

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

แลคติกแอซิดแบคทีเรีย (lactic acid bacteria; LAB) เป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ใน family *Lactobacillaceae* ติดสีแกรมบวก (gram-positive) ไม่สร้างสปอร์ (non-spore forming) ไม่สร้างเอนไซม์คะตะเลส (catalase) เจริญได้ดีในที่ที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย (microaerophile) สามารถหมัก (ferment) น้ำตาลแล้วให้ผลผลิตหลักคือ กรดแลคติก (lactic acid) มีรูปร่างทั้งแบบกลม (*Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*) และแบบแท่ง (*Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Bifidobacterium*) (De Vuyst and Vandamme, 1993)

แลคติกแอซิดแบคทีเรียสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยอาศัยผลผลิตสุดท้ายที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคส คือ (1) homofermentative lactic acid bacteria หมายถึงแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (lactic acid) เป็นผลผลิตหลัก (ประมาณ 85-90%) และ (2) heterofermentative lactic acid bacteria หมายถึงแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่นอกจากผลิตกรดแลคติก (ประมาณ 50%) แล้วยังผลิตสารอื่น ๆ ด้วย เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) และเอทานอล (ethanol) เป็นต้น (De Vuyst and Vandamme, 1993; Axelsson, 1998)

ในอดีตการผลิตอาหารหมักมักเกิดขึ้นจากการสังเกตและความบังเอิญ โดยอาศัยแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่มีอยู่ตามธรรมชาติในอาหารเป็นตัวการทำให้เกิดกระบวนการหมัก และเป็นเพียงอุตสาหกรรมในครัวเรือน กระบวนการหมักอาหารแบบนี้จึงเรียกว่า spontaneous fermentation หรือ natural fermentation ซึ่งเป็นกระบวนการหมักอาหารที่ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมคุณภาพของอาหารหมักได้ ต่อมาความรู้และเทคโนโลยีทางการหมักได้พัฒนาไปทำให้อาหารหมักและอาหารแปรรูปกลายเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และมีหลากหลายชนิด จนบางครั้งผู้บริโภคแทบจะไม่รู้ตัวว่าอาหารที่บริโภคอยู่นั้นเป็นผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมัก อุตสาหกรรมการผลิตอาหารหมักในปัจจุบันมีการใช้แลคติกแอซิดแบคทีเรียเป็นเชื้อเริ่มต้นหรือหัวเชื้อ (starter culture) ในการหมักอาหารหลายชนิด (ตารางที่ 1) และเรียกการหมักแบบนี้ว่า starter fermentation สารต่าง ๆ ที่สร้างโดยแลคติกแอซิดแบคทีเรีย ได้แก่ กรดอินทรีย์ (organic acids) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) แบคทีริโอซิน (bacteriocin) และไดอะซีทิล (diacetyl) เป็นต้น ล้วนมีส่วนช่วยในการปรุงแต่งกลิ่น (smell) สี (color) เนื้อสัมผัส (texture) และรสชาติ (taste) ของอาหารให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (food-spoilage microorganisms) และจุลินทรีย์ก่อโรค (food pathogen) หลายชนิด (Caplice and Fitzgerald, 1999)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างอาหารหมักและแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่เป็นหัวเชื้อ

อาหารหมัก	แลคติกแอซิดแบคทีเรียที่เป็นหัวเชื้อ
ผักดอง	
- Sauerkraut	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>P. acidilactici</i>
- Pickles	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>P. cerevisiae</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. plantarum</i>

- Fermented olives	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Lb. pentosus</i> , <i>Lb. plantarum</i>
- Fermented vegetables	<i>P. acidilactici</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. fermentum</i>
เนื้อสัตว์หมัก	
- Fermented sausage (Europe)	<i>Lb. sakei</i> , <i>Lb. curvatus</i>
- Fermented sausage (USA)	<i>P. acidilactici</i> , <i>P. pentosaceus</i>
เครื่องดื่มหมัก	
- Wine (malolactic fermentation)	<i>O. oeni</i>
- Rice wine	<i>Lb. sakei</i>
นมและผลิตภัณฑ์จากนม	
- Hard cheeses without eyes	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
- Cheeses with small eyes	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var. <i>diacetylactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Leuc. menesteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
- Swiss-and Italian-type cheeses	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>
- Butter and buttermilk	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var. <i>diacetylactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Leuc. menesteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
- Yoghurt	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>
- Fermented, probiotic milk	<i>Lb. casei</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. rhamnosus</i> , <i>Lb. johnsonii</i> , <i>B. lactis</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>B. breve</i>
- Kefir	<i>Lb. kefir</i> , <i>Lb. kefiranoformis</i> , <i>Lb. brevis</i>
แป้งหมัก	
- Sourdough	<i>Lb. sanfransiscensis</i> , <i>Lb. farciminis</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. amylovorus</i> , <i>Lb. reuteri</i> , <i>Lb. pontis</i>
ปลาหมัก	<i>Lb. alimentarius</i> , <i>C. piscicola</i>
ขอสั่วเหลือง	<i>T. halophilus</i>

B.=Bifidobacterium, *C.=Carnobacterium*, *L.=Lactococcus*, *Lb.=Lactobacillus*, *Leuc.=Leuconostoc*,
O.=Oenococcus, *P.=Pediococcus*, *S.=Streptococcus*, *T.=Tetragenococcus*, *W.=Weissella*

(Leroy and De Vuyst, 2004)

แบคทีเรียโอซินเป็นสารจำพวกโปรตีนหรือมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ สร้างจากแบคทีเรียและมีฤทธิ์ยับยั้งหรือทำลายเชื้อแบคทีเรียชนิดอื่นได้ (Klaenhammer, 1998) โดยปกติแบคทีเรียที่สร้างแบคทีเรียโอซินจะมีภูมิคุ้มกันต่อฤทธิ์ของแบคทีเรียโอซินที่ตนเองสร้าง การสร้างแบคทีเรียโอซินของแบคทีเรียนั้นเชื่อว่าเพื่อต่อสู้หรือแย่งแย่งในการดำรงชีวิตกับแบคทีเรียชนิดอื่นที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน โดยแบคทีเรียที่สร้างแบคทีเรียโอซินมีโอกาสที่จะมีชีวิตรอดมากกว่าแบคทีเรียที่ไม่ได้สร้างแบคทีเรียโอซิน แบคทีเรียโอซินที่จัดเป็นต้นแบบ (prototype) ที่ใช้ในการศึกษาคือ โคลิซิน (colicin) ซึ่งสร้างจาก *Escherichia coli* ต่อมาพบว่าแบคทีเรียอีกหลายชนิดในวงศ์ *Enterobacteriaceae* สามารถสร้างโคลิซินได้เช่นกัน อีกทั้งแบคทีเรียอื่นนอกเหนือจากวงศ์ *Enterobacteriaceae* ก็สามารถสร้างแบคทีเรียโอซินได้ (Jack et. al., 1995) แบคทีเรียโอซินที่สร้างจากแบคทีเรียต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพแตกต่างกัน ปัจจุบันมีแบคทีเรียโอซินเพียงชนิดเดียวคือ ไนซิน (nisin) ซึ่งสร้างจาก *Lactococcus*

lactis subsp. *lactis* (Buchman et. al., 1988) ถูกนำไปใช้เป็นสารชีวภาพนอมอาหาร และเป็นที่ยอมรับของทั้ง Food and Drug Administration (FDA) และ World Health Organization (WHO) ว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภค

โนซินเป็นแบคทีเรียโอซินที่จัดอยู่ในกลุ่มแลนไทโอบีติก (lantibiotics) หรือแบคทีเรียโอซิน class I ประกอบด้วยกรดอะมิโน 34 ตัว มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 3,500 ดาลตัน สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้หลายชนิด เช่น *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Micrococcus*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium*, *Corynebacterium*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium*, *Bacillus* และ *Lactobacillus* เป็นต้น และยังสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ด้วยหากใช้ร่วมกับสารที่มีฤทธิ์ทำลาย outer membrane ของแบคทีเรีย (Steven et. al., 1992) โนซินสามารถทนความร้อน 100 องศาเซลเซียสได้นานอย่างน้อย 10 นาที ถูกทำลายฤทธิ์โดยไคโมทริปซิน (chymotrypsin) แต่ไม่ถูกทำลายฤทธิ์โดยโปรเนส (pronase) และทริปซิน (trypsin) อาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการสร้างโนซินคือ milk and buffered complex media โนซินจะถูกสร้างออกมาในช่วง exponential phase ของการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย กระบวนการสร้างโนซินเมื่อผ่านขั้นตอน translation แล้วโนซินจะอยู่ในรูปโปรโนซิน (pronisin) ก่อน และก่อนส่งออกนอกเซลล์โปรโนซินจะถูกเอ็นไซม์ตัดเอาบางส่วนออกไปทำให้กลายเป็นโนซิน โนซินมีฤทธิ์ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เป้าหมาย ยีนที่ควบคุมการสร้างอาจอยู่ในพลาสมิดหรือโครโมโซมก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของเชื้อที่สร้าง (Buchman et. al., 1988) โนซินมี 3 ชนิด (nisin variants) คือ โนซิน เอ (nisin A), โนซิน แซด (nisin Z) และ โนซิน คิว (nisin Q) ซึ่งแต่ละชนิดมีลำดับของกรดอะมิโนแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

Lactococcus lactis RP359 เป็นแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่แยกได้จากเค็มบักนัด (โดยห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี) โดยพบว่าเป็นเชื้อที่สามารถสร้างโนซินได้ (Rattanachaiyonsopon and Phumkhachorn, 2008) และเมื่อทำการศึกษาลักษณะการก่อโรคร้ายได้หลายชนิด เช่น *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* เป็นต้น ดังนั้นจึงน่าจะสามารถนำไปพัฒนาเป็นหัวเชื้อในการหมักและนำกลับไปใช้ในอาหารหมักได้ เพื่อให้อาหารหมักมีคุณภาพ และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

ปัญหาหนึ่งที่มีกพบเมื่อมีการนำแลคติกแอซิดแบคทีเรียมาใช้เป็นหัวเชื้อของการหมักคือ การที่แลคติกแอซิดแบคทีเรียถูกทำลายโดยไวรัสหรือแบคทีเรียโอเฟจ (bacteriophage) (Lu et. al., 2003; Deutsch et. al., 2002; Coffey et. al., 1998) ปัญหาดังกล่าวนำไปสู่การล้มเหลวของกระบวนการหมักซึ่งทำให้อาหารหมักที่ได้มีคุณภาพไม่ตรงตามที่ต้องการ การทำลายแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่เป็นหัวเชื้อของการหมักโดยแบคทีเรียโอเฟจถูกค้นพบครั้งแรกโดย Whitehead และ Cox (1935) ซึ่งทำการศึกษากับ *Lactococcus lactis* หลังจากนั้นได้มีการค้นพบแบคทีเรียโอเฟจที่ทำลายแลคติกแอซิดแบคทีเรียอีกหลายชนิด (ตารางที่ 2) ปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้นำไปสู่ความพยายามในการหาวิธีป้องกันไม่ให้แลคติกแอซิดแบคทีเรียหัวเชื้อถูกทำลายโดยแบคทีเรียโอเฟจ ซึ่งการหาวิธีป้องกันแลคติกแอซิดแบคทีเรียจากการทำลายของแบคทีเรียโอเฟจชนิดใด ๆ ก็ตาม นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับแบคทีเรียโอเฟจชนิดนั้น ๆ ให้มากที่สุด ดังนั้นในระยะแรกของการศึกษาเพื่อหาวิธีการในการป้องกันไม่ให้แลคติกแอซิดแบคทีเรียถูกทำลายโดยแบคทีเรียโอเฟจ จึงต้องมุ่งเน้นในการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของแบคทีเรียโอเฟจ เช่น วงจรชีวิต (life cycle) ปัจจัยที่มีผลต่อการยึดเกาะกับเซลล์แบคทีเรียเป้าหมาย ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียโอเฟจภายในเซลล์แบคทีเรียเจ้าบ้านหรือโฮสต์ (host cell) ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง

แบคทีริโอเฟจกับแลคติกแอซิดแบคทีเรียซึ่งเป็นโฮสต์ (bacteriophage-host interaction) กลไกการทำลายแลคติกแอซิดแบคทีเรีย รูปร่างและโครงสร้างของแบคทีริโอเฟจ (bacteriophage morphology) ตลอดจนชนิดของสารพันธุกรรม (genome) และลำดับเบสภายในสารพันธุกรรมนั้น เป็นต้น เมื่อได้ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้แล้ว นักวิทยาศาสตร์จึงจะสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการป้องกันการทำลายแลคติกแอซิดแบคทีเรียโดยแบคทีริโอเฟจที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป

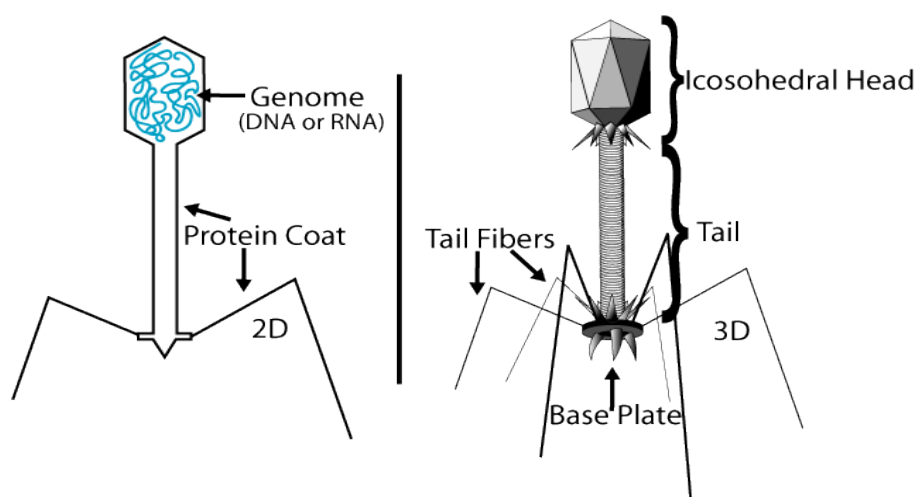
แบคทีริโอเฟจเป็นไวรัสของแบคทีเรีย มีโครงสร้างหรือส่วนประกอบสำคัญคือ สารพันธุกรรมหรือนิวคลีอิกแอซิด (nucleic acid) และโปรตีนห่อหุ้มสารพันธุกรรมเรียกว่า แคปซิด (capsid) ซึ่งอาจมีรูปร่างเป็นรูปหลายเหลี่ยม เช่น icosahedral เป็นต้น สารพันธุกรรมของแบคทีริโอเฟจอาจเป็น DNA หรือ RNA ก็ได้ สารพันธุกรรมที่ถูกห่อหุ้มด้วยแคปซิดนี้บางทีอาจเรียกว่า ส่วนหัว (head) แบคทีริโอเฟจบางชนิดอาจมีส่วนประกอบเพิ่มเติมคือ มีส่วนซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาวต่อจากส่วนหัว เรียกว่า ส่วนหาง (tail) และบริเวณส่วนหางนี้อาจพบโครงสร้างอื่น ๆ ได้ด้วย เช่น base plate, tail fiber เป็นต้น (รูปที่ 1) การมีหรือไม่มีส่วนหาง และการยึด-หดได้ของส่วนหางนี้ยังสามารถใช้ในการจำแนกชนิดของแบคทีริโอเฟจได้ด้วย (Ackermann, 2003)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบคทีริโอเฟจที่ทำลายแลคติกแอซิดแบคทีเรีย

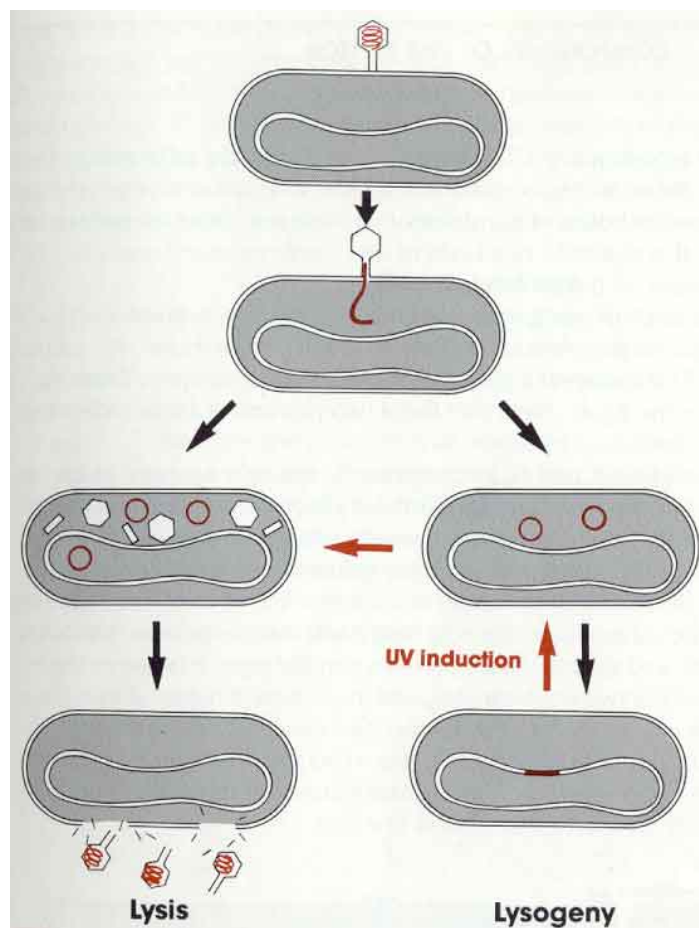
แบคทีริโอเฟจ	แลคติกแอซิดแบคทีเรีย
bIL67 (lytic)	<i>L. lactis</i>
c2 (lytic)	<i>L. lactis</i>
sk1 (lytic)	<i>L. lactis</i>
φbIL70 (lytic)	<i>L. lactis</i>
r1t (temperate)	<i>L. lactis</i>
Tuc2009 (temperate)	<i>L. lactis</i>
Tp-901-1 (temperate)	<i>L. lactis</i>
φLL-H (lytic)	<i>Lb. delbrueckii</i> spp. <i>lactis</i>
φgle (temperate)	<i>Lactobacillus</i>
φ01205 (temperate)	<i>S. thermophilus</i>
φ7201 (temperate)	<i>S. thermophilus</i>
φDT1 (temperate)	<i>S. thermophilus</i>
BK5-T (temperate)	<i>L. lactis</i>
φvML3 (lytic)	<i>L. lactis</i>
F4-1 (lytic)	<i>L. lactis</i>
φ7-9 (lytic)	<i>L. lactis</i>
φ50 (lytic)	<i>L. lactis</i>
φLC3 (temperate)	<i>L. lactis</i>
φUS3 (lytic)	<i>L. lactis</i>
φ197 (lytic)	<i>L. lactis</i>

bIL66 (lytic)	<i>L. lactis</i>
bIL41 (lytic)	<i>L. lactis</i>
ϕ 31 (lytic)	<i>L. lactis</i>
ϕ adh (temperate)	<i>Lb. gasseri</i>
mv4 (temperate)	<i>Lb. delbrueckii</i> spp . <i>lactis</i>
ϕ Sfi21 (temperate)	<i>S. thermophilus</i>

(Forde and Fitzgerald, 1999)



รูปที่ 1 ตัวอย่างรูปร่างและส่วนประกอบสำคัญของแบคทีริโอเฟจ
(ที่มา : <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Tevenphage.svg>)



รูปที่ 2 การเพิ่มจำนวนของแบคทีริโอเฟจ

(ที่มา : <http://www.mun.ac/biochem/course/4103/figures/ptashne/Chapter1/F>)

ในปี ค.ศ. 1967 Bradley ได้จำแนกแบคทีริโอเฟจออกเป็นกลุ่มตามลักษณะรูปร่างและสารพันธุกรรมได้เป็น 6 กลุ่ม (group) คือ A, B, C, D, E และ F โดยแบคทีริโอเฟจกลุ่ม A, B และ C มีสารพันธุกรรมเป็น double stranded DNA, แบคทีริโอเฟจกลุ่ม D และ F มีสารพันธุกรรมเป็น single stranded DNA และแบคทีริโอเฟจกลุ่ม E มีสารพันธุกรรมเป็น single stranded RNA แบคทีริโอเฟจที่ยับยั้งหรือทำลายแลคติกแอซิดแบคทีเรียส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่ม A, B และ C และแบคทีริโอเฟจสำหรับ *Lactococcus* ส่วนใหญ่มักจะอยู่ในกลุ่ม B (Bradley, 1967)

โดยทั่วไปการบุกรุก (infect) ของแบคทีริโอเฟจเข้าสู่โฮสต์เซลล์มักจะมีเฉพาะสูงมาก (highly specific) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือแบคทีริโอเฟจชนิดใดชนิดหนึ่งก็มักจะทำลายแบคทีเรียเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น ความจำเพาะระหว่างแบคทีริโอเฟจกับแบคทีเรียที่เป็นโฮสต์เซลล์นั้น เกิดขึ้นโดยอาศัยการจับกันระหว่างตำแหน่งที่อยู่บนอนุภาคของแบคทีริโอเฟจ เรียกว่า attachment site กับตำแหน่งที่อยู่บนผิวเซลล์ของแบคทีเรียซึ่งเรียกว่า receptor site จากนั้นสารพันธุกรรมของแบคทีริโอเฟจก็จะถูกนำเข้าสู่เซลล์แบคทีเรียและเริ่มต้นสู่กระบวนการเพิ่มจำนวน (replication) ของแบคทีริโอเฟจต่อไป

การเพิ่มจำนวนของแบคทีริโอเฟจภายในเซลล์ของแบคทีเรียสามารถออกได้เป็น 2 ลักษณะคือแบบ lysis (lytic cycle) และแบบ lysogeny (lysogenic cycle) (รูปที่ 2) การเพิ่มจำนวนแบบ lysis เมื่อ

สารพันธุกรรมถูกนำเข้ามาภายในเซลล์แล้ว กลไกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของแบคทีเรียโดยปกติจะหยุดชะงักลง เนื่องจากแบคทีเรียโอเฟจจะเข้าไปควบคุมและใช้กลไกต่าง ๆ เหล่านั้นเพื่อการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียโอเฟจเท่านั้น โดยเริ่มจากสร้างโปรตีนหรือเอ็นไซม์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสารพันธุกรรม แล้วจึงสร้างโปรตีนหรือส่วนประกอบของแคปซิดและโครงสร้างอื่น ๆ จากนั้นส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นมาเป็นจำนวนมากนี้จึงมารวมกัน (assembly) กลายเป็นแบคทีเรียโอเฟจสมบูรณ์จำนวนมากเกิดขึ้นภายในเซลล์ แบคทีเรียโอเฟจที่เกิดขึ้นใหม่นี้เรียกว่า progeny bacteriophage โดยระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่แบคทีเรียโอเฟจบุกรุกเข้าสู่เซลล์และเกิด progeny bacteriophage อาจใช้เวลาเพียงเล็กน้อย เช่น 1-2 ชั่วโมงเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรียโอเฟจ และในที่สุดแบคทีเรียโอเฟจก็จะสร้างสารบางอย่างออกมาทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรีย จนผนังเซลล์เกิดการแตกสลาย (lysis) และปล่อย progeny bacteriophage จำนวนมากเหล่านั้นออกมานอกเซลล์ จากนั้น progeny bacteriophage ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับแบคทีเรียโอเฟจเริ่มแรกที่เข้าสู่เซลล์ ก็พร้อมที่จะเข้าสู่เซลล์แบคทีเรียเซลล์ใหม่ที่อยู่ข้างเคียงต่อไป (Medigan et. al., 1997) การบุกรุกหรือทำลายเซลล์แบคทีเรียของแบคทีเรียโอเฟจแบบ lysis นี้ ในที่สุดจะทำให้แบคทีเรียหมดไปจากบริเวณที่มีแบคทีเรียโอเฟจชนิดนั้นอยู่ ส่วนการเพิ่มจำนวนแบบ lysogeny แบคทีเรียโอเฟจที่สามารถเพิ่มจำนวนแบบนี้ได้เรียกว่า temperate phage เมื่อสารพันธุกรรมถูกนำเข้ามาภายในเซลล์แล้ว แบคทีเรียโอเฟจจะนำสารพันธุกรรมนั้นเข้าไปแทรกอยู่ในโครโมโซมของแบคทีเรีย สารพันธุกรรมของแบคทีเรียโอเฟจที่แทรกอยู่ในโครโมโซมนี้เรียกว่า prophage และเมื่อแบคทีเรียแบ่งตัวเพิ่มจำนวน สารพันธุกรรมของแบคทีเรียโอเฟจก็จะมีการจำลองตัวเองไปพร้อมกัน และยังคงแทรกอยู่ในโครโมโซมเช่นเดิม โดยไม่ทำให้เกิด progeny bacteriophage ดังนั้นการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียโอเฟจแบบ lysogeny จึงไม่ทำให้เกิดการแตกสลายหรือการตายของแบคทีเรีย (Vegge et. al., 2005) แต่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของแบคทีเรียได้ ในบางสภาวะ prophage อาจหลุดออกจากโครโมโซมของแบคทีเรียและสามารถกลับเข้าสู่การเพิ่มจำนวนแบบ lysis ได้ เรียกปรากฏการณ์เช่นนี้ว่า induction โดยสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิด induction ได้แก่ การกระตุ้นด้วยแสงอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) หรือสารเคมีบางชนิด เป็นต้น