

Juli 1995 / 304 P/W

**Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft
CH-3097 Liebefeld-Bern**

Prüfung von wilden Propionsäurebakterien-Stämmen im Emmentaler Modellkäse

H.P. Bachmann und D. Isolini



Prüfung von wilden Propionsäurebakterien-Stämmen im Emmentaler Modellkäse

H.P.BACHMANN und D.ISOLINI
Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft
3097 Liebefeld-Bern

Eingereicht am 24.1.1995

Die vorliegende Arbeit beschreibt einen Teilschritt bei der Entwicklung einer alternativen Propionsäurebakterien-Kultur für das Versandangebot der Forschungsanstalt für Milchwirtschaft. Eine Auswahl von Wildstämmen wurde auf ihre Eignung für den Einsatz in einer Propionsäurebakterien-Kultur für Emmentaler Käse hin überprüft. Die beobachteten grossen Unterschiede beim Gärverhalten im Käse zwischen den verschiedenen Stämmen standen in direktem Zusammenhang mit ihrer systematischen Einteilung. Die Stämme der Art *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* zeigten einen langsamen Gärverlauf, die Stämme der Art *P.acidipropionicii* bewirkten eine zu schwache Propionsäuregärung und der Stamm der Art *P.freudenreichii* ssp. *freudenreichii* wies ein ähnliches Verhalten auf wie die aktuelle Propionsäurebakterien-Kultur im Versandangebot der Forschungsanstalt.

Einleitung

In den letzten Jahren wurde festgestellt, dass in der Dürrfütterungsperiode die

Propionsäuregärung im Emmentaler Käse zu intensiv erfolgte. In der Praxis wurde der Wunsch nach geeigneten Instrumenten zur Verlangsamung der Propionsäuregärung laut. Die Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (FAM) handelte in zwei Bereichen:

1. Entwicklung von Zusatzkulturen zur Beeinflussung der Gärgeschwindigkeit im Käse

2. Bereitstellen einer Propionsäurebakterien-Kultur mit einem eher langsameren Gärverhalten.

Mitte 1993 wurde deshalb beschlossen, die für die Entwicklung einer Propionsäurebakterien-Kultur notwendigen Arbeiten in Angriff zu nehmen. Als Ziel wurde dabei eine Kultur skizziert, die zu einer eher langsamen Propionsäuregärung mit flachen Käsen führt, so dass eventuell auf den Einsatz von fakultativ heterofermentativen Laktobazillen verzichtet werden könnte.

In der Folge wurden aus Gebieten, in denen keine Propionsäurebakterien-Kulturen zum Einsatz gelangen, Wildstämmen isoliert, in den mikrobiologischen Laboratorien einer ersten Auswahl unterzogen und 14 Stämme für die Modellkäsefabrikation bestimmt. Das Ziel dieser Versu-

che war eine rasche und gesicherte Aussage über die Eignung der Wildstämmen für eine Prüfung in der Versuchskäserei Uettligen.

Material und Methoden

Bakterienstämmen

Die Wildstämmen wurden aus verschiedenen Rohmilchkäsen, ausser aus Emmentaler Käsen auf Na-Laktat-Agar (Na-Laktat-Lösung Merck 24 mL, Casein-Pepton tryptisch 30 g, Hefenextrakt 30 g, Agar-Agar technisch 12 g, Aqua dest. 1 L) unter Anaerobiose bei 30°C, isoliert.

Stammdifferenzierung

Die Differenzierung der Stämme erfolgte im Rahmen einer Dissertationarbeit (1) aufgrund des Abbaues verschiedener Substrate (biochemische Reihe in Mikrotiterplatten) und des Verhältnisses der Fettsäuren in der Zellmembran (Gaschromatographie).

Charakterisierung der Stämme

Wachstum: Bebrütung der Stämme während 5 Tagen bei 30°C in Pepton-Molke-Bouillon (Pepton aus Casein 10,0 g., Hefenextrakt 3,0 g, Molke 990 mL) und anschliessende Keimzahlbestimmung auf Na-Laktat-Agar.

Tab. 1: Keimzahl und Metabolismus der isolierten Propionsäurebakterien-Wildstammkulturen.

| Stamm | Keimzahl | flüchtige Fettsäuren | Propionat / Succinat Acetat | |
|-------|---|----------------------|-----------------------------|----------|
| Nr. | Spezies bzw. Subspezies | (logKbE/ml) | (mmol/kg) | (mmol/L) |
| 076 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 9.81 | 164.9 | 5.9 |
| 079 | <i>P. acidipropionicii</i> | 9.04 | 125.2 | 0.0 |
| 080 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 9.67 | 177.2 | 1.8 |
| 082 | <i>P. acidipropionicii</i> | 8.51 | 121.5 | 0.0 |
| 083 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 9.46 | 153.8 | 1.8 |
| 086 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 9.53 | 153.2 | 1.5 |
| 089 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>globosum</i> | 9.85 | 185.0 | 1.0 |
| 093 | <i>P. acidipropionicii</i> | 8.95 | 176.3 | 1.1 |
| 104 | <i>P. acidipropionicii</i> | 8.95 | 145.5 | 0.0 |
| 107 | <i>P. acidipropionicii</i> | 9.20 | 178.2 | 0.0 |
| 109 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>freudenreichii</i> | 9.70 | 114.9 | 1.1 |
| 110 | * <i>P. freudenreichii</i> | 9.77 | 164.2 | 0.7 |
| 111 | * <i>P. freudenreichii</i> | 9.80 | 191.2 | 0.6 |
| 112 | * <i>P. freudenreichii</i> | 9.72 | 191.8 | 6.0 |

*Subspezies konnte nicht bestimmt werden

Gärverhalten: Bebrütung der Stämme während 5 Tagen bei 30°C in Pepton-Molke-Bouillon und anschliessende Bestimmung der gebildeten flüchtigen Fettsäuren in der Nährbouillon mittels Gaschromatographie.

Bildung von Succinat: Bebrütung der Stämme während 5 Tagen bei 30°C in Pepton-Molke-Bouillon und anschliessende enzymatische Bestimmung des gebildeten Succinates mit Succinyl-CoA-Synthetase.

Auf der Basis dieser Erkenntnisse wurden 14 Stämme für die Käsefabrikation ausgewählt.

Käsefabrikation

Die Käsefabrikation erfolgte aus je 120 L Rohmilch nach der bewährten von Bachmann (2) beschriebenen Modell-Emmentaler-Technologie. Die verschiedenen Propionsäurebakterien-Kulturen wurden zusammen mit dem Lab in Mengen von 1/4 Tropfen pro Kessi (entspricht ca. 500-1000 Keime / mL) eingesetzt. Als Kontrolle diente die Propionsäurebakterien-Versandkultur der FAM. Auf den Zusatz von fakultativ heterofermentativen Laktobazillen wurde bewusst verzichtet.

Resultate und Diskussion

Charakterisierung der Propionsäurebakterien-Wildstämme

Die 14 isolierten Wildstämme wurden differenziert und ihr Wachstum und Stoffwechsel in Laboruntersuchungen charakterisiert (Tab.1).

P.acidipropionicii erreichte im Vergleich mit den anderen untersuchten Propionsäurebakterien ausnahmslos weniger hohe Keimzahlen (Tab.1). Beim Metabolismus fallen die grossen Unterschiede auf, ohne dass es möglich wäre diese mit der systematischen Einteilung zu erklären. Vier der fünf untersuchten Stämme von *P.acidipropionicii* verfügen offenbar nicht über die Möglichkeit der Succinatbildung

Gärverhalten im Käse

Die bakteriologische Qualität der Kessmilch kann sowohl in der ersten Versuchswoche mit 24'000 aeroben mesophilen Fremdkeimen, 9'100 salztoleranten Keimen, 5 Enterobacteriaceae und 5 Propionsäurebakterien pro mL, wie auch in der zweiten Versuchswoche mit 10'000 aeroben mesophilen Fremdkeimen, 3'800 salztoleranten Keimen, 5 Enterobacteriaceae pro mL als gut eingestuft werden. Einzig die 1000 Propionsäurebakterien pro mL in der zweiten Versuchswoche genügen den Ansprüchen an eine hohe Milchqualität nicht. Die

Züchtung der Milchsäurebakterien-Kulturen entsprach den Erfahrungswerten und die routinemässigen Fabrikationskontrollen sowie die Analysen des 1 Tage alten Käses (Resultate nicht präsentiert) bestätigen einen normalen, vergleichbaren Säuerungsverlauf in allen Versuchskäsen.

Der Gärungsverlauf im Heizkeller verlief stark unterschiedlich (Tab. 2). Signifikant später setzte die Lochbildung in den Käsen mit den Stämmen 093 (*P. acidipropionicii*) und 111 (*P. freudenreichii*) ein. Die Lochbildungsdauer war nur beim Stamm 086 (*P. freudenreichii ssp. shermanii*) signifikant kürzer als bei der Prop.-Versandkultur. Viele Stämme führten hingegen zu einer deutlich längeren Lochbildungsdauer: 076 (*P. freudenreichii ssp. shermanii*), 079 (*P. acidipropionicii*), 080 (*P. freudenreichii ssp. shermanii*), 082 (*P. acidipropionicii*), 093 (*P. acidipropionicii*), 104 (*P. acidipropionicii*) und 107 (*P. acidipropionicii*). Es fällt auf, dass alle untersuchten Stämme der Spezies *P. freudenreichii ssp. shermanii*, mit Ausnahme von Stamm 086, und *P. acidipropionicii* zu einer deutlich längeren Lochbildungsdauer führten als die Spezies *P. freudenreichii ssp. freudenreichii*. Die Lochbil-

dungsdauer der untersuchten Stämme war bei *P. freudenreichii ssp. freudenreichii* 35 Tage, bei *P. freudenreichii ssp. shermanii* durchschnittlich 55 Tage und bei *P. acidipropionicii* durchschnittlich 64 Tage, wobei letztere nach dieser Zeit aus dem Heizkeller genommen wurden, ohne dass eine genügende Lochbildung stattgefunden hat. Es lässt sich demnach festhalten, dass die Intensität der Propionsäuregärung von Spezies zu Spezies und, wenn auch wesentlich geringer, innerhalb der gleichen Spezies, variiert. Die Käsequalität (Tab.3) entsprach dem aufgrund des Gärverlaufes erwarteten Bild. Sämtliche langsam gärende Stämme von *P. acidipropionicii* führten zu einer ungenügenden Lochbildung mit 1 - 10 haselnussgrossen Löchern auf der Schnittfläche und einer deutlichen Tupfenbildung. Als Tupfen werden sichtbare pigmentierte Bakterienkolonien im Käseteig bezeichnet. Es lässt sich nicht klar festhalten, ob die Tupfenbildung eine direkte Wirkung der Teststämme darstellt, oder ob sie eine indirekte Folge des langsameren Gärverlaufes ist. Die Erfahrung zeigt, dass alle Faktoren, die zu einem langsameren Gärverlauf führen, potentielle Risikofaktoren für die Tupfenbildung

Tab.2: Gärungsverlauf der mit Propionsäurebakterien-Wildstammkulturen hergestellten Käse.

| Stamm | Lochbildung im Gärkeller (Tage) | | | | | | |
|------------------------------|--|--------------------|-----------------|--------------------|----|-------|----|
| | | Beginn | | Ende | | Dauer | |
| Nr. | Spezies bzw. Subspezies | m ¹⁾ | s ²⁾ | m | s | m | s |
| 1.Versuchswoche (N=3) | | | | | | | |
| | Prop.-Versandkultur | 27 | 6 | 67 | 1 | 40 | 5 |
| 076 | <i>P. freudenreichii ssp. shermanii</i> | 28 | 4 | 83 U ³⁾ | 6 | 55 U | 8 |
| 079 | <i>P. acidipropionicii</i> | 24 | 1 | 96 U | 1 | 72 U | 2 |
| 080 | <i>P. freudenreichii ssp. shermanii</i> | 24 | 1 | 78 U | 4 | 54 U | 3 |
| 082 | <i>P. acidipropionicii</i> | 24 | 2 | 95 U | 3 | 71 U | 4 |
| 083 | <i>P. freudenreichii ssp. shermanii</i> | 24 | 2 | 69 | 23 | 45 | 23 |
| 086 | <i>P. freudenreichii ssp. shermanii</i> | 33 | 1 | 60 U | 4 | 26 U | 3 |
| 089 | <i>P. freudenreichii ssp. globosum</i> | 26 | 2 | 62 R ³⁾ | 4 | 37 | 2 |
| 2.Versuchswoche (N=2) | | | | | | | |
| | Prop.-Versandkultur | 28 | 0 | 62 | 1 | 34 | 1 |
| 093 | <i>P. acidipropionicii</i> | 37 M ³⁾ | 1 | 90 M | 1 | 53 M | 1 |
| 104 | <i>P. acidipropionicii</i> | 27 | 1 | 90 M | 1 | 63 M | 0 |
| 107 | <i>P. acidipropionicii</i> | 30 | 8 | 90 M | 1 | 60 M | 9 |
| 109 | <i>P. freudenreichii ssp. freudenreichii</i> | 26 M | 1 | 60 | 1 | 35 | 1 |
| 110 | * <i>P. freudenreichii</i> | 26 M | 1 | 62 | 9 | 37 | 8 |
| 111 | * <i>P. freudenreichii</i> | 37 M | 1 | 67 | 3 | 31 | 4 |
| 112 | * <i>P. freudenreichii</i> | 32 | 6 | 66 M | 1 | 34 | 7 |

*Subspezies konnte nicht bestimmt werden

1) m = Mittelwert

2) s = Standardabweichung

3) Signifikanter ($P \leq 5\%$) Unterschied (Alle Vergleiche erfolgen zwischen der markierten Variante und der Kontrollvariante der betreffenden Gruppe); M = Mittelwertvergleich (Student t-Test); R = Robuster Rangsummenvergleich (Mann-Whitney U-Test); U = M und R

Tab.3: Lochung in den mit Propionsäurebakterien-Wildstammkulturen hergestellten Käsen im Alter von 120 Tagen.

| Stamm Nr. | Spezies bzw. Subspezies | Beurteilung der Lochung | | | Laibhöhe (cm) |
|-------------------------------|---|-------------------------|------------------------|----------------------|------------------|
| | | Note ¹⁾ | Lochzahl ²⁾ | Grösse ³⁾ | |
| 1. Versuchswoche (N=3) | | | | | |
| | Prop.-Versandkultur | 4.2 | 21 | 5.2 | 13.2 |
| 076 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 3.8 | 9 | 4.7 | 11.8 |
| 079 | <i>P. acidipropionicii</i> | 1.6 | 2 | 3.7 | 10.5 |
| 080 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 4.3 | 17 | 4.6 | 12.5 |
| 082 | <i>P. acidipropionicii</i> | 2.0 | 2 | 3.4 | 10.6 |
| 083 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 3.2 | 17 | 5.2 | 13.5 |
| 086 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 4.6 | 16 | 4.9 | 13.0 |
| 089 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>globosum</i> | 4.2 | 16 | 5.1 | 12.7 |
| 2. Versuchswoche (N=2) | | | | | |
| | Prop.-Versandkultur | 4.6 | 21 | 4.9 | 12.8 |
| 093 | <i>P. acidipropionicii</i> | 1.8 | 2 | 3.1 | 10.5 |
| 104 | <i>P. acidipropionicii</i> | 2.8 | 8 | 3.5 | 11.0 |
| 107 | <i>P. acidipropionicii</i> | 2.0 | 2 | 4.3 | 11.0 |
| 109 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>freudenreichii</i> | 5.2 | 16 | 4.9 | 12.5 |
| 110 | * <i>P. freudenreichii</i> | 4.3 | 17 | 4.4 | 11.6 |
| 111 | * <i>P. freudenreichii</i> | 4.2 | 14 | 5.0 | 11.9 |
| 112 | * <i>P. freudenreichii</i> | 4.2 | 11 | 5.1 | 11.8 |

1) Noten 1 - 6: 1 = sehr schlecht, 4 = genügend, 6 = sehr gut

2) Lochzahl auf der Schnittfläche

3) Lochgrösse 2 - 8: 2 = sehr klein, 5 = normal, 8 = blastig

*Subspezies konnte nicht bestimmt werden

Tab.4: Flüchtige Fettsäuren in den mit Propionsäurebakterien-Wildstammkulturen hergestellten Käsen im Alter von 120 Tagen

| Stamm Nr. | Spezies bzw. Subspezies | Total flüchtige Fettsäuren | Ameisen- säure | Essig- säure | Propion- säure |
|-------------------------------|---|----------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | (mmol/kg) | (% d.fl.FS) | (% d.fl.FS) | (% d.fl.FS) |
| 1. Versuchswoche (N=3) | | | | | |
| | Prop.-Versandkultur | 142.0 | 1.1 | 39.0 | 59.2 |
| 076 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 126.0 | 1.8 | 37.9 | 59.3 |
| 079 | <i>P. acidipropionicii</i> | 92.5 | 3.7 | 43.7 | 51.6 |
| 080 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 138.0 | 1.8 | 39.7 | 57.9 |
| 082 | <i>P. acidipropionicii</i> | 82.5 | 3.3 | 43.4 | 52.1 |
| 083 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 149.0 | 0.8 | 37.9 | 60.5 |
| 086 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> | 140.0 | 1.1 | 37.1 | 60.8 |
| 089 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>globosum</i> | 141.0 | 1.1 | 37.2 | 60.7 |
| 2. Versuchswoche (N=2) | | | | | |
| | Prop.-Versandkultur | 137.0 | 0.0 | 37.0 | 62.4 |
| 093 | <i>P. acidipropionicii</i> | 83.1 | 1.0 | 38.7 | 59.3 |
| 104 | <i>P. acidipropionicii</i> | 102.0 | 0.8 | 37.4 | 61.0 |
| 107 | <i>P. acidipropionicii</i> | 99.4 | 1.0 | 37.9 | 60.3 |
| 109 | <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>freudenreichii</i> | 137.0 | 0.2 | 35.9 | 63.3 |
| 110 | * <i>P. freudenreichii</i> | 139.0 | 0.3 | 34.6 | 64.4 |
| 111 | * <i>P. freudenreichii</i> | 138.0 | 0.4 | 34.2 | 64.7 |
| 112 | * <i>P. freudenreichii</i> | 134.0 | 0.0 | 33.9 | 65.4 |

*Subspezies konnte nicht bestimmt werden

sind. Die Käse mit den Teststämmen von *P. freudenreichii* ssp. *shermanii* waren soweit in Ordnung, ausser einer marmorierten Verfärbung des Teiges beim Teststamm 080. Der Käse mit dem einzigen geprüften Wildstamm von *P. freudenreichii* ssp. *freudenreichii* wurde am höchsten von allen Käsen beurteilt. Die anderen vier Stämme der Spezies *freudenreichii* führten zu einer gezogenen Lochbildung und zum Teil zu Gläs.

Interessant ist, dass die Käse mit einem längeren Aufenthalt im Heizkeller einen intensiveren Eiweissabbau in die Breite vorweisen (Resultate nicht präsentiert). Diese Beobachtung wurde schon in früheren Versuchen gemacht.

Die bei der Lochbildung getätigten Beobachtungen können mit den chemischen Analysen (Tab.4) bestätigt werden. Die schwach gärende Spezies *P. acidipropionicii* bildete mit durchschnittlich 92 mmol/kg flüchtige Fettsäuren deutlich weniger als die Spezies *P. freudenreichii* ssp. *shermanii* mit 132 mmol/kg und *P. freudenreichii* ssp. *freudenreichii* mit 137 mmol/kg sowie die Prop.-Versandkultur mit 140 mmol/kg. Die verschiedenen Subspezies unterschieden sich mit durchschnittlich 1.4:1 (*P. acidipropionicii*), 1.5:1 (*P. freudenreichii* ssp. *shermanii*) bzw. 1.7:1 (*P. freudenreichii* ssp. *freudenreichii*) auch im Verhältnis Propionsäure:Essigsäure. Die Prop.-Versandkultur wies ein Verhältnis von 1.6:1 auf. Das engere Verhältnis von Propionsäure:Essigsäure bei den langsamer gärenden Stämmen, könnte seine Erklärung im Wachstum einer heterofermentativen Flora haben. Hierfür spricht auch die zum Teil grössere Menge an Ameisensäure. Die Werte an flüchtigen Fettsäuren sind bei den Modell-Emmentalern mit normalerweise 130 - 140 mmol/kg insgesamt deutlich höher als bei den Emmentalern in Originalgrösse mit empfohlenen 100 - 115 mmol/kg. Dies rührt daher, dass für die gleiche Lochbildung beim Modell-Emmentaler mehr Milchsäure vergoren werden muss, da der Gasverlust bedingt durch das grössere Oberfläche / Volumen - Verhältnis höher ist. Dass sich die Resultate unter den verschiedenen Subspezies derart deutlich unterscheiden, spricht auch dafür, dass der hohe Gehalt an Propionsäurebakterien in der Kessmilch in der 2. Versuchswoche (1000/mL) das Gärgeschehen nur unwesentlich beeinflusste. Die Qualität des Geschmackes war bei allen Käsen mit Noten zwischen 3.7 und 4.5 (1 = schlecht, 4 = genügend, 6 = sehr gut) in einem sehr engen Bereich.

Auf Anregung der Arbeit von Sebastiani (3) wurde auch die Succinatbildung untersucht. Die Unterschiede beim Succinat (3.8 - 9.2 mmol/kg) stehen in keinem Zusammenhang mit dem Gärverlauf oder

mit der Subspezies. Immerhin lässt sich festhalten, dass Succinat eine ziemlich konstante Grösse zu sein scheint. So führte die Prop.-Versandkultur in diesem Versuch zu einem Succinatgehalt im 4-monatigen Käse von 8.9 bzw. 9.6 mmol/kg.

Schlussfolgerungen

Das Gärverhalten der wilden Propionsäurebakterien-Stämme in Modell-Emmentalerkäse stand in engem Zusammenhang mit ihrer Einteilung in die verschiedenen Subspezies:

Drei der vier untersuchten Stämme von *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* zeigten den erwünschten langsameren Gärverlauf. Die Käsequalität war, ausser einer Teigverfärbung in einem Falle, mindestens so gut wie die Kontrolle. Diese Stämme sind folglich, als Einzelstämme und in Kombination, in der Versuchskäserei Uetligen weiterzuprüfen.

Propionibacterium acidipropionicii bewirkte eine zu schwache, ungenügende Propionsäuregärung. Die Folgen waren eine ungenügende Lochbildung und das Auftreten von Tupfen im Käseteig. Es ist zu prüfen, ob diese Mängel durch eine stark erhöhte Impfmenge in die Kessmilch beseitigt werden können.

Der einzige untersuchte Stamm von *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* zeigte ein ähnliches Gärverhalten wie die Prop.-Versandkultur und bietet sich deshalb als gleichwertige Alternative an.

Bei den Stämmen der Spezies *Propionibacterium freudenreichii*, bei denen die

Bestimmung der Subspezies mit der gewählten Methodik nicht möglich gelang, war die Propionsäuregärung zu intensiv, so dass gezogene Löcher und Gläs auftraten.

Das weitere Vorgehen verläuft in drei Richtungen: Prüfung der erfolgversprechenden Stämme in der Versuchskäserei Uetligen, Prüfung von 14 weiteren Wildstämmen in der Modellkäserei und Wiederholung der Versuche mit den Stämmen, die Tupfen ergaben, wobei die Impfmenge dabei stark erhöht wird.

Dank

Allen Mitarbeiter/-innen, die zum Gelingen dieses Versuches beigetragen haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Literatur

- 1 JAKOB, C.: Differenzierung von Propionsäurebakterien aufgrund methylierter Acyl- und Etherkomponenten mittels Gaschromatographie. Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Universität Bern, 1994.
- 2 BACHMANN, H.P.; PUHAN, Z.: Verhalten von potentiell humanpathogenen Bakterien in Hart- und Halbhartkäse aus Rohmilch. Schweiz. Milchw. Forschung. 23 (3) 54-61 (1994)
- 3 SEBASTIANI, H.; BADER, T.: Stoffwechsel von Propionsäurebakterien. Milchwirtschaftliche Berichte der Forschungsanstalten Wolfpassing und Rotholz. 112, 137-140 (1992).

Resumé

Etude de souches de bactéries propioniques sauvages dans l'Emmental

H.P. BACHMANN et D. ISOLINI

Schweiz. Milchw. Forschung 24 (2) 19 - 22 (1995)

Le présent travail décrit une des étapes de l'évolution d'une culture alternative de bactéries propioniques, culture destinée à venir compléter l'offre de la Station fédérale de recherches laitières. Notre étude avait pour but de vérifier si les souches sauvages présélectionnées conviennent à la culture de bactéries propioniques pour la fabrication de l'Emmental. Les grandes différences observées entre les diverses souches lors du processus de fermentation dans le fromage étaient en relation directe avec leur classification systématique. Les souches du type *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* ont engendré une fermentation plus lente, celle du type *P. acidipropionicii* une fermentation insuffisante et le souche du type *P. freudenreichii* ssp. *freudenreichii* une fermentation semblable à celle générée par la culture de bactéries propioniques de la Station.

Summary

Trials with wild Propionibacteria strains in Emmental cheese

H.P. BACHMANN and D. ISOLINI

Schweiz. Milchw. Forschung 24 (2) 19 - 22 (1995)

This work describes a step in the development of an alternative Propionibacteria culture for shipment by the Swiss Federal Dairy Institute. A selection of wild strains were checked for their aptitude for use as a Propionibacteria culture in Emmental cheese manufacture. The large differences noted in behaviour during fermentation in cheese between the various strains is directly related to their systematic classification. Strains of *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* had a slow rate of fermentation, strains of *P. acidipropionicii* caused a poor propionic acid fermentation, whereas strains of *P. freudenreichii* ssp. *freudenreichii* were very similar to the present Propionibacteria dispatch culture.