รายละเอียดการประดิษฐ์
ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์
วิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่อง

1. ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่อง ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวข้องกับวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่มีการรีไซเคิลยีสต์ซึ่งใช้ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอน

2. สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

วิศวกรรมเคมีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่อง

3. ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

เกี่ยวกับวิธีการผลิตแอลกอฮอล์ ในกรณีที่ผลิตแอลกอฮอล์โดยใช้จุลินทรีย์และอยู่ในสภาพที่มีวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์เพียงพอ เนื่องจากปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้จะแปรผันตรงกับปริมาณจุลินทรีย์จนถึงระดับหนึ่ง ดังนั้นเพื่อเป็นการทำให้คุณสมบัติการหมักดีขึ้นจึงจำเป็นต้องรักษาความเข้มข้นของจุลินทรีย์ภายในถังหมักให้มีความเข้มข้นสูงและหมุนเวียนอยู่เสมอ

ภายในถังหมัก ยิ่งจำนวนครั้งที่วัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์กับยีสต์สัมผัสกันมากเท่าไร ประสิทธิภาพของปฏิกิริยาก็ยิ่งเพิ่มขึ้นเท่านั้น จึงเป็นการดีที่จะทำให้มีการผสมกันอย่างสมบูรณ์โดยการกวนให้เข้ากันเป็นต้น แต่ถ้าทำให้ผสมกันอย่างสมบูรณ์ในขณะที่ดึงอาหารเพาะเชื้อที่มีแอลกอฮอล์ผสมออกจากถังหมักจะทำให้ยีสต์จำนวนมากถูกเอาออกมาพร้อมๆกันทำให้ความเข้ม-ข้นของจุลินทรีย์ภายในถังหมักลดลงไป

ถ้าปริมาณการเพิ่มจำนวนของยีสต์มีน้อยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอาหารเพาะเชื้อที่มีแอลกอฮอล์ผสมที่ดึงออกไปจะทำให้ไม่สามารถชดเชยปริมาณจุลินทรีย์ที่ไหลออกมาได้ ทำให้ปริมาณของยีสต์ที่มีอยู่ภายในถังหมักลดลง จำนวนครั้งที่สัมผัสกันของวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์กับยีสต์จะลดลงเป็นจำนวนมากเนื่องจากการลดลงของยีสต์ จึงทำให้เกิดปัญหาคือประสิทธิภาพของการเกิดปฏิกิริยาผลิตแอลกอฮอล์ลดลง

อีกด้านหนึ่ง ถ้าไม่กวนภายในถังหมัก ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนจะตกตะกอนและทับถมอยู่ที่ส่วนก้นของถังหมัก เมื่อการตกตะกอนของจุลินทรีย์ดำเนินติดต่อกันหลังจากผ่านระยะเวลาหนึ่ง บริเวณที่เป็นชั้น (บริเวณที่ถูกอัดแน่น) จะถูกสร้างขึ้นมาที่ด้านล่าง เนื่องจากบริเวณที่มีการตกตะกอนจะกลายเป็นบริเวณที่ถูกอัดแน่น เมื่อป้อนวัตถุดิบสำหรับผลิต

แอลกอฮอล์เข้าไปทางส่วนล่างของถังหมัก วัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์จะผ่านบริเวณที่เป็นชั้นนี้ ทำให้วัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์จะเกิดการสัมผัสกับยีสต์ แต่เนื่องจากการสัมผัสกันในบริเวณที่เป็นชั้นที่ถูกอัดแน่นไว้จะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์มีมากเกินไปเมื่อเทียบกับวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ จึงทำให้เกิดปัญหาคือประสิทธิภาพของปฏิกิริยาระหว่างวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์กับยีสต์กลับกลายเป็นแย่ลง

ดังนั้น การนำจุลินทรีย์ในน้ำหมักที่การหมักแอลกอฮอล์สิ้นสุดลงแล้วกลับมาใช้ใหม่จึงเป็นที่รู้จักในชื่อวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่

สำหรับเอกสารสิทธิบัตร1 นั้นได้เปิดเผยวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่มีการรีไซเคิลจุลินทรีย์ โดยมีการเรียงถังหมักที่มีการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์กับดำเนินการหมักแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นต่ำกับถังตกตะกอนที่มีการแยกจุลินทรีย์นั้นและถังหมักที่ดำเนินการหมักแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นสูงกับถังตกตะกอนที่มีการแยกจุลินทรีย์นั้นเป็นแถวตรง และจะมีการส่งจุลินทรีย์จากถังตกตะกอนทุกถังกลับไปที่ถังหมักทั้ง 2 ถังเพื่อทำให้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในถังอยู่ในระดับที่เหมาะสม และดำเนินการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องโดยมีการรักษาและปรับความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในถัง

สำหรับเอกสารสิทธิบัตร 2 นั้นได้เปิดเผยวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่ใช้ยีสต์ที่ได้จากแซคคาโรมัยซิส ซีรีวิซีย์ (Saccharomyces cerevisiae) สายพันธุ์ AM12 (จากนี้ไปจะเรียกว่าสายพันธุ์ AM12 เนื่องจากความจำเป็น) และมีการบันทึกไว้ว่า สายพันธุ์ AM12 นี้มีความสามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้ดีมากและมีสมบัติทนแอลกอฮอล์ได้ดีกับมีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอน

เอกสารสิทธิบัตร 1: การเปิดเผยเอกสารสิทธิบัตรปีเฮย์เซย์ที่ 6 หมายเลข 284891

เอกสารสิทธิบัตร 2: การเปิดเผยเอกสารสิทธิบัตรปีโชวะที่ 59 หมายเลข 135896

4. <u>การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์</u>

อย่างไรก็ตาม วิธีตามเอกสารสิทธิบัตร1 เนื่องจากจำเป็นต้องติดตั้งถังหมัก 2 ถังและถังตกตะกอน 2 ถังจึงทำให้ต้องเสียค่าติดตั้งสูง นอกจากนี้ที่ถังตกตะกอน ตำแหน่งที่จะเอาของเหลวที่มีจุลินทรีย์อยู่และของเหลวที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์เจือจางออกนั้นจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์จึงจำเป็นต้องเสียเวลาคอยควบคุม

ยิ่งกว่านี้ ในกรณีดำเนินการรีไซเคิลจุลินทรีย์แม้ว่าจุลินทรีย์จะไหลออกจากถังหมักก็ตาม เนื่องจากจะมีการดำเนินการแยกตะกอนและส่งจุลินทรีย์กลับไปยังถังหมัก จึงไม่จำเป็นต้องคิดถึงปริมาณจุลินทรีย์ที่ไหลออกจากถังหมัก แต่ถ้าจุลินทรีย์ที่ส่งกลับไปมีปริมาณมากจะทำให้

ของเหลวที่มีจุลินทรีย์อยู่ที่ส่งกลับไปมีความหนืดสูงขึ้นทำให้ยากต่อการส่งกลับ ทำให้รู้ว่าปริมาณที่สามารถรีไซเคิลได้ก็มีขอบเขตจำกัด

ดังนั้นนักประดิษฐ์เหล่านี้จึงได้รับผลที่น่าพอใจจากการดำเนินการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่มีการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่ระบายออกจากถังหมักพร้อมๆ กับการรีไซเคิล - จุลินทรีย์สำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่มีการรีไซเคิลจุลินทรีย์

เพราะฉะนั้นปัญหาที่ต้องแก้ไขของการประดิษฐ์นี้ได้แก่ การนำเสนอวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่อง ซึ่งมีคุณสมบัติผลิตเอทานอลในปริมาณที่สูงและมีการกำหนดอัตราการรีไซเคิลกับขอบเขตที่เหมาะสมของอัตราเจือจางสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่มีการรีไซเคิลจุลินทรีย์

นอกจากนี้ ปัญหาที่ต้องแก้ไขอื่นๆของการประดิษฐ์นี้ได้แก่การยับยั้งการไหลออกของจุลินทรีย์ การทำให้ประสิทธิภาพของการสัมผัสกันของวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์กับยีสต์เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการนำเสนอวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่สามารถนำความสามารถในการผลิตแอลกอฮอล์ของยีสต์ที่มีสมบัติรวมกันเป็นก้อนและตกตะกอนไปใช้ได้อย่างคุ้มค่า

ปัญหาที่ต้องแก้ไขอื่นๆของการประดิษฐ์นี้ สามารถทำให้ชัดเจนขึ้นโดยสิ่งที่เขียนไว้ดังต่อไปนี้

ปัญหาที่ต้องการแก้ไขดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นได้ถูกแก้ไขโดยการประดิษฐ์ต่างๆดังนี้

การประดิษฐ์ดังที่เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 1 เป็นวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องซึ่งเป็นวิธีที่มีการทำให้ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนอยู่ภายในถังหมักแล้วป้อนวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ลงในถังหมักและดำเนินการหมักแอลกอฮอล์ จากนั้นดำเนินการดึงเอาอาหารเพาะเชื้อที่มีแอลกอฮอล์ผสมออกจากถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว รวมทั้งรวบรวมยีสต์ที่อยู่ในของเหลวที่ดึงออกมาดังที่กล่าวมาแล้วและทำการรีไซเคิลจุลินทรีย์ที่จะส่งกลับไปยังถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว พร้อมกับขณะที่ดำเนินการหมักแอลกอฮอล์ต้องผลิตแอลกอฮอล์โดยทำให้เกิดการการไหลของของเหลวบริเวณส่วนล่างของถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว และเมื่อดำเนินการโดยมีเงื่อนไขให้อัตราส่วนการรีไซเคิลจุลินทรีย์ (r) มีค่า $0<r<0.4$ และให้อัตราเจือจาง $D(h^{-1})$ มีค่า $0.2 \leq D \leq 0.3$ จะทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตแอลกอฮอล์ (กรัม/ลิตร·ชั่วโมง) มีค่ามากกว่า 15 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่อง

การประดิษฐ์ดังที่เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 2 เป็นการผลิตแอลกอฮอล์ในสภาพที่ผิวร่วมของ จุลินทรีย์ประเภทยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนถูกสร้างขึ้นภายในถังหมักดังที่กล่าวมาแล้วซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามที่ได้เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 1

การประดิษฐ์ดังที่เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 3 ผิวร่วมดังที่กล่าวมาแล้วถูกสร้างขึ้นในน้ำหมักแอลกอฮอล์ภายในถังหมักโดยจะถูกสังเกตพบในฐานะที่เป็นขอบของชั้นที่เป็นชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์สูงกับชั้นที่มีความเข้มข้นต่ำ ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามที่ได้เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 2

การประดิษฐ์ดังที่เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 4 การตัดสินว่ามีผิวร่วมเกิดขึ้นหรือไม่ทำได้โดยดูด้วยตาผ่านทางช่องมองที่ถูกสร้างขึ้นที่ด้านข้างของถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามที่ได้เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 2 หรือข้อ 3

การประดิษฐ์ดังที่เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 5 การวัดว่ามีผิวร่วมเกิดขึ้นหรือไม่ทำได้โดยใช้ชิ้นส่วนกำเนิดแสงกับชิ้นส่วนในการรับแสงที่ติดตั้งไว้ที่บริเวณส่วนบนของผิวของเหลวของถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามที่ได้เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อใดข้อหนึ่งตั้งแต่ข้อ 2-4

การประดิษฐ์ดังที่เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 6 การตรวจหาว่ามีผิวร่วมเกิดขึ้นหรือไม่ทำได้โดยใช้เครื่องวัดระดับความขุ่นที่ติดตั้งไว้หลายอันตามแนวความสูงจากส่วนล่างของผิวของเหลวของน้ำหมักแอลกอฮอล์ภายในถังหมักดังที่กล่าวมาแล้วลงมา ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามที่ได้เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อใดข้อหนึ่งตั้งแต่ข้อ 2-5

การประดิษฐ์ดังที่เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 7 ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนดังที่กล่าวมาแล้วเป็นจากแซคคาโรมัยซิส ซีรีวิซีอี (Saccharomyces cerevisiae) สายพันธุ์ AM12 ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามที่ได้เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อใดข้อหนึ่งตั้งแต่ข้อ 1-6

การประดิษฐ์ดังที่เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 8 ความเข้มข้นเฉลี่ยของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ภายในถังหมักดังที่กล่าวมาแล้วมีค่า 28-178 กรัม (น้ำหนักแห้ง)/ลิตร ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามที่ได้เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อใดข้อหนึ่งตั้งแต่ข้อ 1-7

การประดิษฐ์ดังที่เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อ 9 วิธีทำให้ของเหลวไหลวนที่ส่วนล่างของถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว ทำได้โดยการหมุนของเครื่องกวนเป็นหลัก ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามที่ได้เขียนไว้ในข้อถือสิทธิข้อใดข้อหนึ่งตั้งแต่ข้อ 1-8

จากการประดิษฐ์นี้ สามารถกำหนดอัตราการรีไซเคิลกับขอบเขตที่เหมาะสมของอัตราเจือจางสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่มีการรีไซเคิลจุลินทรีย์ ได้ ทำให้สามารถนำเสนอวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่มีคุณสมบัติผลิตเอทานอลได้มาก

นอกจากนี้ จากการประดิษฐ์นี้ ยังสามารถยับยั้งการไหลออกของจุลินทรีย์ ทำให้ประสิทธิภาพของการสัมผัสกันของวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์กับยีสต์เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถนำเสนอ

วิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่สามารถนำความสามารถในการผลิตแอลกอฮอล์ของยีสต์ที่มีสมบัติรวมกันเป็นก้อนและตกตะกอนไปใช้ได้อย่างคุ้มค่าได้

ต่อจากนี้จะอธิบายเกี่ยวกับรูปร่างที่ดำเนินการในการประดิษฐ์นี้

วิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องของการประดิษฐ์นี้ เป็นวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องซึ่งเป็นวิธีที่มีการทำให้ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนอยู่ภายในถังหมักแล้วป้อนวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ลงในถังหมักและดำเนินการหมักแอลกอฮอล์ จากนั้นดำเนินการดึงเอาอาหารเพาะเชื้อที่มีแอลกอฮอล์ผสมออกจากถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว รวมทั้งรวบรวมยีสต์ที่อยู่ในของเหลวที่ดึงออกมาดังที่กล่าวมาแล้วและทำการรีไซเคิลจุลินทรีย์ที่จะส่งกลับไปยังถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว พร้อมกับขณะที่ดำเนินการหมักแอลกอฮอล์ต้องผลิตแอลกอฮอล์โดยทำให้เกิดการการไหลของของเหลวบริเวณส่วนล่างของถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว

ณ ที่นี้ การทำให้เกิดการไหลของของเหลวบริเวณส่วนล่างของถังหมัก เป็นการทำให้จำนวนครั้งของการสัมผัสกันระหว่างวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์กับยีสต์เพิ่มมากขึ้นเพื่อทำให้ประสิทธิภาพของปฏิกิริยาหมักสูงขึ้น แต่ภายในถังหมักเมื่อทำให้เกิดการไหลของของเหลวที่เกิดจากการกวนเป็นต้นจุลินทรีย์จะลอยขึ้นและอาจจะไหลออกจากถังหมักสู่ด้านนอกพร้อมๆกับน้ำหมักทั้งอย่างนั้นแต่เนื่องจากยีสต์ที่ใช้ในการประดิษฐ์นี้เป็นยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอน ซึ่งความโดดเด่นของการรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนนี้เป็นสมบัติที่เป็นลักษณะเฉพาะของจุลินทรีย์นี้ทำให้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์บริเวณผิวของของเหลวภายในถังหมักต่ำลง จึงสามารถควบคุมการไหลออกของจุลินทรีย์จากถังหมักได้

นักประดิษฐ์เหล่านี้ได้ใช้ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวกันเป็นก้อนและตกตะกอนสำหรับวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่อง และเมื่อปรับของเหลวที่ถูกทำให้ไหลวนอยู่บริเวณส่วนล่างของถังหมักให้เหมาะสม จึงค้นพบว่าสามารถสังเกตเส้นขอบของชั้นนั้นได้ในฐานะที่เกิดเป็นผิวร่วม ซึ่งเกิดจากการที่จุลินทรีย์เกิดการลอยขึ้นเนื่องจากการไหลวนของของเหลวที่เกิดจากการกวนเป็นต้นภายในถังหมักกับ การที่จุลินทรีย์เกิดการรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนเนื่องจากสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนที่ยีสต์มี

สำหรับการประดิษฐ์นี้ การผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องคือ การป้อนวัตถุดิบเช่นสารละลายน้ำตาลที่เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ลงในถังหมักอย่างต่อเนื่องพร้อมกับที่อีกด้านหนึ่งก็มีการนำสิ่งที่ผลิตได้ออกมาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นแม้การป้อนวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์จะไม่ต่อเนื่องก็ตามขอเพียงทำให้ปริมาณที่ป้อนต่อหน่วยเวลามีค่าคงที่เสมอก็เป็นอันใช้ได้

นอกจากนี้ ที่การประดิษฐ์นี้กล่าวว่ามีการรีไซเคิลจุลินทรีย์นั้นให้คำจำกัดความไว้ว่า จะมีการพักสารละลายสำหรับเพาะเชื้อที่นำออกมาจากถังหมักซึ่งมีเอทานอลกับยีสต์ผสมกันอยู่เพื่อทำ

ให้ยีสต์ตกตะกอนและแยกออกจากกัน จากนั้นนำยีสต์ที่แยกออกมาได้ส่วนหนึ่งใส่กลับเข้าไปในถังหมักโดยไม่สนว่าจะสามารถเพาะเชื้ออีกครั้งได้หรือไม่และดำเนินการผลิตแอลกอฮอล์ต่อไป

สำหรับการประดิษฐ์นี้ เมื่อดำเนินการโดยมีเงื่อนไขให้อัตราส่วนการรีไซเคิลจุลินทรีย์ (r) มีค่า $0<r< 0.4$ และให้อัตราเจือจาง $D(h^{-1})$ มีค่า $0.2\leq D \leq 0.3$ จะทำให้สามารถรักษาการผลิตเอทานอลในระดับสูงไว้ได้โดยประสิทธิภาพของการผลิตแอลกอฮอล์ (กรัม/ลิตร·ชั่วโมง) มีค่ามากกว่า 15 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง กล่าวคือ นักประดิษฐ์เหล่านี้สามารถค้นพบขอบเขตของอัตราส่วนการรีไซเคิลที่ยีสต์ซึ่งใช้ในการประดิษฐ์นี้จะทำให้เกิดการผลิตแอลกอฮอล์ในระดับสูงกับขอบเขตของอัตราเจือจางนั่นเอง

อนึ่ง อัตราส่วนการรีไซเคิล (r) คือสิ่งที่แสดงถึงการเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ที่จะรีไซเคิล (น้ำหนัก·ปริมาตร) กับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่นำกลับมาได้ ส่วนอัตราเจือจาง D คือความเร็วในการป้อนของของเหลวที่ได้จากการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลหารด้วยปริมาตรเชื้อที่เพาะ นอกจากนี้ยังสามารถหาประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลได้โดยการหาผลคูณระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลภายในถังหมักกับอัตราเจือจาง D

เวลาดำเนินการภายใต้เงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง เมื่อผิวร่วมของจุลินทรีย์ถูกสร้างขึ้นภายในถังหมัก บริเวณที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูงซึ่งอยู่ต่ำกว่าผิวร่วมนั้น จะแตกต่างจากบริเวณที่ถูกอัดแน่นที่เกิดจากการรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนซึ่งความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่ด้านล่างของผิวร่วมกับความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่ด้านบนของผิวร่วมต่างกันอย่างมาก และพบว่าภายใต้สภาพที่ผิวร่วมถูกสร้างขึ้นนี้ จะไม่เกิดอุปสรรคแก่ปฏิกิริยาการหมักวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์แต่กลับเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น นอกจากนี้ภายใต้การกวนที่เกี่ยวข้องในกรณีที่มีผิวร่วมอยู่ ถ้าดึงเอาน้ำหมักที่อยู่ด้านบนของผิวร่วมนั้นออกจะสามารถป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ไหลออก และทำให้ประสิทธิภาพในการสัมผัสกันระหว่างวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์กับยีสต์เพิ่มสูงขึ้น และยังพบว่าสามารถนำความสามารถในการผลิตแอลกอฮอล์ของ จุลินทรีย์สายพันธุ์ AM12 มาใช้ได้อย่างเต็มที่

อนึ่ง สำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องของการประดิษฐ์นี้ แม้จะสามารถควบคุมการไหลออกจากถังหมักของจุลินทรีย์ได้ก็ตาม ก็ยังมีความเป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์อาจไหลออกไปได้ปริมาณเล็กน้อย แต่ก็สามารถป้องกันไม่ให้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ภายในถังหมักลดลงเนื่องจากการไหลออกของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องได้ การประดิษฐ์นี้โดยพื้นฐานแล้วไม่ได้มีเจตนาให้เติมจุลินทรีย์ลงในถังหมักเพิ่มตลอดเวลา เพียงแต่ต้องการให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มจำนวนภายในถังหมักมีจำนวนมากกว่าปริมาณที่ไหลออกไปเพื่อรักษาสมดุลของความเข้มข้นของด้านบนล่าง

ภายในถังหมักให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามการเติมหัวเชื้อลงไปก็เป็นสิ่งที่เป็นไปได้หรือการแยกจุลินทรีย์ที่ไหลออกมาเล็กน้อยแล้วส่งกลับเข้าไปในถังหมักก็ล้วนแต่ไม่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิผลของการประดิษฐ์นี้แต่อย่างใด

วัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการประดิษฐ์นี้นั้น สามารถยกตัวอย่างที่ต้องการให้ใช้ คือ วัตถุดิบที่ได้จากธัญพืช เช่น ข้าวเจ้า ข้าวบาร์เลย์ หัวมันเป็นต้นเนื่องจากมีความเข้มข้นของน้ำตาลในปริมาณสูง สำหรับความเข้มข้นของน้ำตาล จะพิจารณาจากประสิทธิภาพของปฏิกิริยาในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลของวัตถุดิบพวกธัญพืช โดยต้องการให้เปลี่ยนเป็นกลูโคสได้ในระดับ 100-300 กรัม/ลิตร แต่ที่ต้องการมากกว่าคือในระดับ 150-200 กรัม/ลิตร

อุณหภูมิของการหมักแบบใช้ออกซิเจนนั้น เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการหมักยีสต์ ควรต่ำกว่า 40°C ถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรอยู่ระหว่าง 30-35 °C สำหรับการปรับอุณหภูมิสามารถใช้วิธีปรับโดยใช้เครื่องทำความร้อนและเครื่องทำความเย็นเป็นต้นซึ่งไม่ได้จำกัดไว้เป็นพิเศษ

สำหรับการประดิษฐ์นี้ ค่า DO (ความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำ) ควรมีค่าอยู่ในช่วง 0-3 ppm ถ้าให้ดีกว่านั้นควรอยู่ในช่วง 0-0.1 ppm ค่า DO นี้อาจไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับสภาพการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การปรับค่า DO ให้เหมาะสมนั้น อาจทำได้โดยการปรับปริมาณอากาศที่ป้อนและการเพิ่มหรือลดความเร็วในการหมุนของใบพัดของเครื่องกวนภายในถังหมัก หรือสามารถใช้วิธีดำเนินการควบคุมปริมาณอากาศที่ป้อนกับการใช้เครื่องวัดค่า DO

pHนั้น เมื่อพิจารณาจากระดับ pHที่เหมาะสมกับยีสต์แล้ว ควรจะอยู่ระหว่าง 3-7 แต่ถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรมีค่าอยู่ระหว่าง 3.5-5.0 สำหรับเทคนิคการปรับ pH สามารถใช้ระบบควบคุม pH ที่มีการปรับ pHโดยการเติมสารปรับค่า pH อย่างต่อเนื่องโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดโดยเครื่องวัด pH

สำหรับยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอน ถึงแม้จะดำเนินการกวนแต่ถ้าเป็นยีสต์ที่มีสมบติตกตะกอนที่สร้างผิวร่วมขึ้นก็ไม่มีผลแต่อย่างใด ยีสต์ที่ต้องการได้แก่ยีสต์ที่เรียกว่าแซคคาโรมัยซิส ซีรีวิซีย์ (Saccharomyces cerevisiae) สายพันธุ์ AM12 (AM12) หรือแซคคาโรมัยซิส ซีรีวิซีย์ (Saccharomyces cerevisiae) สายพันธุ์ TJ1

สายพันธุ์ AM12 และสายพันธุ์ TJ1 สามารถจัดหาได้จากโคเกียวกิจุทซ์อินเซบุทซ์โคเกียวเคงคิวโจะ บิเซบุทซ์โคเกียวกิจุทซ์เคงคิวโจะ (ปัจจุบันคือหน่วยงาน International Patent Organism Depositary (IPOD) ภายใต้ National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) ซึ่งแต่ละตัวได้ถูกฝากไว้โดยมีหมายเลขรับฝากลำดับที่ 6749 และหมายเลขรับฝากลำดับที่ 6747

ต่อจากนี้ จะอธิบายเกี่ยวกับรูปร่างที่ใช้ในการประดิษฐ์นี้โดยอาศัยแบบแปลนเป็นหลัก

สำหรับรูปที่ 1 หมายเลข 1 คือถังป้อนสารละลายน้ำตาล หมายเลข 2 คือถังหมัก หมายเลข 3 คือถังแยกตะกอนซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกจุลินทรีย์

การป้อนวัตถุดิบจากถังป้อนสารละลายน้ำตาล 1 ไปยังถังหมัก 2 นั้นจะดำเนินการผ่านเครื่องสูบสำหรับป้อนวัตถุดิบ 11 และเส้นทางการป้อนวัตถุดิบ 12 จากเส้นทางการป้อนวัตถุดิบ 12 นอกจากสารละลายน้ำตาลซึ่งเป็นวัตถุดิบแล้วยังสามารถเติมสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเพิ่มจำนวนของยีสต์เช่น เปปโทนหรือสารละลายเกลือของโลหะปริมาณเล็กน้อยได้

ภายในถังหมัก 2 ได้ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับกวน 21 ไว้เพื่อผสมยีสต์กับวัตถุดิบที่ถูกป้อนเข้ามาเข้าด้วยกันอย่างทั่วถึง สำหรับอุปกรณ์สำหรับกวน จะเป็นการดีถ้าสามารถผสมสิ่งที่อยู่ภายในถังหมักให้ทั่วถึงได้ ควรติดตั้งแผ่นสำหรับกวนเช่น ใบพัด เป็นต้น จำนวนครั้งในการกวนนั้นต้องปรับให้เหมาะกับสภาพของยีสต์ที่สุด นอกจากนี้ แม้จะไม่ได้แสดงไว้ในรูปก็ตาม ภายในถังหมักควรต้องติดตั้งระบบใดระบบหนึ่งซึ่งไม่ได้กำหนดไว้เป็นพิเศษเพื่อรักษา pH อุณหภูมิ ความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำให้คงที่

ที่ถังหมัก 2 นี้จะเกิดการหมักแอลกอฮอล์โดยยีสต์ วัตถุดิบที่เป็นสารละลายน้ำตาลจะกลายเป็นของเหลวที่มีแอลกอฮอล์กับจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ผสมอยู่และจะถูกส่งไปยังถังแยกตะกอน 3 โดยเครื่องสูบสำหรับดูดของเหลว 22 ผ่านเส้นทางการดูดของเหลว 23

นอกจากนี้ แก๊สที่เกิดขึ้นพร้อมกับการหมักแอลกอฮอล์จะถูกระบายออกทางเส้นทาง 24

ที่ถังแยกตะกอน 3 จะดำเนินการแยกตะกอนโดยการพักทิ้งไว้ ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนจะตกตะกอนและแยกออกจากแอลกอฮอล์ ส่วนแอลกอฮอล์จะถูกส่งผ่านเส้นทางไหลของแอลกอฮอล์ 33 โดยเครื่องสูบแอลกอฮอล์ 31 เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนทำให้บริสุทธิ์ต่อไป

จุลินทรีย์ที่ตกตะกอนและถูกทำให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นส่วนหนึ่งจะถูกนำออกมาและจะถูกส่งกลับไปยังถังหมัก 1 ผ่านทางเส้นทางการรีไซเคิล 34 โดยเครื่องสูบเพื่อรีไซเคิลพร้อมกับวัตถุดิบจากเส้นทางการป้อนวัตถุดิบ 12 ตามปริมาณที่คำนวณจากอัตราส่วนการรีไซเคิล

ตะกอนส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยออกผ่านทางเส้นทางปล่อยของเสีย 35

เนื่องจากการประดิษฐ์นี้ใช้ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนจึงทำให้สามารถดำเนินการผลิตเอทานอลแบบต่อเนื่องที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์สูงกว่าเดิม

สำหรับการประดิษฐ์นี้ อัตราส่วนการรีไซเคิล(r) ที่จะส่งจุลินทรีย์กลับไปนั้นควรมีค่าอยู่ในช่วง $0<r< 0.4$ ถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรอยู่ในช่วง $0<r< 0.3$ และถ้าให้ดียิ่งขึ้นไปอีกควรอยู่ในช่วง $0<r< 0.22$

ถ้าอัตราส่วนการรีไซเคิลเป็น 0 จะไม่สามารถดำเนินการรีไซเคิลได้จึงไม่มีผลต่อการประดิษฐ์นี้ และถ้าอัตราส่วนการรีไซเคิลมากกว่า 0.4 จะทำให้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ภายในถังหมักสูงเกินไป ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาคือความสามารถในการหมักเอทานอลของยีสต์ที่ถูกส่งกลับเข้าไปในถังหมักจะลดลง หรือยีสต์จะถูกทำลายจนหมด หรือของเหลวที่ส่งกลับไปมีความหนืดสูงขึ้นทำให้ยากต่อการส่งกลับ

นอกจากนี้ ขอบเขตของอัตราเจือจาง D(h^{-1}) ควรเป็น $0.2 \leq D \leq 0.3$ ถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรอยู่ในช่วง $0.2 \leq D \leq 0.25$

ถ้าอัตราเจือจาง D มีค่าน้อยกว่า 0.2 จะให้ประสิทธิผลของการหมักแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่มีการรีไซเคิลน้อยลง และถ้าเกิน 0.3 สารละลายน้ำตาลที่ถูกป้อนให้ยีสต์จะมากเกินไป ทำให้น้ำหมักที่เอาออกมาจากเส้นทางการดูดของเหลว 23 จะมีน้ำตาลที่ไม่ผ่านการย่อย (เศษน้ำตาล) เหลืออยู่ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอล (อัตราการหมัก) ลดลงเพราะว่าเศษน้ำตาลนี้เป็นวัตถุดิบที่ไม่เกิดปฏิกิริยา

เมื่อดำเนินการภายใต้เงื่อนไขดังนี้ จะสามารถรักษาความเข้มข้นของจุลินทรีย์ภายในถังหมักให้คงที่ไว้ได้ ทำให้สามารถดำเนินการผลิตเอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงได้

ประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ที่คำนวณได้จากผลคูณระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลภายในถังหมักกับอัตราเจือจาง D จะมีค่าอย่างน้อย 15 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง ขึ้นไป โดยปกติจะมีค่า 20 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ต่อไป จะอธิบายเทคนิคที่ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ดังที่เขียนไว้ข้างต้นเป็น จริง

รูปที่ 2 เป็นตัวอย่างการผลิตแอลกอฮอล์ที่มีการสร้างผิวร่วมขึ้นภายในถังหมัก จากรูปที่ 2 หมายเลข 100 คือถังหมัก วัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์และจุลินทรีย์ที่ถูกส่งกลับจะถูกป้อนเข้าสู่ส่วนล่างของถังหมัก 100 จากทางช่องป้อนวัตถุดิบ 110 ภายในถังหมัก 100 ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนจะถูกใส่ไว้แล้ว

ยกตัวอย่างเช่นเมื่อวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ถูกป้อนอย่างต่อเนื่องผ่านทางช่องป้อนวัตถุดิบ 110 เข้าสู่ด้านในถังหมัก 100 จะเกิดการหมักแอลกอฮอล์โดยยีสต์และจะได้เป็นน้ำหมักแอลกอฮอล์ น้ำหมักแอลกอฮอล์นี้จะถูกดูดออกทางช่องระบาย 111 อนึ่ง จะไม่มีการจำกัดวิธีการป้อนวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ขอเพียงป้อนเข้าสู่ถังหมักจากทางด้านล่างก็พอ และการติดตั้งช่องป้อนวัตถุดิบ 110 ก็ไม่ได้จำกัดเฉพาะที่แสดงไว้ในตัวอย่างเท่านั้น การดูดน้ำหมักแอลกอฮอล์ออกก็เช่นกันขอเพียงเป็นการดูดออกจากทางด้านบนจะใช้วิธีดูดออกอย่างใดก็ได้

การประดิษฐ์นี้ มีลักษณะเฉพาะที่เด่นๆ คือแม้จะอยู่ภายใต้สภาพที่น้ำหมักแอลกอฮอล์ที่อยู่ภายในถังหมัก 100 เกิดการไหลวนอันเนื่องจากการกวน ก็ยังสามารถดำเนินการหมักแอลกอฮอล์ภายใต้สภาพที่มีการสร้างผิวร่วมขึ้นได้

ผิวร่วมคือผิวที่เป็นขอบมีลักษณะเป็นเส้นถูกสร้างขึ้นที่ขอบของชั้นสองชั้นที่มีระดับความขุ่น (ระดับความใส) หรือมีสีแตกต่างกันซึ่งถูกสังเกตพบในน้ำหมักแอลกอฮอล์ อนึ่ง ขอบที่มีลักษณะเป็นเส้นนี้สามารถมองเห็นได้ขณะสังเกตจากทางด้านข้างของถังหมัก และไม่จำเป็นต้องเป็นเส้นตรง

เนื่องจากชั้นแต่ละชั้นมีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ที่ผสมอยู่ในน้ำหมักแอลกอฮอล์แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง จึงสามารถยอมรับได้ว่าเป็นมีชั้นสองชั้นที่มีระดับความขุ่น (ระดับความใส) หรือมีสีแตกต่างกันอยู่

ตัวอย่างเช่น ที่ด้านบนของผิวร่วมจะสังเกตเห็นสีของตัวน้ำหมักแอลกอฮอล์เอง และมีระดับความขุ่นต่ำ ส่วนด้านล่างของผิวร่วมนั้นเนื่องจากมีจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์มีจำนวนมากจึงทำให้มีลักษณะทึบและมีระดับความขุ่นสูง จึงแยกความแตกต่างของ A และ B ได้อย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้จึงสามารถสังเกตว่ามีผิวร่วมเกิดขึ้นหรือไม่ได้ด้วยตาเปล่า

ด้านบนของผิวร่วม (A) เป็นชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ต่ำมาก ส่วนด้านล่างของผิวร่วม (B) เป็นชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์สูง

ถ้าแสดงความเข้มข้นของจุลินทรีย์ออกมาเป็นปริมาณที่แน่นอน ความเข้มข้นเฉลี่ยของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ภายในน้ำหมักแอลกอฮอล์ภายในถังหมัก (คือความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่ถูกวัดในขณะที่อยู่ในสภาพที่มีการผสมอย่างสมบูรณ์ มีค่าเท่ากับปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ทั้งหมด-ภายในถังหมัก (น้ำหนักแห้ง: กรัม) หารด้วยปริมาณน้ำหมักแอลกอฮอล์ภายในถังหมัก (ลิตร)) ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 28-178 กรัม (น้ำหนักแห้ง) /ลิตร ถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรมีค่าอยู่ระหว่าง 50-120 กรัม (น้ำหนักแห้ง) /ลิตร ถ้าให้ดียิ่งขึ้นไปอีกควรมีค่าอยู่ระหว่าง 70-100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) /ลิตร และยิ่งกว่านั้น ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ต่ำ (A) ที่อยู่เหนือผิวร่วมที่เป็นที่ต้องการคือมีค่าไม่ถึง 17 กรัม (น้ำหนักแห้ง) /ลิตร ถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรไม่ถึง 14 กรัม (น้ำหนักแห้ง) /ลิตร และถ้าให้ดียิ่งขึ้นไปอีกควรมีค่าไม่ถึง 10 กรัม (น้ำหนักแห้ง) /ลิตร ส่วนความเข้มข้นของจุลินทรีย์ของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์สูง (B) ที่อยู่ต่ำกว่าผิวร่วมที่เป็นที่ต้องการคือมีค่าระหว่าง 35-180 กรัม (น้ำหนักแห้ง) /ลิตร ถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรมีค่าระหว่าง 55-150 กรัม (น้ำหนักแห้ง) /ลิตร และถ้าให้ดียิ่งขึ้นไปอีกควรมีค่าระหว่าง 75-120 กรัม (น้ำหนักแห้ง) /ลิตร

สิ่งที่สำคัญคือ ผิวร่วมจะต้องถูกสร้างขึ้นที่ด้านล่างของช่องระบาย 111 ซึ่งเป็นช่องเอาน้ำหมักแอลกอฮอล์ออก เมื่อเป็นเช่นนั้น จึงสามารถควบคุมการไหลออกของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ได้เพราะน้ำหมักแอลกอฮอล์ที่ถูกดึงออกจากถังหมักจะถูกดึงออกจากชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ต่ำ

จากการที่ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ที่ถูกผสมอยู่มีความแตกต่างกัน จึงเป็นธรรมดาที่ระหว่างชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ต่ำ (A) กับชั้นที่ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์สูง (B) นั้น ชั้นที่ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์สูง (B) จะมีประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ที่สูงกว่า ฉะนั้นส่วนที่กินพื้นที่ในสัดส่วนที่มากกว่านับจากผิวร่วมจึงมีประสิทธิภาพในการผลิตที่ดีกว่า

กล่าวอีกอย่างคือ ผิวร่วมจะถูกสร้างขึ้นในบริเวณที่มีความลึก 0.1H-0.8H (H: ความสูงของผิวน้ำ) จากผิวของน้ำหมักแอลกอฮอล์มุ่งสู่ด้านล่างภายในถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว ถ้าให้ดีควรถูกสร้างที่บริเวณที่มีความลึก 0.2H-0.6H ถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรอยู่ระหว่าง 0.2H-0.5H หรือไม่ก็ควรถูกสร้างขึ้นที่ส่วนก้น (ด้านล่าง) ของถังหมัก ณ ความสูงที่ทำให้ชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์สูง (B) มีปริมาตร V เป็น 20-90% ของน้ำหมักแอลกอฮอล์ ถ้าให้ดีควรอยู่ระหว่าง 40-80% ถ้าให้ดียิ่งขึ้นให้อยู่ระหว่าง 50-80%

รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งความสูงที่ผิวร่วมควรจะถูกสร้างขึ้น

สำหรับถังหมักที่มีพื้นที่ตัดขวางคงที่เช่น ถังทรงกระบอกเป็นต้น ตำแหน่งที่สังเกตพบผิวร่วมจะถูกสร้างขึ้นในบริเวณที่มีความลึก 0.1H-0.8H (H: ความสูงของผิวน้ำ) จากผิวของน้ำหมักแอลกอฮอล์มุ่งสู่ด้านล่างภายในถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว ถ้าให้ดีควรถูกสร้างที่บริเวณที่มีความลึก 0.2H-0.6H ถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรอยู่ระหว่าง 0.2H-0.5H

เมื่อผิวร่วมถูกสร้างขึ้นในบริเวณที่มีความลึก 0.1H-0.8H ถ้าให้ดีควรอยู่ระหว่าง 0.2H-0.6H และถ้าให้ดียิ่งขึ้นควรอยู่ระหว่าง 0.2H-0.5H จะอยู่ในสภาพที่การกวนกับการตกตะกอนมีความสมดุลกัน สามารถรักษาความเข้มข้นของจุลินทรีย์ภายในถังหมัก 110 ให้สูงได้ พร้อมกับการที่ประสิทธิภาพในการสัมผัสกับวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ดี จึงสามารถทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์สูงขึ้นได้

ในกรณีที่ตำแหน่งของผิวร่วมอยู่เหนือตำแหน่ง 0.1H นั้น เป็นกรณีที่เกือบจะเกิดการผสมอย่างสมบูรณ์ ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ไหลออกจากช่องระบาย 11 ได้ง่ายขึ้น และทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ลดลงเนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ภายในถังหมักน้อยลงซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ

นอกจากนี้ ในกรณีที่ตำแหน่งของผิวร่วมอยู่ต่ำกว่าตำแหน่ง 0.8H นั้น จุลินทรีย์ภายในถังหมักจะเริ่มตกตะกอนลงสู่ส่วนก้นของถังหมัก และเกิดการสร้างบริเวณที่มีการตกตะกอนหรือบริเวณที่ถูกอัดแน่น ดังนั้นแม้จะป้อนวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์เข้าทางส่วนก้นของถังหมักก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ลดลงเนื่องจากที่บริเวณที่มีการตกตะกอนหรือบริเวณที่ถูกอัดแน่นเหล่านี้มีปริมาณยีสต์มากเกินไปเมื่อเทียบกับปริมาณวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของปฏิกิริยาระหว่างวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์กับยีสต์กลับแย่ลง ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ

อนึ่ง ในสภาพที่ไม่สามารถสังเกตเห็นผิวร่วมได้นั้นสามารถคิดได้ว่าอาจเพราะเกิดการผสมกันอย่างสมบูรณ์ หรือปริมาณจุลินทรีย์ภายในถังหมักมีปริมาณน้อยเกินไปจึงไม่รู้ถึงความแตกต่างของความเข้มข้นเป็นต้น ซึ่งไม่ว่าเป็นกรณีใดก็ล้วนแต่ไม่เป็นที่ต้องการในการดำเนินการผลิตแอลกอฮอล์ตามวิธีของการประดิษฐ์นี้

รูปที่ 3 เป็นภาพจำลองแสดงตำแหน่งของผิวร่วมที่เป็นที่ต้องการด้วยสัดส่วนของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์สูง (B) ต่อน้ำหมักแอลกอฮอล์ที่มีปริมาตร V เนื่องจากผิวร่วม

นี้จะถูกสร้างที่ขอบของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ต่ำ (A) กับชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูง (B) และจากการที่ทำให้อัตราส่วนของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูง (B) ที่เกิดขึ้นที่ส่วนก้น (ด้านล่าง) ของถังหมักมีปริมาตร V เป็น 20-90% ของน้ำหมักแอลกอฮอล์ ถ้าให้ดีควรอยู่ระหว่าง 40-80% ถ้าให้ดียิ่งขึ้นให้อยู่ระหว่าง 50-80% นั้นจึงทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งที่ผิวร่วมจะถูกสร้างขึ้นได้ อนึ่ง เมื่อให้ปริมาตรของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูง (B) เป็น v1 และให้ปริมาตรของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ต่ำ (A) เป็น v2 แล้ว V=v1+v2

เมื่อกำหนดให้แนวความคิดของปริมาตรเป็นชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูง ทำให้สามารถรองรับกรณีที่ไม่สามารถกำหนดโดยความสูงได้เนื่องจากพื้นที่ภาคตัดขวางของถังหมักมีรูปร่างไม่คงที่

จากการประดิษฐ์นี้ ถ้าสัดส่วนของปริมาตร v1 ของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูง (B) มีค่ามากกว่า 90% ของน้ำหมักแอลกอฮอล์ซึ่งมีปริมาตร V จะทำให้เกิดสภาพที่ใกล้จะเกิดการผสมอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ไหลออกจากช่องระบาย 11 ได้ง่ายขึ้น และทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ลดลงเนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ภายในถังหมักน้อยลงซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ

นอกจากนี้ ถ้าสัดส่วนของปริมาตร v1 ของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูง (B) มีค่าน้อยกว่า 20% ของน้ำหมักแอลกอฮอล์ซึ่งมีปริมาตร V จุลินทรีย์ภายในถังหมักจะเริ่มตกตะกอนลงสู่ส่วนก้นของถังหมักและเกิดการสร้างบริเวณที่มีการตกตะกอนหรือบริเวณที่ถูกอัดแน่น ดังนั้นแม้จะป้อนวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์เข้าทางส่วนก้นของถังหมักก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ลดลงเนื่องจากที่บริเวณที่มีการตกตะกอนหรือบริเวณที่ถูกอัดแน่นเหล่านี้มีปริมาณยีสต์มากเกินไปเมื่อเทียบกับปริมาณวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของปฏิกิริยาระหว่างวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์กับยีสต์กลับแย่ลง ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ

สำหรับการประดิษฐ์นี้ นอกจากการไหลวนเนื่องจากการป้อนน้ำหมักแอลกอฮอล์แล้ว ยังมีการติดตั้งวิธีที่จะทำให้เกิดการไหลวนอย่างจงใจที่ด้านล่างของถังหมัก ส่วนใหญ่แล้วควรเกิดจากการหมุนของเครื่องกวน กล่าวอีกอย่างหนึ่งคือ จะใช้เพียงแต่เครื่องกวนก็ได้ หรือจะใช้เครื่องกวนควบคู่กับการป้อนอากาศวิธีใดวิธีหนึ่งก็ได้ แต่เมื่อพิจารณาในแง่ความสะดวกแล้วควรใช้เครื่องกวนเท่านั้น

จากตัวอย่างในรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ได้แสดงเครื่องกวน 112 ที่มีปีกกวนในฐานะที่เป็นวิธีกวน

ตำแหน่งของผิวร่วมนั้น สามารถรักษาให้คงอยู่ในบริเวณที่ต้องการดังที่กล่าวมาแล้วได้โดยการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในการดำเนินการหมักแบบต่อเนื่องเช่น ความแรงในการกวนให้เหมาะสม

ผิวร่วมนี้ ถ้าการทำให้จุลินทรีย์ลอยขึ้นโดยการทำให้ของเหลวไหลวนมีความรุนแรงขึ้นก็จะสูงขึ้น ถ้าการทำให้จุลินทรีย์ลอยขึ้นมีความรุนแรงน้อยลง การตกตะกอนก็จะดำเนินต่อไปก็จะลดต่ำลง

เช่น ถ้าเพิ่มการหมุนของเครื่องกวนผิวร่วมก็จะสูงขึ้น

นอกจากนี้ ถ้าเกิดการไหลวนขึ้นโดยการทำให้วัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์หรือการป้อนอากาศเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ผิวร่วมสูงขึ้น

นอกจากนี้ ขณะที่เกิดสภาพที่มีการผสมอย่างสมบูรณ์การหยุดเครื่องกวนหรือถ้าลดการหมุนลง ผิวร่วมจะก่อตัวขึ้น

สำหรับการสังเกตว่ามีผิวร่วมเกิดขึ้นหรือไม่นั้น สามารถสังเกตได้โดยตาเปล่าเนื่องจากความแตกต่างของสีหรือระดับความใสของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ต่ำ (A) กับชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูง (B)

ในกรณีที่เป็นถังหมักที่ทึบแสง เช่น ผลิตจากสเตนเลสเป็นต้น สามารถสังเกตว่ามีผิวร่วมเกิดขึ้นหรือไม่โดยการติดตั้งช่องมอง (หน้าต่างสำหรับสังเกต) 102 ที่ถังหมัก 101 ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 4

นอกเหนือจากนี้ ยังสามารถยืนยันว่ามีผิวร่วมเกิดขึ้นหรือไม่โดยติดตั้งเครื่องวัดระดับความขุ่นสองเครื่องขึ้นไปให้มีตำแหน่งแตกต่างกันในแนวบนล่างคือติดตั้งที่ด้านล่างจากผิวของน้ำหมักแอลกอฮอล์ภายในถังหมัก

ยิ่งกว่านั้น ยังสามารถตรวจสอบว่ามีผิวร่วมเกิดขึ้นหรือไม่โดยการใช้ชิ้นส่วนกำเนิดแสงและชิ้นส่วนรับแสงที่ติดตั้งไว้ที่ด้านบนของผิวของเหลวภายในถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว ด้วยการวัดปริมาณแสงที่เปลี่ยนไปเนื่องจากแสงจากชิ้นส่วนกำเนิดแสงจะเกิดการสะท้อนที่ผิวร่วมและแสงสะท้อนนั้นจะสะท้อนเข้าหาชิ้นส่วนรับแสง

ตัวอย่างดำเนินการ

ต่อจากนี้ จะอธิบายเกี่ยวกับตัวอย่างที่ดำเนินการของการประดิษฐ์นี้ การประดิษฐ์นี้ไม่ได้ถูกจำกัดเฉพาะตัวอย่างดำเนินการที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

ตัวอย่างดำเนินการ 1

<การผสมอาหารเพาะเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์>

ใส่อาหารเพาะเชื้อYPD (ยีสต์สกัด 1% เปปโทน 2% กลูโคส 5% pH 5.0) จำนวน 10 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 200 มิลลิลิตรและทำให้ปราศจากเชื้อ จากนั้นนำยีสต์ที่ตัดต่อไว้แล้วปริมาณหนึ่งช้อนตักสารมาปลูกถ่ายเชื้อ และเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 20 ชั่วโมง ภายใต้เงื่อนไขที่ 30°C 200 rpm โดยได้รับออกซิเจน ทำให้กลับมาเป็นสภาพที่สามารถเพาะเชื้อยีสต์ (AM12) ได้

นำของเหลวสำหรับเพาะเชื้อที่มียีสต์ที่คืนสภาพแล้วปริมาณ 10 มิลลิลิตรมาใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตรที่มีอาหารเพาะเชื้อYPD 100 มิลลิลิตรที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อแล้วและเพาะเลี้ยงต่อไปอีก 20 ชั่วโมง ภายใต้เงื่อนไขที่ 30°C 200 rpm

<การหมักแบบต่อเนื่องโดยใช้ถังหมักแบบโอ่ง>

นำอาหารเพาะเชื้อที่มีหัวเชื้อยีสต์ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจำนวน 110 มิลลิลิตรมาปลูกถ่ายเชื้อในถังหมักแบบโอ่งที่มีอาหารเพาะเชื้อCSL (Corn Steep liquor (CSL) 1% KH_2PO_4 0.1% $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05% $CaCl_2 \cdot H_2O$ 0.01% กลูโคส 10% pH 5.0) ปริมาณ 900 มิลลิลิตรที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว

การปลูกถ่ายเชื้อทำได้โดยใช้เครื่องสูบสำหรับสูบของเหลวกลับและเพาะเชื้อโดยไม่ให้อาหารเพาะเชื้อที่มียีสต์อยู่ดังกล่าวสัมผัสอากาศภายนอก

เงื่อนไขการทำงานของถังหมักแบบโอ่ง ให้กำหนดดังต่อไปนี้

pH: 5.0 (2N ผสมโดย NaOH, HCl)

การถ่ายเทอากาศ: 0.5-1.5 vvm (การถ่ายเทอากาศโดยอากาศจากคอมเพรสเซอร์จะถูกส่งผ่านแผ่นกรองที่ปราศจากเชื้อโรค)

ความเร็วในการกวน: 50-150 rpm

อุณหภูมิ: 30 °C

ระหว่างดำเนินการ เมื่อผ่าน 24 ชั่วโมงกับ 48 ชั่วโมงหลังจากเริ่มต้นให้นำสารละลายสำหรับเพาะเชื้อออกจากถังหมักเพื่อวัดความเข้มข้นของกลูโคส เพื่อยืนยันว่าความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำหมักมีค่าเป็น 5 กรัม/ลิตร

เริ่มหมักแบบต่อเนื่อง (การเริ่มการหมักแบบต่อเนื่อง) พร้อมกับการป้อนอาหารเพาะเชื้อ CSL (CSL 1% KH_2PO_4 0.1% $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05% $CaCl_2 \cdot H_2O$ 0.01% กลูโคส 20% pH 5.0) ที่ทำให้ปราศจากเชื้อแล้วที่ใช้ในการผลิตแบบต่อเนื่องใส่ลงในถังหมักแบบโอ่ง พร้อมกันกับที่ของเหลวสำหรับเพาะเชื้อจะถูกดูดออกด้วยความเร็วเท่ากับการป้อนอาหารเพาะเชื้อนี้ และความเร็วในการกวนจะถูกปรับให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดการสร้างผิวร่วมขึ้น ของเหลวสำหรับเพาะเชื้อที่ดูดออกมาจะถูกนำไปเก็บสะสมไว้ที่ถังตกตะกอนที่มีปริมาตรภายในถัง 3 ลิตร ส่วนที่เกิน 3 ลิตรจะถูกดูดออกไปจากผิวของเหลว

นำสารละลายสำหรับเพาะเชื้อออกมาส่วนหนึ่งแล้ววิเคราะห์ ถ้าความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ กลูโคส เอทานอลภายในถังหมักมีค่าถึงค่าคงที่แล้ว ให้เริ่มการรีไซเคิลจุลินทรีย์ (การเริ่มการรีไซเคิลจุลินทรีย์) โดยส่งจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ที่ตกตะกอนอยู่ที่ส่วนล่างของถังแยกตะกอนกลับไปตามอัตราส่วนการรีไซเคิลที่กำหนดไว้ อนึ่ง สภาพการเพิ่มจำนวนของยีสต์ การใช้กลูโคส และปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ สามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้วิธีดังต่อไปนี้

การเพิ่มจำนวนของยีสต์: วัดระดับความขุ่น (แอบซอร์แบนซ์ที่ OD_{600nm}) และคำนวณกลับเป็นความเข้มข้นของจุลินทรีย์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของการคำนวณ ($0.37 \times OD_{600nm}$)

การใช้กลูโคส: วัดค่าโดยใช้ชุดทดสอบกลูโคส (กลูโคสเทสต์-c-วะโค ผลิตโดยบริษัทวะโคจุนยาขุโคเกียว จำกัด)

การเปลี่ยนแปลงของการผลิตเอทานอลเมื่อเวลาผ่านไป: วัดค่าโดยการวิเคราะห์ความ-เข้มข้นของเอทานอลในสารละลายสำหรับเพาะเชื้อ (ShimadzuGC-2014 เครื่องตรวจหา FID)

ภายใต้เงื่อนไขเช่นนี้ เมื่อดำเนินการโดยให้อัตราส่วนการรีไซเคิลเป็น 0.1 อัตราเจือจางเป็น 0.22 พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 22.1กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ตัวอย่างดำเนินการ 2

จากการปรับสภาพภายในถังหมักให้เหมือนกับตัวอย่างดำเนินการ 1 และดำเนินการโดยให้อัตราส่วนการรีไซเคิลเป็น 0.3 พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 21.9 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ตัวอย่างเปรียบเทียบ 1

จากการปรับสภาพภายในถังหมักให้เหมือนกับตัวอย่างดำเนินการ 1 และดำเนินการโดยให้อัตราส่วนการรีไซเคิลเป็น 0.5 พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 22.0 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง ต่อความเข้มข้นเฉลี่ยของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์ภายในถังหมัก 200.9 กรัม/ลิตร ทั้งๆที่เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างดำเนินการ 1 และตัวอย่างดำเนินการ 2 แล้วมีความเข้มข้นของจุลินทรีย์มากกว่าหนึ่งเท่าแต่แทบจะไม่สามารถเห็นถึงความแตกต่างของประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลจากตัวอย่างดำเนินการ 1 เลย

ตัวอย่างเปรียบเทียบ 2

จากการปรับสภาพภายในถังหมักให้เหมือนกับตัวอย่างดำเนินการ 1 และดำเนินการโดยให้อัตราส่วนการรีไซเคิลเป็น 0.1 อัตราเจือจางเป็น 0.1 พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 10.2 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ตัวอย่างเปรียบเทียบ 3

จากการปรับสภาพภายในถังหมักให้เหมือนกับตัวอย่างดำเนินการ 1 และดำเนินการโดยให้อัตราส่วนการรีไซเคิลเป็น 0.1 อัตราเจือจางเป็น 0.4 พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 12.1กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ตัวอย่างเปรียบเทียบ 4

จากการปรับสภาพภายในถังหมักให้เหมือนกับตัวอย่างดำเนินการ 1 และดำเนินการโดยให้อัตราส่วนการรีไซเคิลเป็น 0.1 อัตราเจือจางเป็น 0.6 พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 8.0กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ตัวอย่างดำเนินการ 3

จากการดำเนินการตามเงื่อนไขเหมือนตัวอย่างดำเนินการ 1 เพียงแต่เปลี่ยนไปใช้ สายพันธุ์ TJ1 แทนสายพันธุ์ AM12 พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 17.6 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ตัวอย่างดำเนินการ 4

จากตัวอย่างดำเนินการ 3 เมื่อดำเนินการภายใต้เงื่อนไขเดิมนอกจากเปลี่ยนอัตราส่วนการรีไซเคิลเป็น 0.3 พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 16.7 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ตัวอย่างเปรียบเทียบ 5

จากการปรับสภาพภายในถังหมักให้เหมือนกับตัวอย่างดำเนินการ 3 และดำเนินการโดยให้อัตราส่วนการรีไซเคิลเป็น 0.1 อัตราเจือจางเป็น 0.1 พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 7.48 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ตัวอย่างอ้างอิง 1

จากการดำเนินการอย่างต่อเนื่องภายใต้เงื่อนไขเหมือนตัวอย่างดำเนินการ 1 เพียงแต่เปลี่ยนจากสายพันธุ์ AM12 มาใช้ยีสต์ที่ไม่แสดงสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอน (Saccharomyces cerevisiae (JCM7255) typestrain) พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลมีค่า 10.1 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง

ผลของการทดลองข้างต้นแสดงไว้ในตาราง 1

[ตาราง 1]

	เงื่อนไขดำเนินการ		ผลการทดลอง			
	อัตราส่วนการรีไซเคิล	อัตราเจือจาง	ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของจุลินทรีย์ (กรัม/ลิตร)	ปริมาณของน้ำตาลที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของเอทานอล (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพการผลิตเอทานอล (กรัม/ลิตร·ชม.)
ตัวอย่างดำเนินการ 1	0.1	0.22	76.5	0	100.45	22.1
ตัวอย่างดำเนินการ 2	0.3	0.22	93.0	0	99.6	21.9
ตัวอย่างดำเนินการ 3	0.1	0.22	73.	0.2	79.8	17.6
ตัวอย่างดำเนินการ 4	0.3	0.22	89.6	0	76.1	16.7
ตัวอย่างเปรียบเทียบ 1	0.5	0.22	200.9	0	100.0	22.0
ตัวอย่างเปรียบเทียบ 2	0.1	0.1	36.2	0	102.0	10.2
ตัวอย่างเปรียบเทียบ 3	0.1	0.4	38.9	100.6	30.3	12.1
ตัวอย่างเปรียบเทียบ 4	0.1	0.6	20.7	152.9	13.3	8.0
ตัวอย่างเปรียบเทียบ 5	0.1	0.1	36.1	0	74.8	7.48
ตัวอย่างอ้างอิง 1	0.1	0.22	30.1	97.3	45.9	10.1

5. <u>คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ</u>

รูปที่ 1 แบบโดยย่อของถังหมักเอทานอลแบบต่อเนื่อง

รูปที่ 2 ภาพจำลองในกรณีที่แสดงตำแหน่งที่ต้องการที่ผิวร่วมที่จะถูกสร้างขึ้นโดยความสูง

รูปที่ 3 ภาพจำลองที่แสดงตำแหน่งที่ต้องการของผิวร่วมโดยสัดส่วนของชั้นที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เป็นยีสต์สูง (B) ต่อน้ำหมักแอลกอฮอล์ที่มีปริมาตร V

รูปที่ 4 แบบโดยย่อของถังหมักที่มีการติดตั้งหน้าต่างสำหรับสังเกตผิวร่วม

คำอธิบายเครื่องหมาย

1: ถังป้อนสารละลายน้ำตาล

11: เครื่องสูบสำหรับป้อนวัตถุดิบ

12: เส้นทางการป้อนวัตถุดิบ

2: ถังหมัก

21: อุปกรณ์สำหรับกวน

22: เครื่องสูบสำหรับดูดของเหลว

23: เส้นทางการดูดของเหลว

24: เส้นทาง

3: ถังแยกตะกอน

31: เครื่องสูบแอลกอฮอล์

32: เส้นทางไหลของแอลกอฮอล์

33: เครื่องสูบเพื่อรีไซเคิล

34: เส้นทางการรีไซเคิล

35: เส้นทางปล่อยของเสีย

100: ถังหมัก

101: ถังหมัก

102: หน้าต่างสำหรับสังเกต

110: ช่องป้อนวัตถุดิบ

111: ช่องระบาย

112: เครื่องกวน

6. <u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. วิธีการสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องซึ่งประกอบรวมด้วย

การใส่ยีสต์ที่มีคุณสมบัติการรวมตัวเป็นก้อน และตกตะกอน, ซึ่งเป็นแซคคาโรมัยซิส ซีรีวิซีย์ (*Saccharomyces cerevisiae*) สายพันธุ์ AM12 (Fermentation Research Institute, the Agency of Industrial Science and Technology Deposit No. 6749), ไปในถังหมัก และป้อนอัตฤดิบของแอลกอฮอล์ไปยังถังหมักเพื่อดำเนินการหมักแอลกอฮอล์; การหมักแอลกอฮอล์ถูกดำเนินการในขณะที่ดำเนินการรีไซเคิลเซลล์โดยการดึงการเพาะเลี้ยงของแอลกอฮอล์ที่ได้จากถังหมักและการนำกลับคืนเซลล์ยีสต์ในการเพาะเลี้ยงที่ถูกดึงมาเพื่อย้อนกลับเซลล์ยีสต์ไปในถังหมัก และการสร้างการไหลของเหลวด้วยแรงในส่วนล่างของถังหมักในระหว่างการหมักแอลกอฮอล์, ที่ซึ่ง

ผลผลิตแอลกอฮอล์ (กรัม/ลิตร·ชั่วโมง) คือ 20 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง หรือ มากกว่าโดยการหมักแอลกอฮอล์ที่ถูกดำเนินการภายใต้สภาวะซึ่งอัตราส่วนการรีไซเคิลเซลล์ (r) คือ $0<r< 0.4$ และอัตราเจือจาง $D(h^{-1})$ คือ $0.22\leq D \leq 0.25$

2. . วิธีการสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามข้อถือสิทธิที่ 1 ที่ซึ่งการหมักแอลกอฮอล์ถูกดำเนินการ, ด้วยส่วนเชื่อมต่อประสานของยีสต์ที่มีคุณสมบัติการรวมตัวเป็นก้อน และตกตะกอนที่ถูกก่อรูปในถังหมัก

3. วิธีการสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามข้อถือสิทธิที่ 2 ที่ซึ่งส่วนเชื่อมต่อประสานสามารถถูกสังเกตเห็นเป็นขอบเขตของชั้นที่มีการรวมเข้ากันของยีสต์เซลล์สูง และชั้นที่มีการรวมเข้ากันของยีสต์เซลล์ต่ำซึ่งถูกก่อรูปในน้ำยาเลี้ยงเชื้อการหมักแอลกอฮอล์ในถังหมัก

4. วิธีการสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามข้อถือสิทธิที่ 2 หรือ 3 ที่ซึ่งการมีอยู่หรือ การไม่มีอยู่ของส่วนเชื่อมต่อประสานถูกตัดสินด้วยการมองผ่านหน้าต่างสังเกตการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นบนส่วนหน้าด้านข้างของถังหมัก

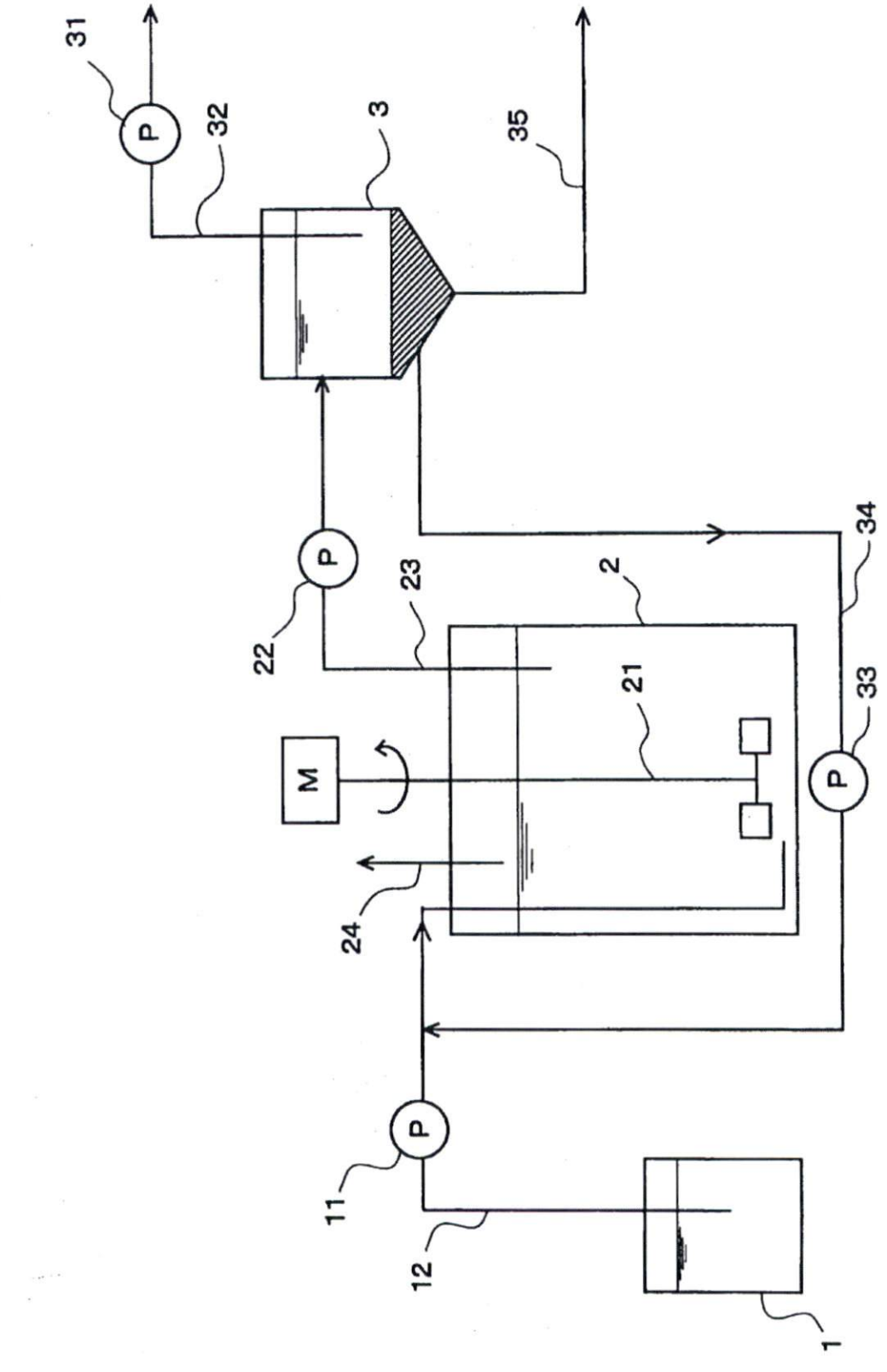
5. วิธีการสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามข้อใดข้อหนึ่งของข้อถือสิทธิที่ 2 ถึง 4 ที่ซึ่งการมีอยู่ หรือ การไม่มีอยู่ของส่วนเชื่อมต่อประสานถูกวัดโดยใช้ส่วนประกอบที่ปล่อยแสง และส่วนประกอบที่รับแสงที่ถูกจัดไว้เหนือผิวหน้าของเหลวของถังหมัก

6. วิธีการสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามข้อใดข้อหนึ่งของข้อถือสิทธิที่ 2 ถึง 5 ที่ซึ่งการมีอยู่ หรือ การไม่มีอยู่ของส่วนเชื่อมต่อประสานถูกวัดโดยใช้มาตรวัดความขุ่นจำนวนหนึ่งที่ถูกจัดไว้ในทิศทางความสูงไปทางด้านล่างจากผิวหน้าของเหลวของน้ำยาเลี้ยงเชื้อการหมักแอลกอฮอล์ในถังหมัก

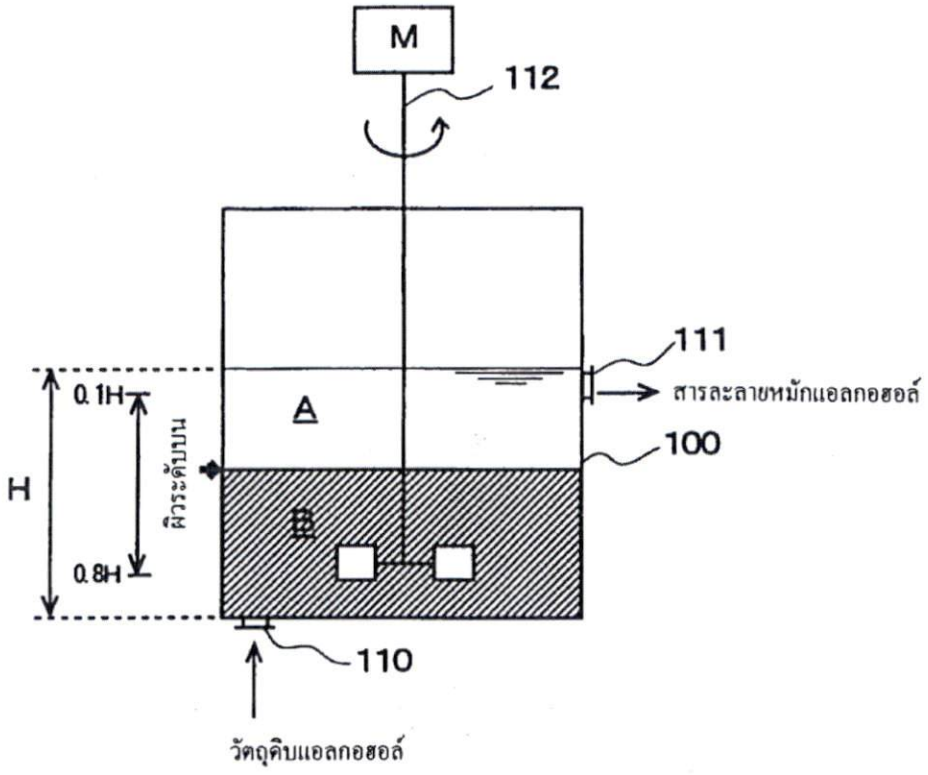
7. วิธีการสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามข้อใดข้อหนึ่งของข้อถือสิทธิที่ 1 ถึง 6 ที่ซึ่งการรวมเข้ากันของยีสต์เซลล์เฉลี่ยในถังหมัก คือ 28 ถึง 178 กรัม (น้ำหนักแห้ง)/ลิตร

8. วิธีการสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องตามข้อใดข้อหนึ่งของข้อถือสิทธิที่ 1 ถึง 7 ที่ซึ่งการไหลของเหลวด้วยแรงถูกสร้างขึ้นในส่วนล่างของถังหมักตามหลักการโดยวิถีทางของการหมุนของเครื่องกวน

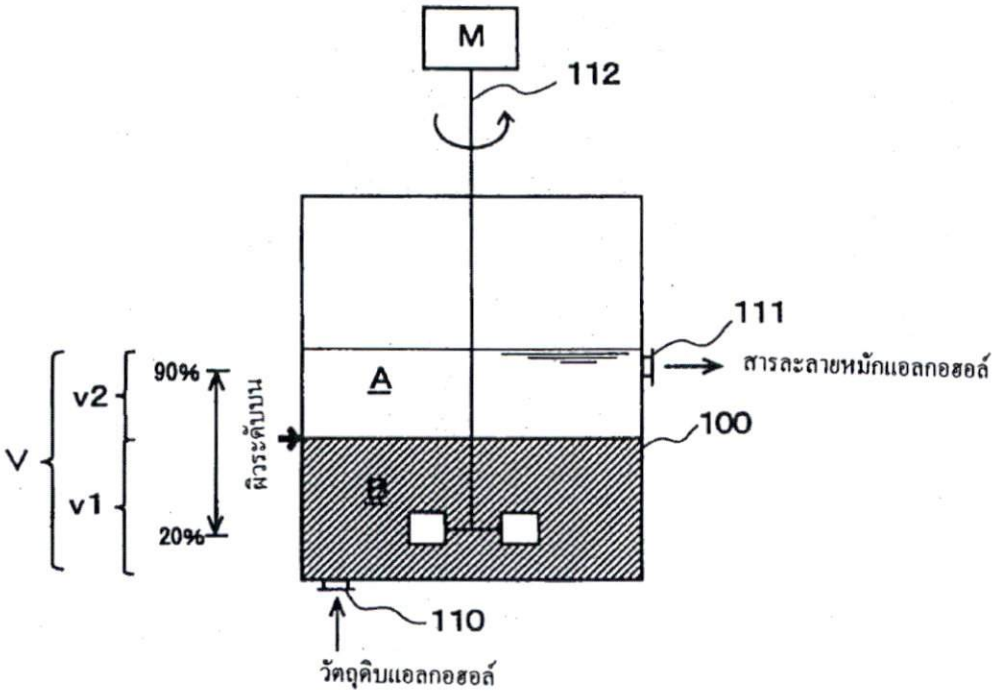
รูปที่ 1



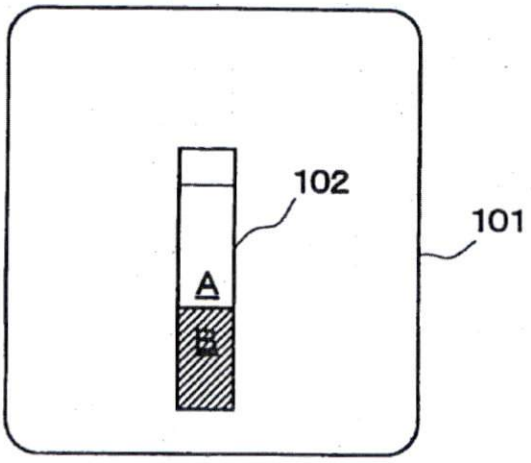
รูปที่ 2


M
112
111
สารละลายหมักแอลกอฮอล์
100
A
B
0.1H
H
ผิวระดับบน
0.8H
110
วัตถุดิบแอลกอฮอล์

รูปที่ 3


M
112
111
สารละลายหมักแอลกอฮอล์
A
100
B
V
v2
v1
90%
20%
ผิวระดับบน
110
วัตถุดิบแอลกอฮอล์

รูปที่ 4



บทสรุปการประดิษฐ์

เป็นการนำเสนอวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่อง ซึ่งมีคุณสมบัติผลิตเอทานอลในปริมาณที่สูง และมีการกำหนดอัตราการรีไซเคิลกับขอบเขตที่เหมาะสมของอัตราเจือจางสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องที่มีการรีไซเคิลจุลินทรีย์

เป็นวิธีการผลิตแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องซึ่งเป็นวิธีที่มีการทำให้ยีสต์ที่มีสมบัติรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนอยู่ภายในถังหมักแล้วป้อนวัตถุดิบสำหรับผลิตแอลกอฮอล์ลงในถังหมักและดำเนินการหมักแอลกอฮอล์ จากนั้นดำเนินการดึงเอาอาหารเพาะเชื้อที่มีแอลกอฮอล์ผสมออกจากถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว รวมทั้งรวบรวมยีสต์ที่อยู่ในของเหลวที่ดึงออกมาดังที่กล่าวมาแล้วและทำการรีไซเคิลจุลินทรีย์ที่จะส่งกลับไปยังถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว พร้อมกับขณะที่ดำเนินการหมักแอลกอฮอล์ต้องผลิตแอลกอฮอล์โดยทำให้เกิดการการไหลของของเหลวบริเวณส่วนล่างของถังหมักดังที่กล่าวมาแล้ว และเมื่อดำเนินการ โดยมีเงื่อนไขให้อัตราส่วนการรีไซเคิลจุลินทรีย์ (r) มีค่า $0<r< 0.4$ และให้อัตราเจือจาง D(h^{-1}) มีค่า $0.2\leq D \leq 0.3$ จะทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตแอลกอฮอล์ (กรัม/ลิตร·ชั่วโมง) มีค่ามากกว่า 15 กรัม/ลิตร·ชั่วโมง ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะ

[รูปที่เลือก] รูปที่ 1