ตรวจสอบสารประเภทเทอร์ปีนส์และสเตอรอล

ระเหยน้ำยาตัวอย่าง A 2 มิลลิลิตรจนแห้งบนอ่างอังไอน้ำ ส่วนที่เหลือจากการระเหย (residue) นำมาละลายด้วยอะซีติกแอนไฮไดรด์ (acetic anhydride) 2 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถันอย่างช้า ๆ 1 มิลลิลิตร จนเห็นเป็นสองชั้น พบว่า สารละลายชั้นบนเปลี่ยนเป็นสีเขียว และเกิดวงแหวนสีน้ำตาลแดงระหว่างรอยต่อของสารละลายทั้งสอง ดังรูปที่ 3



1

2

รูปที่ 3 แสดงผลการทดสอบสารประเภทเทอร์ปีนส์และสเตอรอล

- 1 สารละลายอะซีติกแอนไฮไดรด์ของผงสารสกัดสมุนไพรบัวบก
- 2 เมื่อหยดกรดกำมะถันเข้มข้น 2 - 3 หยด

3. ตรวจสอบสารประเภทซาโปนินส์

เขย่าผงสมุนไพรบวบก 500 มิลลิกรัมด้วยน้ำ 10 มิลลิลิตร ในหลอดที่มีฝาเกลียวปิดสนิท พบว่าเกิดฟองขึ้นถาวร นาน 20 นาที ดังรูปที่ 4



1



2

รูปที่ 4 แสดงผลการทดสอบสารประเภทซาโปนินส์

1. ผงสมุนไพรบวบกก่อนเขย่า
2. ผงสมุนไพรบวบกหลังเขย่าด้วยน้ำ

การตรวจสอบเพื่อยืนยันผล

น้ำยาด้อย่าง A

สกัดผงสมุนไพรบวบก 1 กรัมโดยวิธีรีฟลักซ์ (เป็นการต้มสกัดภายใต้สภาวะที่ของเหลวในขวดแก้วมีการกลั่นตัวกลับตลอดเวลา) ด้วยเอทานอล

20 มิลลิลิตร เป็นเวลา 10 นาที และกรอง ระบายสารละลายที่กรองได้จน
แห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ส่วนที่เหลือจากการระเหย (residue) นำมา
ละลายด้วยเอทานอล 4 มิลลิลิตร

น้ำยามาตรฐาน B

ละลายสารมาตรฐานเอเชียติโคไซด์ (asiaticoside) 1 มิลลิกรัมใน
เอทานอล 2 มิลลิลิตร

น้ำยามาตรฐาน C

ละลายสารมาตรฐานกรดเอเชียติก (asiatic acid) 1 มิลลิกรัมใน
เอทานอล 2 มิลลิลิตร

อุปกรณ์และน้ำยาแยก

1. แผ่นกระดาษซับสารดูดซับ
ใช้แผ่นกระดาษขนาด 5 X 20 เซนติเมตร ซับด้วยซิลิกา เจล จี
(Silica Gel G) หนา 0.25 มิลลิเมตร อบที่ 105 องศาเซลเซียส
ประมาณ 1 ชั่วโมง
2. น้ำยาแยก (developing solvent) ผสมคลอโรฟอร์ม (chloroform) กับ
เมทานอล (methanol) และน้ำ ในอัตราส่วน 15: 7: 1
3. ถังทำโครมาโตกราฟี (Chromatographic tank)
ใส่น้ำยาแยกลงในถังให้มีความสูงจากก้นถังประมาณ 1 เซนติเมตร
ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนใช้ เพื่อให้บรรยากาศในถังอิ่มตัว
ด้วยน้ำยาแยก

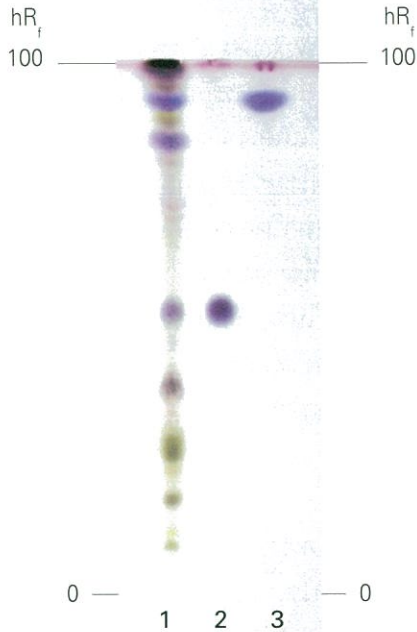
วิธีการ

ใช้หลอดรูเล็ก (capillary tube) บรรจุน้ำยาตัวอย่าง A และน้ำยามาตรฐาน B และ C ชนิดละ 5 ไมโครลิตร มาแต้มบนแผ่นกระดาษสารดูดซับในแนวระดับเดียวกัน ให้ห่างจากขอบล่างของกระดาษประมาณ 2 เซนติเมตร และให้มีระยะห่างระหว่างแต่ละแถวไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร ผึ่งให้แห้ง นำไปตั้งในถังโครมาโตกราฟีที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้น้ำยาแยกซึมขึ้นไปตามผิวที่ฉาบสูง 10 เซนติเมตร นำแผ่นกระดาษออกจากถัง ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปพ่นด้วยน้ำยาอะนิซัลดีไฮด์ (anisaldehyde test solution)* อังบนเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วสังเกตด้วยแสงธรรมชาติ

ผลการตรวจสอบ

จากการตรวจสอบได้โครมาโตแกรมชนิดผิวบางดังรูปที่ 5 จะเห็นตำแหน่งและสีของเอเชียติโคไซด์และกรดเอเชียติคในน้ำยาตัวอย่าง A ตรงกันกับตำแหน่งและสีของน้ำยามาตรฐานเอเชียติโคไซด์ (B) และกรดเอเชียติค (C) ตำแหน่งของจุดสีต่าง ๆ บนแผ่นกระดาษฉาบด้วยสารดูดซับ จะแสดงด้วยค่า hR_f (100 R_f) โดยที่ R_f (retardation factor หรือ relative front) หมายถึง อัตราส่วนของระยะทางที่สารเคลื่อนที่ต่อระยะทางที่น้ำยาแยกเคลื่อนที่ ค่า hR_f และผลการตรวจสอบเอเชียติโคไซด์ (asiaticoside) (สีม่วงแดงและค่า $hR_f = 27-28$) และกรดเอเชียติค (asiatic acid) (สีม่วงน้ำเงินและค่า $hR_f = 72-74$) ในน้ำยาตัวอย่าง A แสดงในตารางที่ 1

* น้ำยาอะนิซัลดีไฮด์ (anisaldehyde test solution) เตรียมโดยผสมอะนิซัลดีไฮด์ (anisaldehyde) 0.5 มิลลิกรัม, กรดกลูเซอิกอะซิติก (glacial acetic acid) 10 มิลลิกรัม, เมทานอล 85 มิลลิกรัม และกรดกำมะถัน (sulfuric acid)



รูปที่ 5 ลักษณะทางโครมาโตแกรมชนิดผิวบางของสารสกัดเอทานอลของผงสมุนไพรบัวบก ตรวจสอบด้วยการพ่นด้วยน้ำยาอะนิลีนไฮดรอกไซด์แล้วอังบนเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และสังเกตผลด้วยแสงธรรมชาติ (visible light)

- 1 = สารสกัดเอทานอลของผงสมุนไพรบัวบก (น้ำยาตัวอย่าง A)
- 2 = น้ำยามาตรฐานเอเชียติโคไซด์ (น้ำยามาตรฐาน B)
- 3 = น้ำยามาตรฐานกรดเอเชียติค (น้ำยามาตรฐาน C)

ตารางที่ 1 ค่า hR_f และผลการตรวจสอบสารสกัดเอทานอลของผงสมุนไพรวัวบก

จุดสี	ค่า hR_f	ตรวจสอบด้วยการพ่นด้วยน้ำยาอะซีซิติไซด์แล้ว อังบนเตาไฟฟ้าที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และสังเกตผลด้วยแสงธรรมชาติ (visible light)
1	2	เขียว
2	5	เขียว
3	8	เขียว
4	16	เขียว
5*	27-28	ม่วงแดง
6	33-34	ม่วงน้ำเงิน
7	43	ม่วงน้ำเงิน
8	63-64	ม่วงน้ำเงิน
9	67	เขียว
10**	72-74	ม่วงน้ำเงิน
11	79-80	ม่วงอมน้ำตาล
12	84	เขียวอมน้ำตาล
13	87-88	เขียวอมม่วง
14	91-92	เขียว

* เอเชียติโคไซด์ (asiaticoside)

** กรดเอเชียติก (asiatic acid)

การประเมินคุณภาพของสมุนไพรทำตามหลักสากล ซึ่งองค์การอนามัยโลกได้ให้ความสำคัญเรื่องการควบคุมคุณภาพของสมุนไพรมาก ดังนั้นการนำสมุนไพรมาใช้เป็นยาให้มีประสิทธิผลในการรักษาที่ดี มีความปลอดภัยในการใช้และมีประโยชน์เชิงพาณิชย์ ควรทราบรายละเอียดเกี่ยวกับสมุนไพร ตามหัวข้อต่างๆ ได้แก่ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสมุนไพร (General description of the plant) ข้อกำหนดคุณภาพ (Quality specification) ข้อบ่งใช้ (Indication) ความเป็นพิษ (Toxicity) ข้อห้ามใช้ (Contraindication) ข้อควรระวัง (Warning) รวมทั้งรูปแบบและขนาดที่ใช้ (Preparation used and dose) เพื่อให้ได้ยาที่มีคุณภาพสม่ำเสมอทุกครั้งที่มีการผลิตและมีความปลอดภัยทุกครั้งที่ใช้¹¹

ในการควบคุมคุณภาพสมุนไพรบวบก สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ทำตามหลักสากลในหัวข้อกำหนดคุณภาพ โดยการหาปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้ารวม ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล และสารสกัดด้วยน้ำ การกำหนดมาตรฐานสมุนไพรเป็นสิ่งจำเป็น เช่นความชื้น หากความชื้นมากและมีอุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้เอนไซม์ในสมุนไพรทำงาน เป็นเหตุให้สมุนไพรเสื่อมคุณภาพ ทำให้เชื้อราและแบคทีเรียเจริญได้ง่าย เป็นต้น

ปริมาณสิ่งแปลกปลอม¹²

ต้องไม่เกินร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก

สุ่มตัวอย่างตามวิธีที่กำหนดไว้ในตำรายาของประเทศไทย⁹ จำนวน 100 กรัม นำมาเกลี่ยในภาชนะแบนราบ คัดแยกสิ่งแปลกปลอมด้วยตาเปล่า หรือด้วยแว่นขยาย ซึ่งน้ำหนักสิ่งแปลกปลอม (ได้แก่ ส่วนของรากหรือ

ปริมาณความชื้น¹²

ต้องไม่เกินร้อยละ 14.0 โดยน้ำหนัก

นำผงสุมุนไพโร 5 กรัมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (น้ำหนักที่ซึ่งอย่างละเอียดตศนิยม 4 ตำแหน่ง) บรรจุในขวดชั่ง (weighing bottle) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน เกลี่ยผงสุมุนไพโรให้เรียบ นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่* คำนวณค่าร้อยละของน้ำหนักที่หายไปจากผงสุมุนไพโรที่ใช้ (น้ำหนักที่หายไป คือ ปริมาณความชื้นของสุมุนไพโร)

ปริมาณเถ้ารวม¹²

ต้องไม่เกินร้อยละ 17.0 โดยน้ำหนัก

เผาผงสุมุนไพโร 2 กรัมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (น้ำหนักที่ซึ่งอย่างละเอียดตศนิยม 4 ตำแหน่ง) ในถ้วยกระเบื้อง (crucible) ที่ทราบน้ำหนักอย่างแน่นอนในเตาเผา (muffled furnace) โดยค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิไม่เกิน 450 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาว (ปราศจากคาร์บอน) ทิ้งไว้ให้เย็น นำไปชั่งน้ำหนัก ถ้าหากเถ้ายังไม่ขาว ทิ้งถ้วยกระเบื้องไว้ให้เย็น เติมน้ำ 2 มิลลิลิตร นำไปทำให้แห้งบนอ่างอังไอน้ำ และเตาไฟฟ้า (hot plate) แล้วนำไปเผาจนได้น้ำหนักคงที่* คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณเถ้ารวมจากน้ำหนักของผงสุมุนไพโรที่ใช้

* น้ำหนักคงที่ (constant weight) หมายถึงน้ำหนักที่ได้จากการชั่งน้ำหนักติดต่อกัน 2 ครั้ง มีค่าต่างกันไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม โดยการชั่งครั้งที่สองเพื่อหาความต่างของน้ำหนักจะกระทำภายหลังจากการอบ

ปริมาณแก้วที่ไม่ละลายในกรด¹²

ต้องไม่เกินร้อยละ 7.0 โดยน้ำหนัก

เติมกรดเกลือ (Hydrochloric acid) ที่มีความเข้มข้น 2 โมลาร์ 25 มิลลิลิตร ลงในถ้วยกระเบื้องที่มีแก้วรวมปิดด้วยฝากระจกนาฬิกา ต้มนาน 5 นาที กรองด้วยกระดาษกรองชนิดที่ปราศจากแก้ว ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนจนน้ำล้างตะกอนเป็นกลาง (ตรวจสอบด้วยกระดาษลิตมัส) นำแก้วที่กรองได้และกระดาษกรองชนิดปราศจากแก้วใส่ลงในถ้วยกระเบื้องใบเดิม ทำให้แห้งบนเตาไฟฟ้า นำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่* คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณแก้วรวมจากน้ำหนักของผงสมุนไพรมันที่ใช้

ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล¹²

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 15.0 โดยน้ำหนัก

หนักผงสมุนไพรมัน 5 กรัมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (น้ำหนักที่ซึ่งอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ด้วยเอทานอล 95% 100 มิลลิลิตรในขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท นาน 24 ชั่วโมง โดย 6 ชั่วโมงแรกให้เขย่าขวดบ่อย ๆ ตั้งทิ้งไว้อีก 18 ชั่วโมง กรองอย่างรวดเร็ว บีบเอาน้ำที่กรองได้ 20 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยปากกว้างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ระเหยบนอ่างอังไอน้ำจนแห้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่* คำนวณหาค่าร้อยละของปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอลที่ได้จากผงสมุนไพรมันที่ใช้

* น้ำหนักคงที่ (constant weight) หมายถึงน้ำหนักที่ได้จากการชั่งน้ำหนักติดต่อกัน 2 ครั้ง มีค่าต่างกันไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม โดยการชั่งครั้งที่สองเพื่อหาความต่างของน้ำหนักจะทำภายหลังจากการอบ

ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ¹²

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 24.0 โดยน้ำหนัก

วิธีทำเช่นเดียวกับเมื่อใช้ 95% เอทานอลเป็นตัวทำละลาย แต่เปลี่ยนเป็นใช้น้ำที่อิ่มตัวด้วยคลอโรฟอร์ม (chloroform water) เป็นตัวทำละลายแทน

การปนเปื้อนของสมุนไพร

เภสัชตำรับระบุไว้ว่า สมุนไพรที่ใช้ทำยาต้องปลอดเชื้อจุลินทรีย์ ปกติเชื้อราที่พบในสมุนไพรเป็นเชื้อที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณสารอาหาร วิธีเตรียมสมุนไพรแห้ง และการเก็บรักษา ตำรายาไทย (Thai Pharmacopoeia Volume I and II Supplement 2005)¹³ ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ที่อาจมีได้ในยาเตรียมจากสมุนไพร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในสมุนไพร

ตัวอย่างสมุนไพร	ชนิดจุลินทรีย์	ข้อกำหนดมาตรฐาน
ยาเตรียมจากสมุนไพรสำหรับรับประทานที่ไม่ผ่านกรรมวิธี	- Total viable aerobic count	ไม่เกิน 5×10^5 ต่อ 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร
ยาเชื้อจุลินทรีย์ก่อนรับประทาน	- Fungi	ไม่เกิน 5×10^3 ต่อ 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร
เช่น วัตถุประสงค์สมุนไพร ยากง	- Enterobacteria and certain other Gram-negative bacteria	ไม่เกิน 10^3 ต่อ 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร
ยาลูกกลอน ยามณี ยาคบชูล	- <i>Escherichia coli</i>	ไม่พบใน 1 กรัมหรือ 1 มิลลิลิตร
	- <i>Staphylococcus aureus</i>	ไม่พบใน 1 กรัมหรือ 1 มิลลิลิตร
	- <i>Salmonella</i> spp.	ไม่พบใน 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
	- <i>Bacillus anthracis</i> **	ไม่พบใน 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
	- Pathogenic <i>Clostridium</i> spp.	ไม่พบใน 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
ยาเตรียมจากสมุนไพรสำหรับรับประทานที่ผ่านกรรมวิธี	- Total viable aerobic count	ไม่เกิน 5×10^7 ต่อ 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร
ยาเชื้อจุลินทรีย์ก่อนรับประทาน (เช่น ต้มในน้ำเดือด) และยาเตรียมที่ใส่ตัวรับภายในอก	- Fungi	ไม่เกิน 5×10^4 ต่อ 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร
	- Enterobacteria and certain other Gram-negative bacteria	ไม่พบใน 1 กรัมหรือ 1 มิลลิลิตร
	- <i>Escherichia coli</i>	ไม่พบใน 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
	- <i>Salmonella</i> spp.	ไม่พบใน 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
	- <i>Bacillus anthracis</i> **	ไม่พบใน 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร
	- Pathogenic <i>Clostridium</i> spp.	ไม่พบใน 10 กรัมหรือ 10 มิลลิลิตร

** ในกรณีที่มีภาวะระบาดของแอนแทรกซ์

การปนเปื้อนด้วยสารพิษตกค้าง

สารพิษตกค้างที่ควรตรวจหาการปนเปื้อนในสมุนไพรที่สำคัญมี 4 ประเภท¹ ได้แก่

1. สารประกอบคลอรีน เช่น คลอรีเบน ดีดีที ดีลดีริน เฮปตาคลอร์
2. สารประกอบฟอสเฟต เช่น พาราไรออน มาลาไรออน ไดเทเทนเท
3. สารคาร์บาเมท เช่น คาร์บาริล เมทมิล
4. สารประเภทไพรีทรอยด์ เช่น ไซเปอร์มีทริน เปรอมีทริน

การปนเปื้อนด้วยสารหนูและโลหะหนัก

ในสมุนไพร 1 กิโลกรัมจะมีการปนเปื้อนด้วยสารหนู แคดเมียม และตะกั่วได้ไม่เกิน 4, 0.3 และ 10 มิลลิกรัม^{14,15,16} ตามลำดับ

ตารางที่ 3 สรุปข้อกำหนดมาตรฐานของสมุนไพรบวบ

รายการ	ไม่มากกว่า (โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า (โดยน้ำหนัก)
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม	2.0 %	-
ปริมาณความชื้น	14.0 %	-
ปริมาณเถ้ารวม	17.0 %	-
ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด	7.0 %	-
ปริมาณสารสกัดด้วยเอธานอล	-	15.0 %
ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ	-	24.0 %

เอกสารอ้างอิง

1. Supplement to Thai Herbal Pharmacopoeia 2004. Department of Medical Sciences. Ministry of Public Health, Nonthaburi, Thailand. p. 9-17, 41-47.
2. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม สมิตินันท์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544) บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ 2544, หน้า 118.
3. นันทวัน บุญยะประกัสสร, อรุณช โชคชัยเจริญพร. สมุนไพรไม้พื้นบ้าน. (2) บริษัทประชาชน จำกัด. กรุงเทพฯ 2541. เล่ม 2 หน้า 508-515.
4. British Herbal Pharmacopoeia. British Herbal Medicine Association. U.K. 1983, p. 56-57.
5. Specification of Thai Medicinal Plants. Faculty of Pharmacy. Mahidol University. Aksornsampan Press, Bangkok, Thailand. 1986, Vol. 1: p. 37-42.
6. WHO Monographs on Selected Medicinal Plants. Vol.I. World Health Organization. Geneva. 1999, p. 77-83.
7. Standard of ASEAN Herbal Medicine Vol. I. ASEAN Countries. Aksara Buana Printing, Jakarta, Indonesia. 1993, p. 141-152.
8. Tang W, Eisenbrand G. Chinese Drugs of Plant Origin. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany. 1992, p. 273-276.
9. Luangchonlathan S, Kongthong B, Patarapanich C. A TLC Method Determination of Active Constituents, Madecassoside and Asiaticoside,

from *Centella asiatica* Linn. In various seasons in Thailand. Thai J. Pharm. Sci., 2004. Vol.28 (Suppl.)

10. Patarapanich C, Kongthong B, Luangchonlathan S. A HPLC Method for Determination of Asiaticoside, Madecassoside, Asiatic acid and Madecassic acid in the extract of *Centella asiatica* Linn.: Development, Validation and Application. Thai J. Pharm. Sci., 2004 Vol.28 (Suppl.)
11. สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ มาตรฐานสมุนไพรไทย ชุมเห็ดเทศ Standard of Thai Herbal Medicine : *Senna alata* (L.) Roxb. โรงพิมพ์ ร.ส.พ., กรุงเทพฯ พ.ศ. 2545.
12. Thai Herbal Pharmacopoeia. Volume II. Department of Medical Sciences. Ministry of Public Health, Nonthaburi, Thailand. 1993, p. 128-38, 141-142.
13. Thai Pharmacopoeia Volume I and II Supplement 2005. Department of Medical Sciences. Ministry of Public Health, Nonthaburi, Thailand. 2005, p. 11-27.
14. World Health Organization. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. WHO/Pharm/92.559/Rev.1 Geneva, Switzerland. 1992.
15. World Health Organization. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. Geneva, Switzerland. 1998, p. 47-63.
16. World Health Organization. General Guidelines for Methodologies on Research and Evaluation of Traditional Medicine. WHO/EDM/TRM/2000.1, Geneva, Switzerland. 2000, p. 3-31.



พฤกษศาสตร์ของบัวบก และการใช้ประโยชน์พื้นบ้าน... สู่การวิจัยและพัฒนา

จารย์ บัณฑิต

บัวบกเป็นพืชพื้นบ้านของไทยและของประเทศในเขตร้อนถึงเขตอบอุ่น ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Centella asiatica* (L.) Urban วงศ์ Umbelliferae (หรือ Apiaceae)¹⁻³ และแพร่กระจายพันธุ์ไปอย่างกว้างขวางทั่วโลก มีการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นอย่างหลากหลาย นิยมใช้มากในด้านสมานผิวรอยเหี่ยวย่น รักษาแผลและโรคทางผิวหนัง³⁻⁵ จากความเชื่อในการใช้ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นนำไปสู่การบันทึกในเภสัชตำรับของหลาย ๆ ประเทศทั้งในเอเชียและยุโรป มีการพัฒนาการผลิตอย่างต่อเนื่องมานานแล้วจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งปรากฏผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับบัวบกหลายรูปแบบ บัวบกจึงเป็นสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งในกลุ่มสมุนไพรที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนา การใช้ประโยชน์ และการส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศได้ต่อไป

“บัวบก”มีสารที่น่ารู้่าติดตามมากมายหลายด้าน สำหรับด้านพฤกษศาสตร์และการใช้ประโยชน์จากพืชตามภูมิปัญญาท้องถิ่นนั้น จักได้กล่าวถึง ในประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับต่อไป

บัวบกกับลักษณะสัมพันธ์ของลำดับชั้นในการจัดหมวดหมู่จำแนกพืช

Kingdom **Plantae** (-plants)

Subkingdom **Tracheobionta** (-vascular plants)

Superdivision **Spermatophyta** (-seed plants)

Division **Magnoliophyta** (-flowering plants)

Class **Magnoliopsida** (-dicotyledons)

Subclass **Rosidae**

Order **Apiales**

Family **Apiaceae / Umbelliferae** (-carrot family)

Genus ***Centella* L.**

Species ***Centella asiatica* (L.) Urban**

ชื่อวิทยาศาสตร์ของบัวบก

การกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของบัวบกนั้นปรากฏรายงานการกำหนดชื่อครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1753 โดย Carl von Linnaeus ได้กำหนดชื่อภายใต้สกุล *Hydrocotyle* L. คือ ชนิด *Hydrocotyle asiatica* L. พิมพ์เผยแพร่ในหนังสือ Species Plantarum ฉบับที่ 1 หน้า 234 ต่อมาในปี ค.ศ. 1763 Linnaeus ได้พิจารณาแยกกลุ่มพืชที่มีลักษณะแตกต่างแต่ใกล้เคียงกันภายในสกุล *Hydrocotyle* L. ออกจากกัน และกำหนดชื่อสกุลขึ้นใหม่ คือ *Centella* L. พิมพ์เผยแพร่ใน Species Plantarum ฉบับที่ 2 หน้า 1393 เมื่อเวลาผ่านไปจนถึงปี ค.ศ. 1879 Ignatz Urban ได้ทำการทบทวนการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของบัวบก แล้วยืนยันการระบุชื่อชนิด คือ *Centella asiatica* (L.) Urban พิมพ์เผยแพร่การใช้ชื่อนี้เป็นครั้งแรกในหนังสือ Flora Brasiliensis ฉบับที่ 11 หน้า

287¹ ซึ่งได้รับการยอมรับเป็นชื่อที่ถูกต้องตามหลักสากลของการให้ชื่อพืช
ในปัจจุบัน ทั้งนี้ คำระบุชนิด “asiatica” นั้นแสดงถึงถิ่นกำเนิดของพืชต้นแบบ
ที่ใช้กำหนดชื่อครั้งแรกของพืชชนิดนี้ว่ามาจาก asia นั้นเอง

พืชสกุล *Centella* มีลักษณะทั่วไปที่ใกล้เคียงกับพืชสกุล *Hydrocotyle*
(ตัวอย่างในสกุล *Hydrocotyle* เช่น แวนแก้ว) คือ เป็นพืชล้มลุก ขึ้นตามที่ชุ่มชื้น
ลำต้นมักจะทอดนอนไปตามพื้น ข้อที่แตะพื้นจะออกรากง่าย ใบเดี่ยว ช่อ
ดอกแบบช่อซี่ร่ม แต่มีลักษณะเด่นที่แตกต่างกัน คือ พืชสกุล *Centella* ไม่มี
หูใบ ผลมีแนวสันเดี่ยว ๆ คล้ายเส้น 7-9 เส้น และมีเส้นประสาณเล็ก ๆ ระหว่าง
แนวเห็นเด่นชัด สำหรับพืชสกุล *Hydrocotyle* นั้นมีหูใบ ผลมีแนวสันเดี่ยว ๆ
5 เส้น และไม่ปรากฏเส้นประสาณเล็ก ๆ ระหว่างแนว¹

บัวบกเป็นพืชที่มีการสืบทอดเผ่าพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัย
เพศมานานแล้ว ย่อมมีโอกาสปรับตัวและพัฒนาพันธุ์ได้ตามธรรมชาติ
ซึ่งมักจะทำให้เกิดความแตกต่างทางลักษณะสัณฐานของพืชภายในกลุ่มได้
และส่งผลให้เกิดการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ใหม่ในอดีตเป็นจำนวนมากที่
ซ้ำซ้อนกันของพืชชนิดนี้ ต่อมาเมื่อมีการติดต่อประสานเชื่อมโยงทาง
วิชาการและมีการศึกษาพิจารณาทบทวนมากขึ้น จึงปรากฏผลในเอกสาร
ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการศึกษาทางอนุกรมวิธานพืชที่ได้พิจารณาทบทวนชื่อ
เหล่านั้นของบัวบก^{1,3,6-8} แล้วระบุให้เป็นชื่อพ้องทางวิทยาศาสตร์ เช่น *Centella*
coriacea Nannf.^{3,7}, *Hydrocotyle asiatica* L.^{1,6-8}, *Hydrocotyle asiatica* L. var.
hebecarpa Hassk.⁶, *Hydrocotyle asiatica* L. var. *pedunculata* O.K.⁶, *Hydrocotyle*
hebecarpa DC.⁶, *Hydrocotyle lunata* Lam.³, *Hydrocotyle lurida* Hance⁸,
Hydrocotyle wightiana Wall.⁸ และ *Trisanthus cochinchinensis* Lour.^{3,6} ชื่อ
พ้องของพืชนั้นมักช่วยให้สามารถพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ หรือการ

ใช้ประโยชน์ของพืชชนิดอื่นร่วมสกุลหรือต่างสกุล ซึ่งมักจะเป็นสกุลที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสกุลของพืชชนิดนี้ในปัจจุบันได้

ชื่ออื่น ๆ

ชื่อเรียกในท้องถิ่นต่าง ๆ ของประเทศไทย และของต่างประเทศนั้นมีปรากฏหลากหลายมาก ชื่อที่น่าสนใจที่อาจเป็นประโยชน์ในการประสานเชื่อมโยงในระดับท้องถิ่น เช่น

ชื่อไทย

บัวบก ผักแว่น ผักหนอก^{1,9}

ชื่อสากลทั่วไป

Asiatic pennywort, Gotu-cola, Gotu kola,

Indian pennywort,

Indian water Navelwort^{4,10,11}

ชื่ออื่น ๆ ในบางประเทศ

- กัมพูชา

trachiek kranh^{10,12}

- คาเมอรูน

cheu letong¹³

- จีน

jixuecao, luo de da^{14,15}

- ญี่ปุ่น

Tsubo-kusa¹⁶

- ธิเบต

sin-mnar¹⁷

- เนปาล

kholachaghya¹⁷

- บรูไน

pegaga¹⁰

- ปากีสถาน

brahmi buti¹⁸

- ประเทศกลุ่มแปซิฟิกใต้

totodro (Fiji); tono (Tonga, Samoa); kapukapu (Cook Islands); tona (Futuna); tohetupou (Tahiti)¹⁹

- ฝรั่งเศส	Hydrocotyle Asiaticque ²⁰
- พม่า	min-kuabin ¹⁰
- ฟิลิปปินส์	hahang-halo, panggaga, takip-kohol, tapingan-daga ^{10,21}
- มาเลเซีย	pegaga ¹⁰
- มอริติอุส	Bavilacque ²⁰
- เยอรมัน	Asiatischer Wassernaba ²⁰
- ลาว	phak nok ^{10,12}
- เวียดนาม	lien tien thao, phac chen, rau ma ^{12,22}
- ศรีลังกา	gotukola, hin-gotukola ⁸
- สิงคโปร์	pegaga ¹⁰
- ออฟริกาใต้	udingu ²³
- ออสเตรเลีย	zarnab ¹⁷
- อิตาลี	Idrocotyle ²⁰
- อินเดีย	brahma-manduki, hin-gotukola, mandukaparni, thol-khuri ^{24,25}
- อินโดนีเซีย	antanan, daun kaki kuda, kaki kuda, paiduh, pegaga, pegagan ²⁶



ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ของบัวบก ^{1-2,6-8}

บัวบกเป็นพืชล้มลุก ประเภท
ข้ามปี ลำต้นสั้น มีไหลหรือส่วนของ
ลำต้นที่แตกแขนงทอดนอนไปตาม
พื้นดินแล้วออกราก ออกใบเจริญ
เติบโตเป็นต้นใหม่ ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง
ใบเดี่ยว ออกเวียนซ้อนถี่หนาแน่นดู
คล้ายเป็นกระจุกบริเวณโคนต้น แผ่น
ใบรูปไตหรือค่อนข้างกลม กว้าง 1-7
เซนติเมตร ยาว 1-4 เซนติเมตร ปลาย
มนหรือแหลม โคนใบรูปหัวใจหรือรูป
ไต ขอบหยักมนหรือหยักแหลม เส้นใบ

ออกที่โคนใบ 5-7 เส้น แผ่นใบด้านบนสีเขียวเข้มกว่าด้านใต้ใบ ก้านใบยาว
5-20 เซนติเมตร (พบยาวได้ถึง 40 เซนติเมตร) ช่อดอกเล็กเป็นแบบช่อซี่ร่ม
ออกตามง่ามใบหรือชอกใบ เป็นช่อเดี่ยวหรือออกรวม 2-5 ช่อ แต่ละช่อมี
ก้านช่อสั้น มีดอกเล็กมาก 2-3 ดอก และมีใบประดับเล็ก ๆ ดอกมีกลีบดอก
5 กลีบ สีม่วงแดง เกสรเพศผู้ 5 อัน เกสรเพศเมียมีห้องรังไข่แบบ 2 ห้อง

และมีก้านช่ยอดเกสร 2 อัน ค่อนข้างสั้น ผลเล็กมาก แบนข้าง กว้าง 2-4 มิลลิเมตร เปลือกมีสันเตี้ยเป็นแนวตามยาวคล้ายเส้น 7-9 เส้น

ลักษณะทางกายวิภาค

ปัจจุบันมีรายงานจำนวนมาก^{20,26-36} ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวกับลักษณะทางกายวิภาคของ ใบ ก้านใบและลำต้นบัวบก ลักษณะที่น่าสนใจ เช่น

ใบ ชั้นผิวใบด้านล่างมีปากใบมากกว่าด้านบน²⁰ ค่าดัชนีปากใบของ ด้านบน 15.9 และของด้านล่าง 16.7²⁸ ปากใบมีหลายแบบ ได้แก่ anisocytic, anomocytic²⁷ และ paracytic-diacytic²⁹ ชั้น mesophyll มีเซลล์ palisade เรียงในแนวเดียวกัน 1 แถว และเซลล์ spongy เรียงหลายแถว พบผลึกรูปกุหลาบของแคลเซียมออกซาลेटในเซลล์ spongy บางเซลล์ด้วย และที่เส้นกลางใบมีท่อน้ำมัน (oil duct) เหนือกลุ่มท่อลำเลียง³⁶

ก้านใบ ชั้นผิวพบเซลล์ขนประปราย ภายในก้านมีกลุ่มท่อลำเลียง 5-7 กลุ่ม²⁰

ลำต้น(ไหล) ชั้น cortex พบท่อไขมัน บริเวณ pith มีเซลล์ parenchyma ขนาดใหญ่ และมีช่องว่างกลาง pith³⁶

เขตการกระจายพันธุ์และแหล่งที่อยู่

บัวบกมีเขตการกระจายพันธุ์ทั่วไปทั้งในเขตร้อนและอบอุ่น พบตั้งแต่ออฟริกา อเมริกา ออสเตรเลีย เอเชีย สำหรับเอเชียพบมากในเอเชียตะวันออกเฉียงและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ขึ้นได้ดีในที่ชุ่มชื้น ทั้งที่โล่งแจ้ง ที่มีแสงรำไร และในที่ร่ม ตั้งแต่พื้นที่ราบต่ำจนถึงที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลปาน

ในประเทศไทย บัวบกขึ้นอยู่ทั่วไปตามสภาพธรรมชาติและเป็นพืชปลูกพบได้ทุกภาค ตั้งแต่พื้นที่ราบในระดับต่ำจนถึงที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,450 เมตร¹

การใช้ประโยชน์พื้นบ้าน นำไปสู่การวิจัยพัฒนา

บัวบกในประเทศที่เป็นถิ่นกำเนิดหรือเป็นถิ่นกระจายพันธุ์นั้น มีการนำมาใช้ประโยชน์ ใช้เป็นอาหาร เครื่องดื่มและยาสมุนไพร ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นที่หลากหลายและสืบทอดกันมานาน ซึ่งการใช้ประโยชน์พื้นบ้านนั้นมักจะเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญสำหรับงานศึกษาวิจัยในเวลาต่อ ๆ มา โดยปรากฏการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากบัวบกบำบัดอาการของ leprosy ในปี ค.ศ.1853³⁷ และในช่วงศตวรรษที่ 19 มีบันทึกการใช้บัวบกอยู่ในตำรายาหรือเภสัชตำรับของบางประเทศ^{14-15,20-27,38-45} ในภูมิภาคเอเชีย เช่น ไทย จีน อินเดีย ของยุโรป และแอฟริกา สำหรับบันทึกที่หลากหลายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์พื้นบ้านและการใช้เป็นสมุนไพรหรือยาโบราณของแต่ละประเทศ มีทั้งที่คล้ายคลึงหรือแตกต่างกัน เช่น

- เกาหลี ใช้ใบรักษาแผล⁴⁵
- กัมพูชา-ลาว-เวียดนาม ใช้ขับปัสสาวะ รักษาแผล ด้านอักเสบ และด้านการติดเชื้อ hepatitis^{10,12,22}
- คาเมอรูน ใช้ใบสด สำหรับรักษาแผลในกระเพาะ¹³
- เคนยา คนเผ่า Kisii ใช้ใบรักษาแผล⁴⁶
- จีน ใช้ทั้งต้น เป็นยาบำรุง และยาเย็น¹⁰ แก้ไข้ ขับปัสสาวะ ขับพิษ แก้ท้องเสีย รักษาแผล และโรคผิวหนัง¹⁴⁻¹⁵
- ซามัว (Samoa) ใช้ทั้งต้นรักษาแผล และ migraines¹⁹

- ตองก้า (Tonga) ใช้ใบเป็นยาพอก เป็นยาบรรเทาอาการจาก fontanelles¹⁹
- ฟิจิ (Fiji) ใบใช้รักษาอาการข้ออักเสบปวดบวม และริดสีดวง¹⁹
- ฟิลิปปินส์ใบใช้เป็นยาบำรุง ขับปัสสาวะ รักษาแผล ความดันโลหิตสูง และรักษา gonorrhoea²¹
- ศรีลังกา ใช้สำหรับ galactagogue¹⁰
- อาฟริกา ใช้ใบพอกแผล² ใช้ทั้งต้น สำหรับอาการโรค syphilis⁴⁷
- อินโดนีเซีย ใช้ทั้งต้นแก้ไอ แก้ไข้⁴⁸
- อินเดีย ใช้ทั้งต้นเป็นยาบำรุงและแก้ท้องเสีย¹⁰
- อินเดียและมาดากัสกา ใช้ รักษาแผล อาการจากโรค leprosy และบำรุงร่างกาย^{24,25}

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ายาสุมโนไพรบวบก จากเอเชียแพร่เข้าไปในอังกฤษสำหรับใช้รักษาอาการโรคผิวหนัง ขับปัสสาวะและบำรุงประสาท³⁸

- ประเทศไทย มีการใช้ประโยชน์บวบกในยาแผนโบราณ และยาพื้นบ้านพื้นเมืองมานานแล้ว เช่น ตำรับยาสุ่ม ที่ปรากฏในตำรายาติลาจารึก ในวัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม ซึ่งจารึกไว้เมื่อ พ.ศ. 2375³⁹ ตำรับยาพอก ซึ่งมีบันทึกใช้ชื่อยุ่ก่อน พ.ศ. 2450⁴⁰ และตำรับอื่น ๆ เช่น ยาแก้ลมจุกเสียด ยาแก้หทัยระส่ำระสายชื่อสมมิตรสวาหะ⁴¹ นอกจากนี้มีบันทึกสรรพคุณ^{42,43} ว่าใช้ทั้งต้นหรือใบ แก้ไข้ใน แผลสด และสมานแผล เป็นยาบำรุง บำรุงหัวใจ ขับปัสสาวะ ขับเลือดให้กระจาย แก้อ่อนใน แก้เลือดกำเดาออก แก้เจ็บคอ โรคเส้นประสาท แก้ท้องเสีย แก้อาการอักเสบ รักษาโรคผิวหนัง นอกจากนี้ยังใช้บวบกสด เป็นอาหารประเภทผักจิ้มน้ำพริก หรือกินกับลาบ เป็นเครื่องเคียงในก๋วยเตี๋ยวผัดไทย และคั้นน้ำปรุงเป็นเครื่องดื่มน้ำใบบวบก

จากผลการรวบรวมรายการงานวิจัยหรือเอกสารวิชาการที่พิมพ์เผยแพร่เรื่องราวที่เกี่ยวกับบ๊วบก โดยไม่ได้รวมถึงรายการสิทธิบัตรที่ได้รับการคุ้มครองสิทธิ ปรากฏงานวิจัยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1940 เป็นต้นมา รวมในช่วงเวลาประมาณ 65 ปี⁴⁹ คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2483 - พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 1940 - ค.ศ. 2006) มีรายการของผลงานเผยแพร่ที่รวบรวมได้มากกว่า 500 รายการ โดยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2531 - พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 1988 - ค.ศ. 2006) มีจำนวนมากกว่า 330 รายการ ซึ่งเป็นจำนวนที่มากกว่าครึ่งของรายการงานวิจัยหรือเอกสารวิชาการที่พิมพ์เผยแพร่เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบ๊วบกที่รวบรวมได้ในปัจจุบัน งานวิจัยส่วนมากเป็นการศึกษาด้าน สรรพคุณ เคมี และศึกษาระบบวงจรหรือวิธีการ การวิจัยสรรพคุณนั้นมีหลากหลายรูปแบบ มีทั้งการศึกษาในหลอดทดลอง หรือการศึกษาในสัตว์ทดลอง เพื่อการพิสูจน์ทราบฤทธิ์ต่าง ๆ ปัจจุบันในต่างประเทศมีการนำบ๊วบกมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพต่าง ๆ มีทั้งที่เป็นยาภายในและภายนอก เครื่องดื่มสมุนไพรและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร รวมถึงเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์สปา

ปัจจุบันผู้วิจัยและพัฒนาสมุนไพรในต่างประเทศส่วนมากที่ประสบผลสำเร็จในการวิจัยพัฒนาจนเกิดเป็นสิ่งประดิษฐ์คิดค้นใหม่ ๆ นั้นจะทำการจดสิทธิบัตรเพื่อการคุ้มครองสิทธิหรือผลประโยชน์อันพึงมี พึงได้ตามสิทธิอันชอบธรรมของเจ้าของและผู้ประดิษฐ์คิดค้นนั้น ๆ สำหรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับบ๊วบก ซึ่งได้รับสิทธิคุ้มครองในบางประเทศแล้วนั้น จากผลการรวบรวมเฉพาะรายการสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับบ๊วบก ซึ่งเป็นรายการที่มีการประกาศเผยแพร่แล้ว ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 ถึง ค.ศ. 2004 มีจำนวนมากกว่า 190 รายการ⁵⁰ เมื่อพิจารณาจากสิทธิบัตรที่จดรับสิทธิ

คุ้มครองในภาพรวมแล้วมีประเด็นเกี่ยวข้องที่น่าสนใจหลายด้าน มีทั้งสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับยา เครื่องดื่มสมุนไพร อาหารเสริม อาหาร และเครื่องสำอาง ผู้สนใจควรติดตามสืบค้นรายละเอียดเพิ่มเติมต่อไป

สิทธิบัตรที่จัดแจ้งขอรับการคุ้มครองสิทธินั้นผู้ทรงสิทธิได้มีการเปิดเผยรายละเอียดไว้ ถ้าหากได้ศึกษาข้อมูลดังกล่าว แล้วนำไปพิจารณาหาแนวทางที่จะดำเนินการศึกษา ค้นคว้า วิจัย และพัฒนาต่อยอดความรู้หรือศึกษาในประเด็นแตกต่างที่เป็นประโยชน์ต่อไปได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในเชิงวิชาการ จะทำให้ได้เรียนรู้ความเป็นมา หรือพัฒนาการของความคิด และการประดิษฐ์นั้นๆ ทำให้เห็นข้อบกพร่อง หรือส่วนที่ควรพัฒนาต่อ เกิดความคิดใหม่ ๆ ตามมา ส่งผลให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีให้สูงขึ้น ข้อมูลสิทธิบัตรที่ได้รับสิทธิคุ้มครองตามกฎหมายแล้ว ผู้สนใจสามารถแสวงหาได้โดยตรงจากหน่วยงานรับผิดชอบในประเทศไทย ได้แก่ กรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ หรือจากระบบเครือข่ายของกรมทรัพย์สินทางปัญญาที่สามารถสืบค้นข้อมูลทั้งของในประเทศและต่างประเทศ ได้ที่ www.ipthailand.org สำหรับองค์กรในภาครัฐของต่างประเทศที่รับผิดชอบด้านสิทธิบัตรมีจำนวนมาก และมีฐานข้อมูลใหญ่ที่มีเครือข่ายระหว่างประเทศกว้างขวาง องค์กรที่น่าสนใจ เช่น สำนักสิทธิบัตรและเครื่องหมายการค้าแห่งสหรัฐอเมริกา (the United States Patent and Trademark Office หรือ USPTO) สืบค้นข้อมูลได้ที่ www.uspto.gov สำนักสิทธิบัตรแห่งยุโรป (European Patent Office หรือ EPO) สืบค้นข้อมูลได้ที่ www.european-patent-office.org และ องค์การสิทธิบัตรแห่งโลก (The World Intellectual Property Organization) สืบค้นข้อมูลได้ที่ www.wipo.int/ เป็นต้น.

เอกสารอ้างอิง

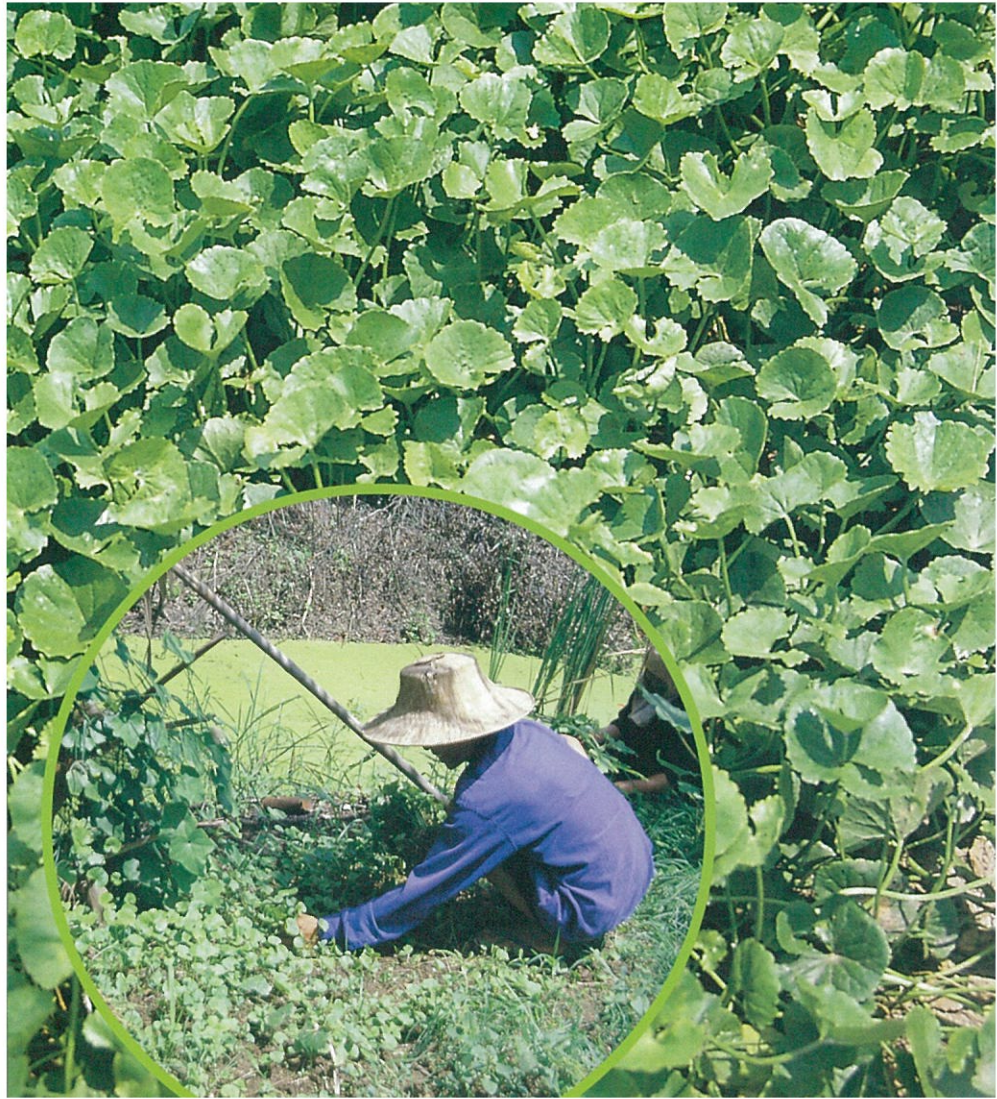
1. Hedge IC, Lamond JM. Umbelliferae. Flora of Thailand. 1992, 5(4): 442-448.
2. Backer CA, Bakhuizen van den Brick RC. Acanthaceae. Flora of Java. 1965, 2:171-173.
3. World Health Organization. Herba Centellae. WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 1. Geneva. 1999, p.77-85.
4. British Herbal Medicine Association. British Herbal Pharmacopoeia. Megaron Press Ltd., UK. 1983, p.56-57.
5. Reynolds JEF. Martindale: The Extra Pharmacopoeia-29th edition. The Pharmaceutical Press, London. 1989.
6. Buwalda P. Umbelliferae. Flora Malesiana. 1949, 4(2):116-117.
7. Townsend CC. Umbelliferae. Flora of Tropical East Africa. AA Balkema. 1989, p.15-17.
8. Krahulik JL, Theobald WL. Umbelliferae. A Revised Handbook to the Flora of Ceylon. Vol. 3. AA Balkema, Rotterdam. 1981, p.483-485.
9. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม สมิตินันท์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544) บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 2544, หน้า 118.
10. de Padua LS, Bunyaphatsara N, et al (eds). Plant Resources of South-East Asia. No. 12(1), Medicinal and poisonous plants 1. Prosea Foundation, Indonesia. 1999, p.190-194.

11. McGuffin M, Kartesz JT, et al. Herbs of Commerce. 2nd edition. The American Herbal Products Association, USA. 2000, p.36.
12. Duong NV. Medicinal plants of Vietnam, Cambodia, and Laos. 1993, p.414-415.
13. Noumi E, Dibakto TW. Medicinal plants used for peptic ulcer in the Bangangte region, western Cameroon. *Fitoterapia*. 2000, 71:406-412.
14. Tang W, Eisenbrand G. Chinese drug of plant origin. Springer-Verlag, Berlin. 1992, p.273-276.
15. Huang KC. The Pharmacology of Chinese Herbs. CRC Press Inc., Baco Raton. 1993, p.156.
16. Ohwi J. Umbelliferae. *Flora of Japan*. 1965, 1:669.
17. Annomous. CRC Handbook of Ayurvedic Medicinal Plants. 1980, p.208-209.
18. Nasir E. Umbelliferae. *Flora of West Pakistan*. 1972, 20:9-12.
19. World Health Organization. Medicinal Plants in the South Pacific. The Western Pacific Series No. 19. WHO Geneva. 1998, p.43.
20. Brinkhaus B, Lindner M, et al. Chemical, pharmacological and clinical profile of the East Asian medical plants *Centella asiatica*. *Phytomedicine*. 2000, 7(5):427-448.
21. Quisumbing E. Medicinal plant of the Philippines. Katha Publishing Co., Inc., Philippines. 1978, p.684-687.
22. World Health Organization. Medicinal plants in Viet Nam. Western Pacific Series No. 3. WHO Geneva. 1990, p.86-87.

23. Grierson DS, Afolayan AJ. An ethnobotanical study of plants used for the treatment of wounds in the Eastern Cape, South Africa. *J Ethnopharmacol.* 1999, 67:327-332.
24. Bhatnagar SS, et al. The wealth of India: Raw materials. Vol. 2. CSIR, Delhi. 1950, p.116-118.
25. Regional Research Laboratory. Indian Herbal Pharmacopoeia. Vol. 1. CSIR-IDMA, India. 1998, p.47-54.
26. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. *Materia Medika Indonesia.* Jilid. 1977, 1:34-39.
27. ASEAN Countries. *Centella asiatica* (L.) Urban. In: Standard of ASEAN Herbal Medicine. Vol. 1. Aksara Buana Printing, Jakarta. 1993, p.141-153.
28. Somanabandhu A, et al. *Centella asiatica*. Specification of Thai Medicinal Plants. Vol. 1. Mahidol University, Bangkok. 1986, p.38-42.
29. Regional Research Laboratory. Indian Herbal Pharmacopoeia. Vol. 1. CSIR-IDMA, India. 1998, p.47-54.
30. Chen Y, et al. Resource distribution and pharmacognostic identification of *Centella asiatica* (L.) Urban produced in China. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi.* 2000, 25(4):199-202.
31. Lopes CME, et al. Pharmacognostic analysis of *Centella asiatica* (L.) Urban: Botanical, physico-chemical and preliminary chemical evaluation. *Acta Farmaceutica Bonaerense.* 1999, 18(2):115-120.

32. Jelani S, Leelavathi P, et al. Pharmacognostic studies on *Centella asiatica* (L.) Urban. *Ans Sci Life*. 1993, 12(3&4):439-450.
33. Chauhan DK, Agrawal S. Micromorphology of the epidermis of stem and leaf of *Centella asiatica* (L.) Urban. *J Phytological Res*. 1999, 12(1-2):51-58.
34. Datta PC, Maiti RK. Pharmacognostic study of lamina and petiole of *Hydrocotyle javanica* Thunb. compared with that of *Centella asiatica* L. *Bot Soc Bengal Bull*. 1966, 19(2):135-140.
35. ภัศรา เงินดี และคณะ. การศึกษาทางเภสัชเวชของใบบัวบก. *ว กรมวิทย์ พ*. 1983, 25(4):215-228.
36. สมชาย เชื้อจีน. การจำแนกสายพันธุ์และหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตบัวบก. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 2544, 86 หน้า.
37. Guibourt G. Sur l'emploi de l' *Hydrocotyle asiatica* pour guerir la lepre. *J Pharm Chim*. 1853, 24:424-427.
38. Evans WC. *Trease and Evans' Pharmacognosy*. WB Saunders Company Ltd., London. 1996, p.475, 503.
39. โรงเรียนแพทย์แผนโบราณ ตำรายาศิลาจารย์ในวัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม (จารย์ไว้เมื่อ พ.ศ. 2375.) *สุพรรณการ์พิมพ์, กรุงเทพฯ*. 2505, หน้า 176 และ 224.
40. โรงเรียนแพทย์แผนโบราณ วัดพระเชตุพน. ตำราประถมจินดาแพทย์ศาสตร์สงเคราะห์ เล่ม 1. *โรงพิมพ์ประเสริฐศิริ, กรุงเทพฯ*. 2504, หน้า 207.

41. โรงเรียนแพทย์แผนโบราณ วัดพระเชตุพน. แพทย์ศาสตร์สงเคราะห์ เล่ม 2. โรงพิมพ์ประเสริฐศิริ, กรุงเทพฯ. 2504, หน้า 115, 119.
42. สมาคมโรงเรียนแพทย์แผนโบราณ วัดพระเชตุพน. ประมวลสรรพคุณ ยาไทย (ภาค 2). โรงพิมพ์อำพลพิทยา, กรุงเทพฯ. 2510, หน้า 221-222.
43. นันทวัน บุญยะประภัศร(บรรณานักการ). สมุนไพรไม้พื้นบ้าน (2). บริษัท ประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 2541, หน้า 508-515.
44. Perry LM, Metzger J. Medicinal plants of East and Southeast Asia. MIT Press, Cambridge. 1980, p.413-414.
45. Rhee JC, Choi KW. Clinical effect of the titrated extract of *Centella asiatica* (madecassol) on peptic ulcer. Korean J Gastreterol. 1981, 13:35-40.
46. Hausen BM. *Centella asiatica* (Indian pennywort), an effective therapeutic but a weak sensitizer. Contact Dermatitis. 1993, 29(4): 175-179.
47. Kokwaro JO. Medicinal Plants of East Africa. East African Literature Bureau, Nairobi, Kenya. 1976, p.215.
48. Sutrisno RB, Kadir FB, et al. Utilization of Medicinal Plants. Ministry of Health Republic of Indonesia, Jakarta. 1981, p.37.
49. จารีย์ บันสิทธิ์ สุธิดา ไชยราช . เอกสารวิชาการชุด *Centella asiatica* (L.) Urban: รายงานวิจัยที่เกี่ยวกับบัวบก. สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, นนทบุรี. 2548, 40 หน้า.
50. จารีย์ บันสิทธิ์. เอกสารวิชาการชุด *Centella asiatica* (L.) Urban : สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับบัวบก. สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์





บัวบกพืชพื้นบ้าน กับการผลิตวัตถุดิบที่มีคุณภาพ

จารย์ บัณฑิตสิทธิ์

บัวบก *Centella asiatica* (L.) Urban วงศ์ Umbelliferae (หรือ Apiaceae) เป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพต่อการพัฒนาเพิ่มมูลค่า สำหรับช่วยเสริมสร้างเศรษฐกิจได้ การพิจารณาพัฒนานั้นควรเริ่มได้ตั้งแต่การพัฒนาวัตถุดิบไปจนถึงผลิตภัณฑ์ แต่การที่จะส่งเสริมสนับสนุนจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยกับด้านการตลาดด้วย คือ ผลผลิตต้องเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และจะต้องมีคุณภาพ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านคุณภาพของสมุนไพร หรือผลิตภัณฑ์สมุนไพรนั้นมีอยู่หลายประการ แต่หนึ่งในปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงคือ คุณภาพของวัตถุดิบ ซึ่งคุณภาพของวัตถุดิบบนเส้นทางการค้าสากลหรือตลาดโลกนั้น จะมีการกำหนดมาตรฐานไว้ สำหรับบัวบกนั้นที่ระบุกันแพร่หลาย เช่น ระบุให้มี triterpene ester glycosides (asiaticoside & madecassoside) ไม่น้อยกว่า 2.0 % น้ำหนักต่อน้ำหนัก¹⁻³ ซึ่งการผลิตให้ได้คุณภาพนั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลวิชาการด้านการผลิตวัตถุดิบที่ดีหรือด้านการเกษตรที่เหมาะสมสนับสนุน

การเพาะปลูกบวบกในประเทไทยมีมานานแล้ว เป็นการปลูกแบบพืชสวนครัวโดยใช้พันธุ์ที่มีในท้องถิ่น ส่วนการปลูกเพื่อผลิตวัตถุดิบเชิงการค้า นั้นมีขึ้นเมื่อประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา แต่ยังมีปริมาณที่จำกัด แม้ว่าในปัจจุบันแหล่งปลูกเพื่อธุรกิจการค้าขนาดเล็กนี้จะมีกระจายอยู่ทั่วทุกภาคแต่ข้อมูลพื้นที่ปลูกโดยรวมทั่วประเทศยังมีเพียงประมาณ 500 ไร่ การปลูกเพื่อขยายปริมาณการผลิตวัตถุดิบเพิ่มขึ้นเป็นลำดับที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งส่วนมากจะปลูกเพื่อจำหน่ายเป็นอาหาร เครื่องดื่มสมุนไพรที่ใช้บริโภคภายในประเทศ และทำเป็นวัตถุดิบแห้งหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จำหน่ายในประเทศและส่งออกต่างประเทศบ้าง

บวบกเป็นพืชที่มีผู้สนใจศึกษาวิจัยมาก มีผลงานเผยแพร่ที่รวบรวมได้มากกว่า 500 รายการ⁵ แต่งานวิจัยส่วนมากเป็นการศึกษาด้านสรรพคุณเคมี และศึกษากระบวนการหรือวิธีการ ด้านการพัฒนาการผลิตวัตถุดิบยังมีน้อยมาก ในประเทศไทยปัจจุบันข้อมูลการศึกษาวิจัยบวบกด้านการเพาะปลูกและการผลิตวัตถุดิบยังมีไม่มากและยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านการผลิตวัตถุดิบ จำเป็นต้องดำเนินการต่อไป

อย่างไรก็ตาม ผู้ผลิตวัตถุดิบบวบก ในยุคโลกาภิวัตน์นี้ จำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญและปฏิบัติตามหลักการและแนวปฏิบัติทั่วไปของการเกษตรที่ดีเหมาะสมหรือการผลิตพืชอินทรีย์ เพื่อได้วัตถุดิบที่ดีและปลอดภัย⁶⁻¹⁰ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ค้า-ผู้ผลิตวัตถุดิบบวบกเพื่อการค้า-การส่งออกนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงข้อกำหนด-เงื่อนไขของลูกค้าและประเทศคู่ค้าในด้านการปฏิบัติการเพาะปลูกของพืชสินค้านั้น ๆ ด้วย

สำหรับความรู้ทั่วไปและข้อมูลวิชาการที่รวบรวมได้¹¹⁻⁵⁹ ทั้งในประเทศ และต่างประเทศที่น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกหรือการผลิตัวตฤติบ ที่ควรทราบ จักได้นำมากล่าวเป็นลำดับ ดังนี้

พันธุกรรมพืช

บัวบกมีถิ่นกำเนิดในภูมิภาคเอเชียเขตร้อน และมีเขตการกระจาย พันธุ์ตามสภาพธรรมชาติมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และเป็นพืชที่สืบพันธุ์ ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ ซึ่งพรรณพืชที่สามารถสืบพันธุ์ ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศนั้นย่อมมีโอกาสดำรงสายพันธุ์ และพัฒนาพันธุ์ได้เองตามธรรมชาติโดยผ่านช่วงต่อบรรพบุรุษในแต่ละยุค ของกาลเวลา และย่อมมีโอกาสได้รับการคัดเลือกพันธุ์จากมนุษย์ผู้ใช้ ประโยชน์จากพืชนี้ บัวบกจึงมีโอกาสดังกล่าวสูงมากและมีโอกาสที่จะมี ความหลากหลายของสายพันธุ์มาก ประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชียเขตร้อน ที่รวมถึงประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านของไทย ต่างก็ตระหนักถึง ความสำคัญเรื่องพันธุ์พืชมากขึ้น มีการศึกษารวมรวมพันธุ์เพื่อคัดเลือก สายพันธุ์ที่ดีหรือที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และมีการรายงานผลการศึกษาด้านพันธุกรรมมากขึ้น¹¹⁻²⁷

การศึกษาด้านโครโมโซมของบัวบก มีผู้รายงานว่าบัวบกมี จำนวนโครโมโซม $2n = 16$ และ ในบางแหล่งพบสายพันธุ์ที่มีโครโมโซมพอลิพลอยด์ (polyploid) ด้วย^{11,13,27} นอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีผลการศึกษาทดลองที่ ใช้สารโคลชิซินชักนำบัวบกให้เกิดพอลิพลอยด์ได้¹⁴

การรวบรวมและศึกษาเกี่ยวกับสายพันธุ์ในต่างประเทศ มีรายงานว่า ศรีลังกา²¹ มีพันธุ์ปลูก 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ที่ลำต้นข้อชิดคล้ายเป็นกอ

หรือมีทรงพุ่ม และสายพันธุ์ที่ลำต้นทอดเลื้อย ซึ่งสายพันธุ์ที่ลำต้นมีทรงพุ่มนั้นให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ที่ลำต้นทอดเลื้อย อินเดียมมีการรวบรวมได้ 16 สายพันธุ์¹⁷ โดยพบความแตกต่างเนื่องจากสภาพแหล่งที่อยู่พืช (ecotype) และในมาเลเซียมีการคัดเลือกพันธุ์ที่เติบโตเร็วและมีปริมาณสารสำคัญสูงได้ 2 สายพันธุ์ จากที่รวบรวมไว้ 12 สายพันธุ์¹⁸

สำหรับการศึกษาด้านพันธุกรรมของบัวบกในประเทศไทยนั้น ยังมีค่อนข้างน้อย มีการสำรวจเบื้องต้นและรวบรวมพันธุ์บัวบกจากแหล่งปลูกใน 4 ภาค จำนวน 6 แหล่ง คือ แหล่งจากจังหวัด เชียงราย พิจิตร มหาสารคาม ระยอง สมุทรสาคร และนครศรีธรรมราช รวม 7 สายพันธุ์ แล้วนำมาทดลองปลูกในเรือนทดลองนาน 2 เดือน²⁸ พบลักษณะที่เหมือนกัน ได้แก่ รูปร่างของไหล จำนวนดอก/ช่อ รูปร่างของใบ และพบลักษณะที่ต่างต่างกันทางด้านลักษณะสัญญาณระหว่างสายพันธุ์ เช่น สี ขนาด และ จำนวนของใบและไหล และยังพบความแตกต่างด้านการให้ปริมาณผลผลิตในบางสายพันธุ์ ซึ่งมีความสามารถในการปรับตัวที่ต่างกันและให้ผลผลิตที่ต่างกันอย่างมากโดยเฉพาะในฤดูฝน ส่วนฤดูหนาวมีความแตกต่างกันไม่มากนัก นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ในด้านลักษณะภายในใบและไหล เช่น พบความแตกต่างของความหนาแน่นของปากใบ ความหนาของชั้น epidermis จำนวนและขนาดของท่อลำเลียงในแต่ละมัดท่อลำเลียง เป็นต้น แต่ยังไม่สามารถระบุความแตกต่างทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ระหว่างสายพันธุ์ดังกล่าวได้

การเพาะขยายพันธุ์

บัวบกขยายพันธุ์ได้โดยใช้เมล็ด และใช้ลำต้นหรือที่เรียกว่า “ไหล” ซึ่งการขยายพันธุ์โดยใช้ไหลนั้นเป็นวิธีที่ง่าย สะดวกและรวดเร็วกว่าการใช้เมล็ด

วิธีการขยายพันธุ์ด้วยลำต้นหรือไหล ให้เตรียมท่อนพันธุ์โดยตัดแยกจากลำต้นหรือไหลให้ท่อนพันธุ์มีข้ออย่างน้อย 1 ข้อ และควรเลือกข้อที่มียอดอ่อนและมีรากที่เริ่มงอกออกมาด้วยจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตต่อไปได้เร็วขึ้น จากนั้นนำไปเพาะชำในภาชนะปลูกที่มีความชื้นเหมาะสม เป็นเวลานานประมาณ 1-2 สัปดาห์ ก็จะสามารถย้ายกล้าได้^{21,29-30}

การเจริญเติบโต

โดยทั่วไปบัวบกที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาตินั้น จะมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบต่อเนื่อง ต้นที่เติบโตเต็มที่แล้วจะมีไหลทอดนอนไปตามพื้นดิน ข้อที่แตะพื้นจะออกรากและใบ เติบโตเป็นต้นใหม่ได้ และเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ทำให้แผ่ขยายต่อไปเป็นบริเวณกว้าง บัวบกที่ปลูกในที่ที่มีความชื้นเหมาะสมและมีร่มเงานั้น จะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลังจากพืชมีอายุปลูก 6 เดือน³⁰⁻³¹ และทยอยเก็บใบรอบต่อไปต่อเนื่องได้ทุก 2-3 เดือน^{21,32}

การศึกษากการเจริญเติบโตของพืชในสภาพพืชปลูกจะช่วยในการกำหนดแผนการจัดการพืชได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อไป ข้อมูลเบื้องต้นจากการทดลองปลูกด้วยไหลในแปลงปลูกขนาดเล็ก มีผลน่าสนใจดังนี้

1. การทดลองปลูกด้วยไหลของบัวบกที่รวบรวมมาจากแหล่งปลูกใน 4 ภาค 6 แหล่ง จำนวน 7 สายพันธุ์ ใช้ระยะเวลา 2 เดือน ในเดือน

ทดลอง²⁸ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้า ๆ สายพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ได้แก่ สายพันธุ์เชียงใหม่ มหาสารคาม และ นครศรีธรรมราช

2. การทดลองปลูกด้วยไหลของบัวบกพันธุ์พื้นเมือง ใช้ระยะเวลา 12 เดือน ในเรือนทดลอง³² พบว่า ความยาวของลำต้นมีการพัฒนาต่อเนื่องในช่วงแรก โดยเป็นไปอย่างช้า ๆ ในช่วงเดือนที่ 2-4 และหลังเดือนที่ 5 ไปแล้วพืชจะออกดอก-ผล และยังคงมีการเจริญต่อเนื่องต่อไป สำหรับผลการศึกษาเกี่ยวกับ **จำนวนใบ/ต้น พบว่ามีค่าสูงสุดในพืชที่อายุปลูกเดือนที่ 6 และให้ผลผลิตน้ำหนักสดมากที่สุดด้วย แต่ผลผลิตแห้งนั้นน้ำหนักค่อนข้างสูงในช่วงเดือนที่ 6-8**

ดังนั้นการปลูกเพื่อเก็บผลผลิตแบบทั้งต้นจากพืชที่มีการเติบโตดี และเข้าสู่ระยะที่มีดอก-ผลแล้วจึงควรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากปลูกได้ 5-6 เดือน และเนื่องจากบัวบกเป็นพืชล้มลุกประเภทข้ามปี สามารถแตกแขนงและเติบโตอยู่ได้นาน จึงควรพิจารณาปลูกเพื่อเก็บเกี่ยวแบบตัดใบหรือเลือกตัดบางต้น จะช่วยให้สามารถเก็บเกี่ยวได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะสามารถเก็บเกี่ยวใบในรอบต่อไปได้ทุก ๆ 2-3 เดือน หากมีการบำรุงรักษาแปลงปลูกที่เหมาะสมจะให้ผลผลิตได้นานถึง 2-3 ปี อย่างไรก็ตามการปรับปรุงบำรุงดินนั้นอาจใช้วิธีการใส่ปุ๋ยช่วยบำรุงได้ด้วย เช่น ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตราประมาณ 1.5 กก./ตารางเมตร ทุก ๆ 6 เดือน²¹ เป็นต้น

ในกรณีที่เก็บเกี่ยวทั้งต้นแล้ว หลังการเก็บเกี่ยวเกษตรกรในบางพื้นที่จะทำการพลิกหน้าดินและไถพรวนแล้วใช้ฟางคลุมและรดน้ำประมาณ 7-10 วัน เมล็ดบัวบกที่ตกค้างอยู่ในดินก็จะงอกขึ้นมาได้ แต่มักจะไม่มี ความสม่ำเสมอของพืชที่ขึ้นและใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนสามารถเก็บ

สถานที่ปลูก

บัวบกสามารถขึ้นได้ดีทั้งในที่ร่ม และที่โล่งแจ้ง แต่จะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ของอินทรีย์วัตถุและมีความชื้นในดินพอเหมาะ

ดินที่ปลูกควรมีโครงสร้างโปร่งหรือร่วนซุย และมีความชื้นเพียงพอ ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการแทงรากของต้นใหม่และเติบโตดีต่อไป การปลูกแบบแปลงใหญ่ควรแบ่งเป็นแปลงย่อย ๆ ที่เว้นระยะห่างระหว่างแปลงย่อย เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติดูแลแปลงปลูก ในกรณีที่ต้องปรับปรุงดินเบื้องต้นควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตราประมาณ 1.5 กก./ตารางเมตร²¹

อย่างไรก็ตามควรคลุมแปลงปลูกด้วยเกล็ดดินหรือฟาง และให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอต่อความต้องการของพืช

ระยะปลูก

ระยะปลูกที่เหมาะสม จะเป็นทางเลือกหนึ่งของการเพิ่มผลผลิตของพืชได้ โดยสามารถวางแผนเพิ่มจำนวนประชากรที่เหมาะสมต่อพื้นที่ได้

ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถว นั้น มีรายงานของไทยและต่างประเทศที่แตกต่างกัน^{21,28,31-34} ตั้งแต่ 5x5 เซนติเมตร, 10x10 เซนติเมตร, 15x15 เซนติเมตร ไปจนถึง 25x30 เซนติเมตรและหลุมลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร หรือตามความเหมาะสม

จากการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกบัวบกในประเทศไทย ใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกัน เช่น บางท้องที่ในภาคกลางเกษตรกรจะปลูกโดยใช้ต้นที่ถอนแยกออกมาที่มีรากติดอยู่ และใช้ระยะปลูกขนาดประมาณ 5x5 เซนติเมตร ซึ่งต้นพันธุ์ที่ใช้ประมาณ 1,000-1,250 กก./ไร่ ในขณะที่เกษตรกรบางท้องที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งใช้ไหลที่มีต้นอ่อนและ

รากติดอยู่ มักจะใช้ระยะปลูกประมาณ 10x10 เซนติเมตร สำหรับการปลูกที่ใช้ระยะ 30x30 เซนติเมตรนั้นการใช้ต้นพันธุ์จะประมาณ 300 กก./ไร่ โดยจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตสดได้ ประมาณ 5 ตัน/ไร่/ปี³³⁻³⁴

ในการศึกษาวิจัยเบื้องต้น²⁸ ที่เกี่ยวข้องกับระยะปลูกและผลผลิตมีผลที่น่าสนใจ คือ

1. บัวบกสายพันธุ์เขียงราย ที่ปลูกในเรือนทดลอง พรางแสง 50% ในระยะปลูกที่แตกต่างกัน 4 แบบ คือ 5x5 เซนติเมตร, 10x10 เซนติเมตร, 15x15 เซนติเมตร และ 20x20 เซนติเมตร รดน้ำเข้า-เย็น เป็นเวลานาน 2 เดือน ใส่ปุ๋ย สูตร 21-0-0 จำนวน 2 ครั้ง คือ 15 วัน และ 30 วันหลังปลูก พบว่าระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดและแห้งสูงมากกว่าระยะปลูกอื่น แต่ให้ผลใกล้เคียงกับเมื่อใช้ระยะปลูก 5x5 เซนติเมตร สำหรับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร และ 15x15 เซนติเมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักสดและแห้งค่อนข้างต่ำ

2. บัวบก 3 สายพันธุ์ คือ เขียงราย มหาสารคามก้านขาว และมหาสารคามก้านเขียว เมื่อทดลองปลูกตามแบบการผลิตของเกษตรกร ในสภาพดินที่เป็นดินร่วน-เหนียว มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีการเตรียมดินแปลงปลูก 3 แบบ คือ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยคอก และใส่ปุ๋ยเคมี ใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกัน 3 ระยะ คือ 10x10 เซนติเมตร, 15x15 เซนติเมตร และ 20x20 เซนติเมตร พบว่า ระยะปลูกและสายพันธุ์มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตน้ำหนัสดของบัวบกที่ได้รับแตกต่างกัน และพบอีกว่าวิธีการเตรียมดินแปลงปลูก ระยะปลูก และสายพันธุ์ มีอิทธิพลทำให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของบัวบกแตกต่างกัน กล่าวคือ ในสภาพตามแบบการผลิตของเกษตรกรนั้นเมื่อใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร และ 15x15 เซนติเมตรจะให้ผลผลิตน้ำ

ฤดูกาลปลูก

โดยทั่วไปบัวบกเจริญเติบโตดีในช่วงฤดูฝน จากผลการศึกษาทดลองปลูกบัวบก 3 สายพันธุ์ในแต่ละฤดู ที่ปลูกด้วยดินชูดยไฮธร ในสภาพพรางแสง 50% นาน 2 เดือน²⁰ พบว่าบัวบกสายพันธุ์มหาสารคาม ก้านเขียวและสายพันธุ์เขียงรายมีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งสูงสุดเมื่อปลูกในฤดูหนาว รองลงมาคือฤดูฝน สำหรับฤดูร้อนนั้นให้ผลผลิตต่ำสุด ส่วนสายพันธุ์นครศรีธรรมราชมีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักรากสูงสุด เมื่อปลูกในฤดูฝน รองลงมาคือฤดูหนาว และฤดูร้อนให้ผลผลิตต่ำสุด

การเก็บเกี่ยว

โดยทั่วไปควรเริ่มเก็บเกี่ยวหลังจากพืชปลูกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ และมีความสมบูรณ์เพียงพอ ควรเลือกเก็บเฉพาะใบหรือทั้งต้น มีรายงานว่าควรเก็บเมื่อพืชมีอายุปลูกตั้งแต่ 6 เดือนขึ้นไป แต่มีบางรายงานระบุว่าสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่อายุปลูก 60-90 วัน²¹ สามารถเก็บเกี่ยวใบในรอบต่อไปได้ทุก ๆ 2-3 เดือน หากมีการบำรุงรักษาแปลงปลูกที่เหมาะสมจะให้ผลผลิตได้นานถึง 2-3 ปี ทั้งนี้ควรพิจารณาสภาพการเจริญเติบโตของ พืช สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และจุดประสงค์ในการใช้ประโยชน์จากพืช

หลังการเก็บเกี่ยววัตถุดิบที่ได้ควรคัดแยกสิ่งปะปนอื่นออก ตัดราก และตัดส่วนที่ไม่สมบูรณ์ออก พร้อมทั้งล้างน้ำให้สะอาด ก่อนนำไปใช้สด หรือนำไปผึ่งและทำแห้งโดยการตากซึ่งควรคลุมภาชนะด้วยผ้าขาวบางเพื่อป้องกันฝุ่นละอองและกันการปลิวของชิ้นส่วนสมุนไพร ตากจนแห้งสนิท หรือใช้การอบที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิแห้งสนิท แล้วจัดเก็บ।

รักษาให้เหมาะสมและถูกต้องตามหลักสุขอนามัย เพื่อการใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ต่อไป

การเก็บรักษา

ควรเก็บรักษาวัตถุดิบให้สะอาดตามหลักสุขอนามัยและเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ต่อไป

วัตถุดิบบวบกสำหรับใช้สดนั้น ควรเก็บรักษาอย่างถูกวิธีเพื่อให้ความสดไว้ได้นาน เช่น การเก็บไว้ใช้ในระยะเวลาที่ยาวนานควรใส่ตู้เย็นหรือภาชนะที่ทำความสะอาดและควบคุมอุณหภูมิได้อย่างสม่ำเสมอ ถ้าเก็บไว้ใช้ในระยะสั้นอาจใช้วิธีการคลุมด้วยผ้าบางสะอาดที่เปียกชื้น และควรพรมน้ำซ้ำทุก 3 ชม. ก็จะช่วยรักษาความชื้นของพีชได้ระยะหนึ่ง⁵³

หลังการเก็บเกี่ยวพีชสด หากปล่อยให้พีชนั้นเหี่ยว (wilting) ในภาวะที่อุณหภูมิปกติ (ประมาณ 24.7-25.8 องศาเซลเซียส) ก็จะมีผลทำให้ปริมาณ ascorbate ลดลงได้ จากรายงาน⁵⁴ ระบุว่า ในสภาพที่ปล่อยให้พีชสดเหี่ยวหลังการเก็บเกี่ยวดังกล่าวนาน 4 ชม. มีผลทำให้ปริมาณของ ascorbate ลดลง 30% ถ้าปล่อยให้เหี่ยวนาน 12 ชม. จะลดลง 58% และเมื่อนาน 24 ชม. ลดลงถึง 80%

การเก็บรักษาวัตถุดิบเหล่านั้นควรเก็บในภาชนะบรรจุที่สะอาดปิดสนิทกันความชื้น ดัดฉลากระบุชื่อสมุนไพร น้ำหนักและวันที่เตรียมวัตถุดิบแล้วเก็บภาชนะไว้ในที่สะอาดและไม่ชื้น

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นเป็นประโยชน์ต่อการผลิตส่วนขยายพันธุ์พืชที่ผ่านการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณภาพดีตามต้องการแล้ว เพื่อให้ได้กล้าในปริมาณมากเพียงพอสำหรับการปลูกเพื่อผลิตวัตถุดิบนั้น ๆ ในเชิงธุรกิจต่อไป

มีรายงานผลการศึกษาด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ใช้วิธีการต่าง ๆ ที่น่าสนใจ จำนวนมาก⁵⁵⁻⁶⁷ เช่น

การเพาะเลี้ยงส่วนของก้านใบอ่อน ในอาหารเพาะเลี้ยง Murashige-Skoog (MS) สูตรที่ผสมด้วย 1.0 mg/L 2,4-D + 1.0 mg/L kinetin ชักนำเกิด embryogenic celli และเมื่อเพาะเลี้ยงต่อในสูตรที่ผสม 5.0 mg/L NAA + 1.0 mg/L kinetin ก็มีพัฒนาการของราก hypocotyl และ cotyledon

การเพาะเลี้ยงส่วนของตา ในอาหารเพาะเลี้ยง MS ที่มีสูตรผสมแตกต่างกัน ซึ่งผสมด้วย BA, IAA และ NAA รายงานระบุว่า มีการชักนำให้เกิดยอดมากเมื่อผสมด้วย 22.2 μM BA + 2.68 μM NAA เกิดยอดยาวเมื่อผสมด้วย 6.7 μM BA + 2.88 μM IAA เกิดรากยาวเมื่อผสมด้วย 2.46 μM IBA และเมื่อนำส่วนที่ได้ไปปลูกเลี้ยงต่อไปพบว่าพืชเจริญเติบโตสม่ำเสมอดี

การเพาะเลี้ยงส่วนของตา ในอาหาร MS ที่ผสมด้วย sucrose 30 กรัม/ลิตร และ casein hydrolysate 500 กรัม/ลิตร และ subculture ทุก 14 วัน ใน flask ที่หมุนเวียน ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส และได้รับแสงนาน 16 ชั่วโมง จะได้ cell suspension ซึ่งสามารถตรวจพบสารพวก thiocolchicine ใน cell suspension ที่มีอายุ 7 วัน

ตลอดจนมีการศึกษาพัฒนาและจดสิทธิบัตรเลขที่ US4970151 หรือ EP0442537 หรือ EP0443635 ที่ระบุการใช้เทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ชักนำให้บัวบกเกิดการสร้างสรรค์สารสำคัญในการใช้รักษา mental disease ด้วย⁶⁷

การพัฒนาการผลิตวัตถุดิบ

“บัวบก” มีประโยชน์ที่หลากหลายดังกล่าวนมาแล้วข้างต้น และมีผลการศึกษาวิจัยสาขาต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการใช้ประโยชน์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยมีส่วนใจศึกษาเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งจากการรวบรวมเบื้องต้นปรากฏการรายงานผลเผยแพร่มากกว่า 500 รายการ⁵ และมีผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ จึงมีการจำหน่ายบัวบกในตลาดของประเทศต่าง ๆ อยู่หลายรูปแบบทั้งในสภาพที่ยังไม่มีการแปรรูป และที่มีการแปรรูปแล้ว

- สภาพที่ยังไม่มีการแปรรูปนั้น : มีทั้งในสภาพพืชสด ใช้เป็นอาหารประเภทผักและเครื่องเคียง หรือคั้นน้ำทำเป็นเครื่องดื่ม และสภาพพืชแห้ง ที่ผ่านกระบวนการหั่นหยาบและทำแห้ง ใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นของการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

- สภาพที่มีการแปรรูปแล้วมีทั้ง สารสกัด (สารสกัดหยาบและสารสกัดบริสุทธิ์) ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเสริมสุขภาพ และ ยา

ทิศทางในการผลิตวัตถุดิบบัวบกของไทย เพื่อสู่ตลาดต่างประเทศนั้น ยังมีโอกาสอยู่มาก ทั้งการผลิตวัตถุดิบสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเสริมสุขภาพ และ ยาสมุนไพรในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งน่าจะเหมาะสำหรับการส่งจำหน่ายไปยังประเทศกำลังพัฒนาที่ยังไม่มีการกีดกันทางการค้าและมีข้อกำหนดไม่เข้มงวดมากนัก สำหรับการค้าด้านสารสกัด

บัวบกที่มีการควบคุมมาตรฐานอย่างดีเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าแล้วนั้น น่าจะมีโอกาสที่เปิดกว้างมากเหมาะสำหรับการส่งจำหน่ายไปยังประเทศพัฒนาแล้วที่เป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเสริมสุขภาพและเครื่องสำอางใหญ่ของโลก

สารสกัดบัวบกในทางการค้าที่เป็นที่รู้จักแพร่หลายในตลาดโลกมาหลายปีแล้วนั้น ได้แก่ asiaticoside, madecassoside, asiatic acid และ madecassic acid^{1,68} ซึ่งการค้าที่ปรากฏเผยแพร่แล้ว เช่น Centellase, Emdecassol, Madecassol, Marticassol, Blasteostimulina^{29,68-69} และ TECA⁶⁹ เป็นต้น ทั้งนี้สารสกัดบัวบกยังคงเป็นที่นิยมใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพ และผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ ทั้งในตลาดยุโรปและอเมริกา

อย่างไรก็ตามบัวบกเป็นพืชที่มีเขตการกระจายพันธุ์กว้างขวางทั่วไปทั้งในเขตร้อนและอบอุ่นทั่วโลก พบตั้งแต่แอฟริกา เอเชีย อเมริกา ออสเตรเลีย โดยเฉพาะในเอเชียพบมากในกลุ่มประเทศเพื่อนบ้านของไทยด้วย ประเทศในภูมิภาคดังกล่าวย่อมมีโอกาสเป็นคู่แข่งด้านแหล่งผลิตวัตถุดิบทางการค้าได้เช่นกัน เช่น อินเดีย ศรีลังกา ปากีสถาน จีน เวียดนาม อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ตลอดจนประเทศในทวีปอื่น โดยเฉพาะ แอฟริกาใต้ หมู่เกาะมาดากัสกา เม็กซิโก เวเนซุเอลา โคลัมเบีย รวมทั้งประเทศในอเมริกาใต้ เป็นต้น ดังนั้นจึงสมควรที่จะต้องเหลียวหลังแลหน้าเพิ่มขึ้นเพื่อประเมินสถานการณ์โดยรวมของสภาพการแข่งขันกับประเทศในภูมิภาคดังกล่าว ข้อมูลทั้งจากในอดีตและข้อมูลปัจจุบันที่เปิดเผยผ่านระบบเครือข่ายสารสนเทศ และข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการค้าของประเทศไทย เพื่อจะได้มีโอกาสพิจารณาข้อมูลที่น่าสนใจหลาย ๆ อย่าง ช่วยในการ

สภาพการแข่งขันและราคา ตลาดผู้ซื้อสมุนไพรรายใหญ่ของโลก อยู่ในยุโรป อเมริกา และญี่ปุ่น ประเทศที่นำเข้าบวบกมาก คือ ประเทศสาธารณรัฐเยอรมันซึ่งไม่มีการปลูกบวบกในประเทศ แต่นำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมยา และผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จำหน่ายภายในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งทำการ re-export บวบกไปยังประเทศต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นประเทศในกลุ่มประชาคมยุโรป ที่มีความต้องการนำเข้าบวบกไปใช้ประโยชน์ด้วย⁷⁰ (แต่ไม่มีข้อมูลปริมาณในการซื้อ-ขาย) ในขณะที่ตลาดต่างประเทศ เช่น เยอรมัน อเมริกา ฝรั่งเศส ญี่ปุ่นและฮ่องกงได้มีการสั่งนำเข้าวัตถุดิบต้นและใบบวบกแห่งจากอินเดียมานานแล้ว^{28,70} ประกอบกับอินเดียมีผลผลิตที่มีมากเพียงพอเกินความต้องการให้เลือกซื้อได้มากในขณะนั้น ซึ่งมักเกิดการแข่งขันในเรื่องราคา และบวบกของอินเดียในต่างแหล่งก็มีจำนวน-ปริมาณสารสำคัญที่ต่างกัน จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการแข่งขัน คือ เรื่องคุณภาพ

ในอดีตประมาณว่าอินเดียส่งออกบวบกแห้งปีละประมาณ 70 ตัน ราคาขายเฉลี่ยในเดือนมีนาคมในช่วงปี ค.ศ. 1985-1989 นั้น คือ 1.30-1.70 DM/กก.⁷⁰ และมีรายงานในปี ค.ศ. 2000 ประมาณการใช้วัตถุดิบบวบกในการใช้เป็นยาภายในประเทศอินเดียมากถึง 1,500 ตันปี⁷¹

ปัจจุบันตัวอย่างบวบกจากหลายแหล่งในประเทศไทยมีคุณภาพได้มาตรฐานเภสัชตำรับของต่างประเทศ จึงนับว่ายังมีโอกาสอยู่มากที่จะเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันด้านการส่งออกต่อไป

สินค้าที่ได้คุณภาพตามมาตรฐานจะมีส่วนในการเป็นตัวกำหนดราคาสินค้า เป็นไปไม่ได้ที่ผู้ขายจะเพิ่มยอดขายสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานโดยขายในราคาถูก มีรายงานจากหน่วยงานการค้า

จากแอฟริกา⁷² กล่าวถึงการประเมินคุณภาพบัวบกในตลาดโลกปี ค.ศ. 2000 ว่ายังมีสินค้าสมุนไพรบัวบกที่ไม่ได้มาตรฐานปะปนอยู่ และส่วนใหญ่ที่ยังมีคุณภาพต่ำอันเนื่องจากสิ่งปนเปื้อน พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่พบโลหะหนักในวัตถุดิบจากอินเดียที่บางส่วนเก็บจากธรรมชาติ ซึ่งบัวบกที่มีคุณภาพต่ำเหล่านั้น จะได้ราคาเพียง 2-4 ดอลลาร์สหรัฐอเมริกา/กก. และผู้ซื้อมักจะเรียกร้องให้ตรวจสอบซ้ำในตัวอย่างดังกล่าวที่สงสัยว่าคุณภาพต่ำในปริมาณตัวอย่างตรวจสอบที่มากเกินไปจนความจำเป็น ซึ่งเน้นให้ผู้ผลิตระวังเรื่องคุณภาพและความปลอดภัยจากสิ่งปนเปื้อน

ปัจจุบันมาดากัสการ์มีการส่งออกสินค้าสมุนไพรมากกว่า 50 ชนิด รวมถึงบัวบกด้วย โดยมีปริมาณส่งออกในปี ค.ศ. 2001 ประมาณถึง 50 ตัน ในราคาวัตถุดิบประมาณ 6 ดอลลาร์สหรัฐอเมริกา/กก.⁷³

สำหรับประเทศไทยนั้น แม้ว่าการปลูกบัวบกเป็นวัตถุดิบเชิงธุรกิจการค้าในไทยนั้นจะได้เริ่มมีการปลูกมาได้ประมาณ 30 ปีแล้ว ในปัจจุบันแหล่งปลูกก็ยังมีขนาดไม่ใหญ่ อยู่กระจัดกระจายทั่วทุกภาคและยังมีปริมาณไม่มากนัก ประมาณ 500 ไร่ และผลผลิตที่ได้มีตั้งแต่ 100-7,000 กก./ไร่ ส่วนมากปลูกเพื่อจำหน่ายเป็น อาหาร เครื่องดื่มสมุนไพร บริโภคภายในประเทศ และทำเป็นวัตถุดิบแห้งหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งก็จำหน่ายในประเทศ มีบ้างที่ส่งออกต่างประเทศแต่ในปริมาณที่จำกัด ในปี พ.ศ. 2541 มีรายงานผลการศึกษาระดับปริญญาโทว่า บัวบกอยู่ในกลุ่มสมุนไพรที่มีปริมาณความต้องการในการใช้อยู่ระหว่าง 10-20 ตันแห้งต่อปี สำหรับราคาซื้อขายผลผลิตบัวบกสดแตกต่างกันมากตั้งแต่ 3-50 บาท/กก.⁴ ซึ่งน่าจะขึ้นอยู่กับแหล่งปลูกและฤดูกาล

บัวบกเป็นสมุนไพรที่มีแนวโน้มศักยภาพสูงในปัจจุบันสำหรับตลาด ผู้บริโภคต่างประเทศ ผู้ที่คาดหวังจะผลิตวัตถุดิบแห้งหรือสารสกัดเพื่อการ คำนั้้น จำเป็นต้องคำนึงถึงคุณภาพ ความปลอดภัยของผู้ผลิตและผู้บริโภค และประสิทธิผลในการใช้ โดยเฉพาะการผลิตเพื่อการส่งออกนั้น ผู้ผลิต จำเป็นต้องติดตามความเคลื่อนไหวของการผลิตและการค้าในตลาดโลก อยู่ตลอดเวลา ข้อมูลด้านการตลาดของสินค้าและเงื่อนไขเฉพาะ(ถ้ามี) รวมถึงปริมาณความต้องการสินค้า ราคาสินค้า ข้อกำหนดมาตรฐานของสินค้านั้น ๆ ของแต่ละประเทศคู่ค้า และระยะเวลาที่กำหนดด้วย เพื่อจะได้ทันต่อ เหตุการณ์และปรับปรุงแผนการส่งเสริมการเพาะปลูกและการค้าในระยะยาว ผลิตให้ตรงตามความต้องการของตลาด ควรศึกษาหาวิธีการลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้สินค้าสามารถแข่งขันกับผู้ส่งออกรายใหญ่จากประเทศอื่นได้ การศึกษาข้อมูลและศักยภาพของการผลิตนั้นมีความจำเป็นต่อการ วางแผนในการใช้ประโยชน์พืชและการตลาด ซึ่งจำเป็นต้องประสานความ ร่วมมือกันหลายฝ่าย การส่งออกสินค้าออกก็ต้องทำอย่างถูกต้องของ ระเบียบวิธีทางการค้า^{70,74} และมีความซื่อสัตย์ในการทำการค้า ควรสร้าง ความสัมพันธ์อันดีกับผู้นำเข้าและผู้ใช้ทางอุตสาหกรรม

ควรมีกลยุทธ์ทางการตลาด และไม่ควรรละเลยเรื่องเกณฑ์การ ควบคุมคุณภาพ ราคาและมาตรฐานการผลิตของประเทศคู่แข่งด้วย

ความไว้วางใจในแหล่งผลิตที่เชื่อถือได้ แนวทางขยายตลาด วัตถุดิบบัวบกนั้นจำเป็นต้องส่งเสริมการเพาะปลูกที่เหมาะสมเพื่อเป็น การค้า อย่างจริงจัง ผู้ค้าจำเป็นต้องสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้นำเข้าของ ต่างประเทศและผู้ใช้ทางอุตสาหกรรมยาในต่างประเทศ และนำเสนอตัวอย่าง สินค้าที่มีคุณภาพนั้นเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในคุณภาพที่เท่าเทียมหรือดีกว่า

ในกรณีที่ถูกค้ามีข้อกำหนดที่เข้มงวด ผู้ผลิตวัตถุดิบและผู้ค้า ควรคำนึงถึง การให้ความมั่นใจจากคำด้วยคุณภาพสินค้าที่ดี **ควรเน้นควบคุมคุณภาพ ตั้งแต่การปลูก** ควรใช้สายพันธุ์ที่ดีหรือสายพันธุ์ตรงกับความต้องการของ ผู้นำเข้า คำนึงถึงสถานที่/แหล่งปลูกที่เหมาะสม มีการตรวจคุณภาพของ ดินและแหล่งน้ำใช้เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีสารพิษตกค้าง ควรคำนึงถึงฤดูกาล ปลูกที่เหมาะสม ตลอดจนวิธีการปลูก การปฏิบัติดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการดำเนินการหลังการเก็บเกี่ยว ควรตรวจยืนยันคุณภาพสินค้าตาม มาตรฐานสากลที่กำหนด ซึ่งจำเป็นต้องมีเอกสารกำกับระบุคุณภาพ (Specifications) ของสินค้า ควรแสดงผลด้าน purity ผลตรวจสอบค่าความ ปลอดภัยจากสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ และระบุน้ำหนักอายุของสินค้านั้น ๆ ด้วย ซึ่งจะช่วยสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าในคุณภาพสินค้าที่ดี และที่สำคัญ จะต้องปริมาณสินค้าที่ดีมากเพียงพอกับความต้องการของลูกค้า

สำหรับการควบคุมคุณภาพตั้งแต่การปลูก เพื่อบริโภคเป็นอาหาร หรือยานั้น ผู้ปลูกควรคำนึงถึงหลักการและแนวปฏิบัติของเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practice : GAP) หรือ การผลิตพืชอินทรีย์ของไทย ตาม เอกสารแนะนำ⁶⁻¹⁰ ของ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หรือ ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก⁷⁵ เพื่อได้วัตถุดิบที่ดีและปลอดภัย ซึ่งหลักการและแนวปฏิบัติการเพาะปลูกหรือเกษตรที่ดีที่เหมาะสมนั้น เป็น แนวทางในการทำการเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีตามมาตรฐาน ที่กำหนด ผลผลิตสูง คุ่มค่าต่อการลงทุน โดยขบวนการผลิตพืชนั้น ๆ ต้อง ปลอดภัยต่อเกษตรกร ผู้ผลิตและผู้บริโภค มีการใช้ทรัพยากรให้เกิด ประโยชน์สูงสุด เกิดความยั่งยืนทางการเกษตร และไม่ทำให้เกิดมลภาวะ ต่อสิ่งแวดล้อม

จากสถานการณ์ทั่วโลกปัจจุบันแนวโน้มการตลาดของผู้บริโภคเข้าสู่ยุคกระแสบริโภคอาหารปลอดภัย (food safety) และยุคการค้าเสรีที่มีมาตรการด้านสุขอนามัยและสุขอนามัยพืชขึ้น ต่างประเทศเพิ่มความเข้มงวดกับการใช้สารเคมีมากขึ้น มีการลดค่าในการกำหนดระดับสูงสุดของสารเคมีเกษตรตกค้างที่ยอมรับได้ (maximum residue limit : MRL) ลดต่ำกว่าเดิมมาก ดังนั้นถ้าผู้ที่ทำธุรกิจสินค้าเกษตรในปัจจุบันหันมาผลิตสินค้าเกษตรจากแหล่งที่เชื่อถือได้ สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ และทำผลผลิตให้มีคุณภาพ-ปลอดภัยได้ ลูกค้าก็ไม่สามารถอ้างเป็นมาตรการกีดกันสินค้าของเราได้

การควบคุมคุณภาพตั้งแต่แปลงปลูกจึงเป็นหัวใจสำคัญของการทำธุรกิจสินค้าเกษตรต่อไปในอนาคต สำหรับมาตรฐานการพัฒนาการผลิตวัตถุดิบจากแปลงอาจพิจารณาแนวทางการพัฒนาการผลิตวัตถุดิบเป็นลำดับ ๆ ได้ เช่น

1. การผลิตจากแปลงปลูกแบบทั่วไปที่ยังใช้สารเคมีเกษตรและปุ๋ยสังเคราะห์ ควรใช้ระบบการปฏิบัติงานในแปลงแบบ EUREP GAP (Euro-Retailer Produce working group GAP)⁷⁶ ซึ่งเป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาในยุโรปเพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่เกษตรกรผู้ปฏิบัติงานในแปลง มีผลผลิตที่ปลอดภัยในการบริโภค รักษาสิ่งแวดล้อม และความสมดุลทางธรรมชาติ ซึ่งมีการวางกรอบ-ข้อกำหนดไว้อย่างละเอียดทุกขั้นตอนตั้งแต่การเตรียมดิน การใช้สารเคมีเกษตร การจดบันทึกในการปฏิบัติงานประจำวันไปจนถึงการเก็บเกี่ยว

2. การผลิตจากแปลงปลูกแบบเกษตรธรรมชาติที่ปฏิบัติในรูปแบบปลอดภัยแต่ยังไม่เข้มงวดเท่าแบบการผลิตพืชอินทรีย์

3. การผลิตตามระบบผลิตพืชอินทรีย์มาตรฐาน ซึ่งมีกรอบและข้อกำหนดละเอียด เช่น มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย¹⁰ ของยุโรป ของญี่ปุ่น และของอเมริกา ซึ่งจะมีข้อกำหนดและรายละเอียดมากกว่าการห้ามใช้สารเคมีและปุ๋ยสังเคราะห์

อย่างไรก็ตาม แปลงปลูกในแต่ละระบบหรือแต่ละรูปแบบนั้น จำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบและรับรองจากหน่วยงานที่รับผิดชอบของประเทศ คือ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หรือหน่วยงานต่างประเทศที่ได้รับการเชื่อถือและได้รับอนุญาตจากรัฐบาลประเทศคู่ค้านั้น ๆ

ข้อควรคำนึงในการผลิตวัตถุดิบเพื่อการค้า

ติดตามทันสถานการณ์ การแข่งขันและราคา
ผลิตวัตถุดิบสินค้าได้คุณภาพตามมาตรฐาน
สร้างความไว้วางใจในแหล่งผลิตที่เชื่อถือได้

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Herba Centellae. WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 1. Geneva. 1999, p.77-85.
2. กระทรวงสาธารณสุข. สมุนไพรไทย ก้าวไกลสู่สากล. กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, นนทบุรี. 2548.
3. Department of Medical Sciences. บัญช (BUA BOK) Supplement to Thai Herbal Pharmacopeia. Ministry of Public Health, Nonthaburi. 2004, p.9-17.
4. กรมส่งเสริมการเกษตร. การผลิตสมุนไพรและเครื่องเทศ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 2545, หน้า 5,31,35 และ แหล่งผลิตผักพื้นบ้าน [on line :URL:<http://www.doae.th/stat/> cited 2004 April 5].
5. จารีย์ บันลือฤทธิ์. พฤกษศาสตร์ของบัวบก และการใช้ประโยชน์พื้นบ้าน...สู่การวิจัยและพัฒนา. สถาบันวิจัยสมุนไพร, นนทบุรี. 2548, 15 หน้า.
6. กรมวิชาการเกษตร. การผลิตทางการเกษตรอย่างถูกต้องและเหมาะสม (Good Agricultural Practice: GAP). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 2541, 50 หน้า.
7. กนกวรรณ วัฒนโยธิน. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับสมุนไพร. เอกสารการผลิตสมุนไพรและเครื่องเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 2545, หน้า 17-25.

8. กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์และคณะ. ระบบและขบวนการปลูกพืชสมุนไพรอย่างมีคุณภาพ(GAP). กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 2547, 15 หน้า.
9. มงคล เกษประเสริฐ. ขบวนการปลูก (GAP) และเก็บเกี่ยว (GHP) พืชสมุนไพรอย่างมีคุณภาพ. เอกสารในการฝึกอบรมหลักสูตร “การผลิตพืชสมุนไพรเชิงพาณิชย์” (รุ่นที่ 2) 23 มีนาคม 2547 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 2547, 15 หน้า.
10. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องมาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 36 ง. วันที่ 18 เมษายน 2544 กรุงเทพฯ. หน้า 4-10.
11. Nagendra PP, Janaki AEK. Chromosome count of *Centella asiatica* (Linn.) Urban. *Current Sci.* 1985, 54:706-707.
12. Joshi S, Raghuvansi SS. B-chromosomes in *Centella asiatica*. *Genet Iber.* 1970, 22(4):161-162.
13. Morton JK. Chromosome numbers and polyploidy in the flora of Cameroon Mountain. *Opera Bot.* 1993, 121:159-172.
14. Chulalaksanankul W, Himnoi W. Polyploid induction in *Centella asiatica* (L.) Urban by colchicine treatment. *J Sci Res Chula Univ.* 1999, 24(2): 55-65.
15. Datta PC, Maiti RK. Chromosomal biotypes of *Centella asiatica* and *Hydrocotyle javanica*. *Nucleus.* 1968, 11(2):111-117.

16. Mathur S, Kumar S. Cultivation of *Centella asiatica* for high herb and asiaticoside yields. J Med Aroma PI Sci. 2000, 22(Suppl. 1):21.
17. Mathur S, Sharma S, Kumar S. Description of variation in the Indian accessions of the medicinal plant *Centella asiatica* (L.) Urban. PGR Newsletter. 2003, 135:47-52.
18. Mahmood M, Anna LPK. *Centella asiatica*: Malasian Traditional Herb. The 3rd World Congress on Medicinal and Aromatic Plants for Human Welfare, Chiang Mai, Thailand. February 3-7, 2003, PP 01-04. p.172.
19. Das A, Mallick R. Correlation between genomic diversity and asiaticoside content in *Centella asiatica* (L.) Urban. Bot Bull Acad Sinica. 1991, 32(1):1-8.
20. Consolaro MEL, Pagliarini MS, et al. Meiotic behavior, pollen fertility and seed production in Brazilian populations of *Centella asiatica* (L.) Urban (Umbelliferae). Cytologia Tokyo. 1996, 61(4):375-381.
21. de Padua LS, Bunyapraphatsara N, Lemmens RHMJ (eds). Plant Resources of South-East Asia No.12(1), Medicinal and poisonous plants 1. Prosea Foundation, Indonesia. 1999, p.190-194.
22. Sinha BMB, Sinha AK. Meiotic studies on some species of Umbelliferae. Cytologia. 1977, 42(3/4):465-472.
23. Consolaro MEL, Pagliarini MS. Spontaneous chromosome stickiness in microsporocytes of *Centella asiatica* (L.)Urban (Umbelliferae). Cytologia Tokyo. 1996, 61(1):57-61.

24. Wankhar B, Tripathi RS. Population dynamics of *Centella asiatica* (Linn.) Urb., A clonal herbaceous perennial in Jhum fallows. Tropical Ecology. 1993, 34(1):35-43.
25. Tolkah NM. Genetic variation of *Centella asiatica* based on randomly amplified Polymorphic DNA. Ethnobotani J. 1999, 22:7-13.
26. Ram AS, Devi HM. Development of gametophytes in some Hydrocotyloideae. Ind Bot Report. 1984, 3(1):5-9.
27. Kokubugata G, Kondo K, et al. Intraspecific polyploidy in *Centella asiatica* and their karyotypes in five populations in Australia and Japan. Chromosome Sci. 1998, 2(1):43-46.
28. สมชาย เชื้อจีน. การจำแนกสายพันธุ์และหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตบัวบก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2544, 86 หน้า.
29. Brinkhaus B, Lindner M, Schuppan D, Hahn EG. Chemical, pharmacological and clinical profile of the East Asian medical plants *Centella asiatica*. Phytomedicine. 2000, 7(5):427-448.
30. ASEAN Countries. *Centella asiatica* (L.) Urban. In Standard of ASEAN Herbal Medicine. Vol.1. Aksara Buana Printing, Jakarta. 1993, p.141-153.
31. Koysook R, Sawasdimong K, et al. Manual for cultivation production and utilization of herbal medicines in primary health care. Department of Medical Sciences. Ministry of Public Health, Thailand. 1990, p.58-60.

32. เพ็ญศรี นันทสมสรญา, ประสาน วงศาโรจน์, เบญจพล สุวรรณสิงห์. ศึกษาการเจริญเติบโตของพืชบัวบก [*Centella asiatica* (L.) Urban] เอกสารการประชุมวิชาการ ความก้าวหน้างานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สมุนไพรและวัชพืช. 14-16 มีนาคม 2543. กองพฤกษศาสตร์ และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร 7 หน้า.
33. สุจิตรา ภัคดีวงศ์. การผลิตบัวบกเป็นการค้าที่บ้านคุยแพง จังหวัดมหาสารคาม. เอกสารประกอบการสัมมนา นักศึกษาระดับปริญญาตรีภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2542.
34. ชนวน รัตนวราหะ. การปลูกบัวบก. ทางเลือกสู่เกษตรกรรมยั่งยืน. เอกสาร การปรับโครงสร้างการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2538, หน้า 131-132.
35. Reddy MN, Rao AS. A new leaf spot disease of *Centella asiatica*. *Curr Sci.* 1975, 44(6):206-207.
36. Basnyat SR, Kulkarni YS. New bacterial leafspot of *Centella asiatica* (L.) Urban. *Biovigyanam.* 1979, 5:179-180.
37. Gardner DE. Records of the Hawaii Biological survey for 1996: The genus *Septoria* (Fungi: Deuteromycetes) in Hawaii. *Bishop Museum occasional Papers.* 1997, 49:3-4.
38. Lima Neto V da C, Souza VBV de. Mosaico de *Centella asiatica* causado por um potyvirus. *Rev Sec Cienc Agrar.* 1981, 3(2):171-172.
39. Sinha AB, Srivastava YN, Gupta SC. *Centella asiatica* (L.) Urban's a new host of *Albugo Pers ex Gray.* *Curr Sci.* 1973, 42(18):650-651.

40. Mathur S, Verma RK, et al. Screening of genetic resources of the medicinal-vegetable plant *Centella asiatica* for herb and asiaticoside yields under shaded and full sunlight conditions. J Hort Sci Biotech. 2000, 75(5):551-554.
41. Nagare MB, Kumbhojkar MS, et al. Studies on cultivated lawn species in Pune Metropolitan area. J Econ Taxo Bot. 1991, 15(1):233-238.
42. Perera KDA. Characterization and evaluation of bush type of *Centella asiatica*. Tropical Agriculturist. 1990, 146:127-131.
43. Rao PS, Seshadri TR. Variation in the chemical composition of Indian samples of *Centella asiatica*. Cur Sci. 1969, 38(4):77-79.
44. Singh C, Jamwal U, et al. Comparative growth, herbage yield, asiaticoside and madecassoside composition in Brahama-manduki (*Centella asiatica*). J Med Arom Plant Sci. 1999, 21(4):1048-1050.
45. Wankhar B, Tripathi RS. Growth and reproductive allocation pattern of *Centella asiatica* raised from stem cuttings of different sizes in relation to light regimes, soil texture and soil moisture. Acta Oecologica. 1990, 11(5):683-692.
46. Wankhar B, Tripathi RS. Competitive fitness of *Centella asiatica* populations raised from stem cuttings and seedlings. Proc Indian Acad Sci Plant Sci. 1990, 100(4):239-246.
47. Laungchonlatan S, Kongthong B, Patarapanich C. A TLC method determination of active constituents, madecassoside, and asiaticoside, from *Centella asiatica* in various seasons in Thailand. Thai J Pharm Sci.

48. Tomei PE, Cioni PL, et al. Geobotanical and phytochemical comments on the subject of *Hydrocotyle vulgaris* L., *Hydrocotyle ranunculoides* L. and *Centella asiatica* (L.) Urb. *Plantes Med Phytother.* 1989, 23(1):38-45.
49. Ranamukhaarachchi SL, Perera KHTM. Performance of Gotu kola *Centella asiatica* (L.) Urb. Under selected pre? And post? Emergence herbicides and timing of nitrogen application. *Sri Lankan J Agri Sci.* 2000, 37:68-93.
50. Narayan L. Growth and yield performances of medicinal herbs introduced in the little Andaman Island. *J Med Aroma Pl Sci.* 2000, 22(Suppl. 1):17.
51. Jha KK, Gupta C. Intercropping of medicinal plants with poplar and their phenology. *Indian Forester.* 1991, 117(7):535-544.
52. สมพร คนยงค์. อิทธิพลของธาตุอาหารพืชที่มีต่อผลผลิตของบัวบก. *คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี.* 2546, 53 หน้า.
53. กมล เลิศรัตน์ และคณะ. การส่งเสริมและฝึกอบรมการผลิตผักพื้นบ้าน สมุนไพรและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติและจัดตั้งตลาดจำหน่ายผลผลิต. *มหาวิทยาลัยขอนแก่น. มูลนิธิการแพทย์แผนไทยพัฒนาสถาบันการแพทย์แผนไทย, นนทบุรี.* 2541, 51 หน้า.
54. Kailasapathy K, Koneshan T. Effect of wilting on the ascorbate content of selected fresh green leafy vegetables consumed in Sri Lanka. *J Agri Food Chem.* 1986, 34(2):259-261.

55. Kim KS, Paek YW, et al. Multiplication and transformation of medicinal plants for production of useful secondary metabolites : I. Plant regeneration from petiole explants of *Centella asiatica* by in vitro cultures. J Plant Biol. 1995, 38(2):211-215.
56. Solet JM, Bister MF, et al. Glucosylation of thiocolchicine by a cell suspension culture of *Centella asiatica*. Phytochemistry Oxford. 1993, 33(4):817-820.
57. Banerjee S, Zehra M, et al. In vitro multiplication of *Centella asiatica*, a medicinal herb from leaf explants. Current Science Bangalore. 1999, 76(2):147-148.
58. Paek YW, Hwang SJ, et al. Multiplication and transformation of medicinal plants for production of useful secondary metabolites: II. Establishment of hairy root cultures of *Centella asiatica*. J Plant Bio. 1996, 39(3):161-166.
59. Kim OT, Kim MY, et al. Stimulation of asiaticoside accumulation in the whole plant cultures of *Centella asiatica* (L.) Urban by elicitors. Plant Cell Rep. 2004, 23(5):339-344.
60. Josekutty PC. Callus culture and micropropagation of *Hydrocotyle asiatica* [*Centella asiatica* (L.) Urban], a medicinal plant. Phytos Buenos Aires. 1998, 63(1-2):275-278.
61. Kavindra NT, Nilesh CS, et al. Micropropagation of *Centella asiatica* (L.), a valuable medicinal herb. Plant Cell Tissue Organ Culture. 2000, 63(3):179-185.

62. Mathur S, Shasany AK, et al. Registration of two cultivars of the medicinal/vegetable plant *Centella asiatica*. J Med Arom Plant Sci. 1999, 21(1):54-55.
63. Patra A, Rai B, et al. Successful plant regeneration from callus cultures of *Centella asiatica* (L.) Urban. Plant Growth Regulation. 1998, 24(1): 13-16.
64. Rao KP, Rao SS, Sadanandam M. Tissue culture studies of *Centella asiatica*. Ind J Pharmaceu Sci. 1999, 61(6):392-394.
65. Singh S, Ray BK, et al. Micropropagation of a few important medicinal plants. Annals of Biology Hissar. 1999, 15(1):1-7.
66. Tiwari KN, Sharma NC, et al. Micropropagation of *Centella asiatica* (L.) Urban, a valuable medicinal herb. Plant Cell Tissue Organ Cult. 2000, 63(3):179-185.
67. Yoshikazu Y, et al. Plant culture cell and use thereof. US 4970151 November 13, 1990. Nippon Paint Co., Ltd. Appl. No.: 283934 Filed: December 12, 1988.
68. Reynolds JEF. Martindale: The Extra Pharmacopoeia-29th ed. The Pharmaceutical Press, London. 1989.
69. Hausen BM. *Centella asiatica* (Indian pennywort), an effective therapeutic but a weak sensitizer. Contact Dermatitis. 1993, 29(4): 175-179.
70. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. รายงานผลการศึกษาวิจัยตลาดพืชสมุนไพร และเครื่องเทศ. งวดที่ 2 และ งวดที่ 3 วันที่ 15-22 สิงหาคม 2532,

71. Anonymous. Report of the task force on conservation and sustainable use of medicinal plants. Government of India Planning Commission. March-2000.142 pages. [on line URL: <http://planningcommission.nic.in/aboutus/taskforce/tsk>. cited 2004 April 5].
72. McCaleb R, Morien K, Schott. Market report on Herbs and spices, April 2000. The herb research foundation. [on line URL: <http://www.herb.org/africa/maketreport0400.html>. cited 2004 April 5].
73. Breton GL. Trade in biological resources in Southern Africa. Presented to the multi-stakeholder dialogue on trade, Intellectual Property Rights and Biological Resources in Eastern and Southern Africa. Nyeri, 31 July 2001. 16 pages.
74. Anonymous. Product Profile: Medicinal Plants, Business Sector Round Table. (discussion document) Brussels, 16 May 2001. 14 pages. [on line URL: <http://www.intracen.org/bsrt/ppmedr> cited 2004 April 5].
75. World Health Organization.WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants. WHO Geneva. 2003. 72 pages.
76. EUREPGAP: EUREPGAP protocol for fresh fruit and vegetables. Version September 2001. 15 pages. [on line Available from <http://www.eurepgap.org> cited 2004 April 5].

บันทึกช่วยจำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

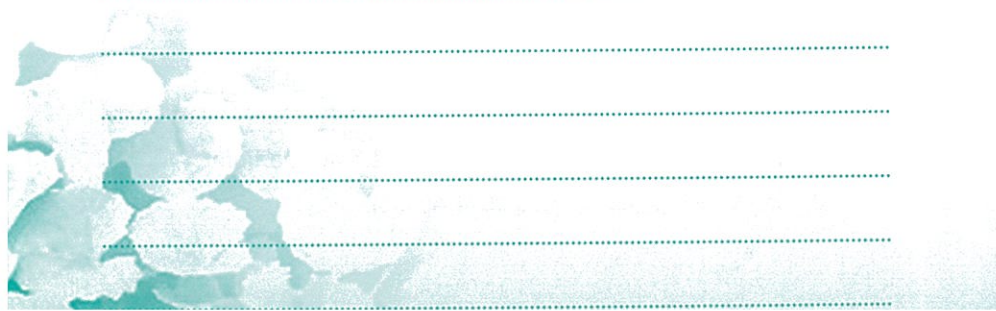
.....

.....

.....

.....

.....



ISBN 974881799-7



9 789748 1817996