Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Die schwierige Suche nach einer AntiProp Kultur

M.T. Fröhlich-Wyder, Th. Aeschlimann

Sbrinz-Tagung, 5. Juni 2025

www.agroscope.ch I gutes Essen, gesunde Umwelt

Agroscope

1

Fehlerbild und Einflussfaktoren

Sbrinz

Nachgärung
zu grosse Lochung
Gläs
Tupfen im Teig
süsser Geschmack
kürzerer Teig
Anstieg pH-Wert
Abbau der Milchsäure
Einfluss auf Proteolyse

Erkenntnisse aus den 1990er

Einflussfaktoren bei Sbrinz	*Grenzwert für Verhinderung Prop.Gärung*
Prop.bakterien Lieferantenmilch	*10 KBE/ml*
Prop.bakterien Verarbeitungsmilch	*10 KBE/ml*
Prop.bakterien Vorkäsbruch	*10 KBE/g*
Prop.bakterien Pressbereich (Sirte)	*< 10 KBE/g*
Ausziehtemperatur	*< 52, > 55 °C*
Wassergehalt im Käse 1 Tag	*> 360, < 390 g/kg*
Milchsäuregehalt im Käse 1 Tag	*> 135, < 150 mmol/kg*
pH-Wert im Käse 1 Tag	*< 5.22*
pH-Wert im Käse nach 4 Monaten	*< 5.50*
Kupfergehalt	*> 100, < 250 umol/kg*
a_w-Wert	*< 0.93*
WLN in % TN	*< 20 %*
NPN in % WLN	*< 58 %*
Reifungstemp., -dauer („Abschwitzen“)	*< 18 °C, kurz*

(Amrein et al., 1996)

Agroscope

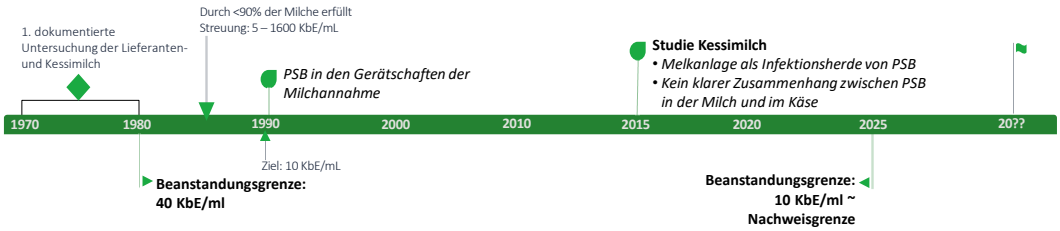
2

Sbrinz mit und ohne Nachgärung

	Ohne Nachgärung	Mit Nachgärung
1980er	PSB: log 6.58 KbE/g Succinat: 1.75 mmol/kg Propionsäure: 1.2 mmol/kg Essigsäure: 13.6 mmol/kg Schwächerer ADI Stoffwechsel Stärkerer Abbau von Alanin	PSB: log 7.16 KbE/g Succinat: 5.25 mmol/kg Propionsäure: 17.7 mmol/kg Essigsäure: 21.5 mmol/kg Kein Unterschied bzgl. Asp und Asn
1990er	PSB: log 3-4 KbE/g Propionsäure: ~2 mmol/kg	
2016	PSB: < log 6 KbE/g Propionsäure: <2 mmol/kg	PSB: log 6 – 7.7 KbE/g Propionsäure: > 2 mmol/kg Kein klarer Zusammenhang zwischen PSB in der Milch und dem Käse! Cu: < 9 mg/kg (Tendenz)

3

Lieferanten- und Kessimilch

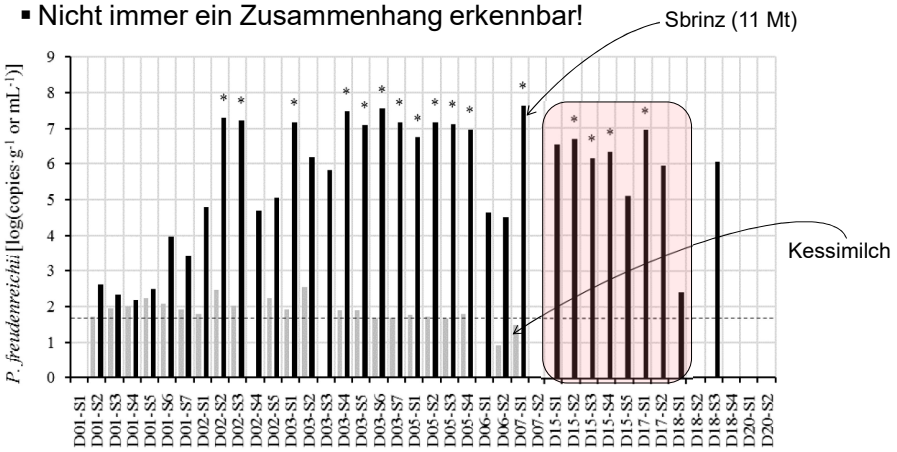


4

PSB in Milch vs. in Käse

Propionsäurebakterien

- Nicht immer ein Zusammenhang erkennbar!

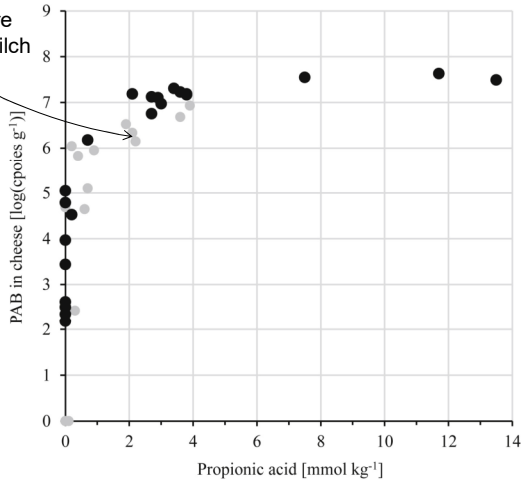


Turgay et al. (2018). IDJ 77, 80-88 https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.06.008

5

PSB und Propionsäuregärung im Käse

Keine nachweisbare PSB in der Kessimilch



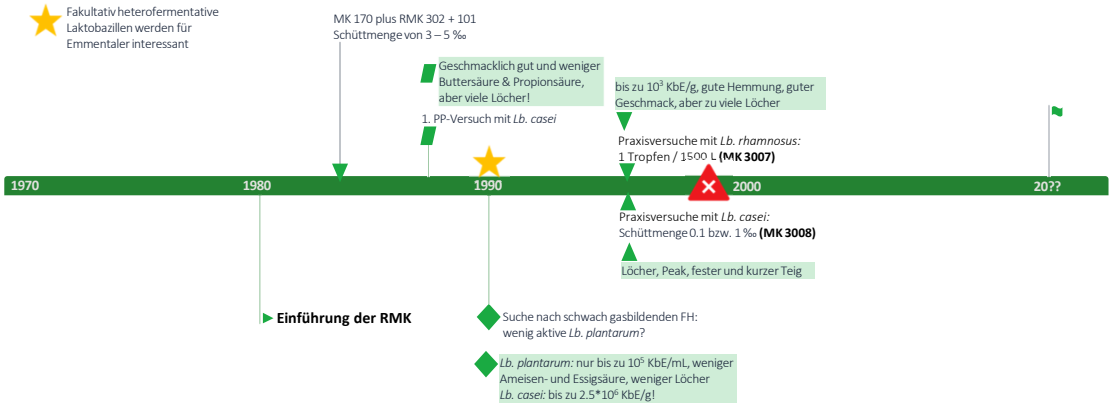
Mögliche Gründe:

- Sehr tiefe Schadensschwelle
- Grosse stammspezifische Unterschiede
- Kontamination mit PSB aus der Käsereiumgebung

Turgay et al. (2018). IDJ 77, 80-88 https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.06.008

6

Suche nach einer AntiProp Kultur im 20. Jht



7

Folgerungen aus den ersten Arbeiten

Zu Propionsäurebakterien

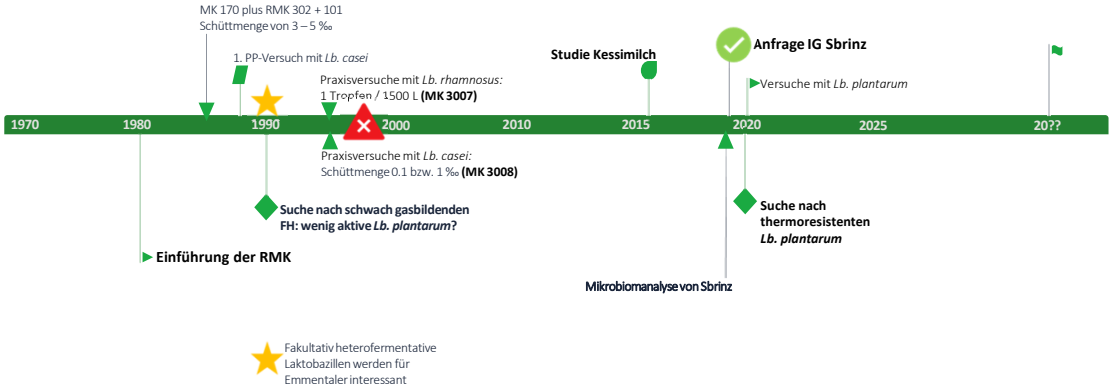
- Sehr tiefe PSB Schadensschwelle
- Grosse stammspezifische Unterschiede unter den PSB (Thermotoleranz, Aspartase-Aktivität, Abbau von Alanin, ….)
- Kein klarer Zusammenhang zwischen PSB in Milch und in Käse

Zur Suche nach einer AntiProp Kultur

- FHL können auch in Sbrinz die Brenntemperatur überleben
  - Ausnahme: *Lb. plantarum*
- *Lb. rhamnosus:* gute Hemmwirkung und gutes Flavour, aber Lochbildung!
- *Lb. casei:* Probleme in der Teigkonsistenz und Lochbildung

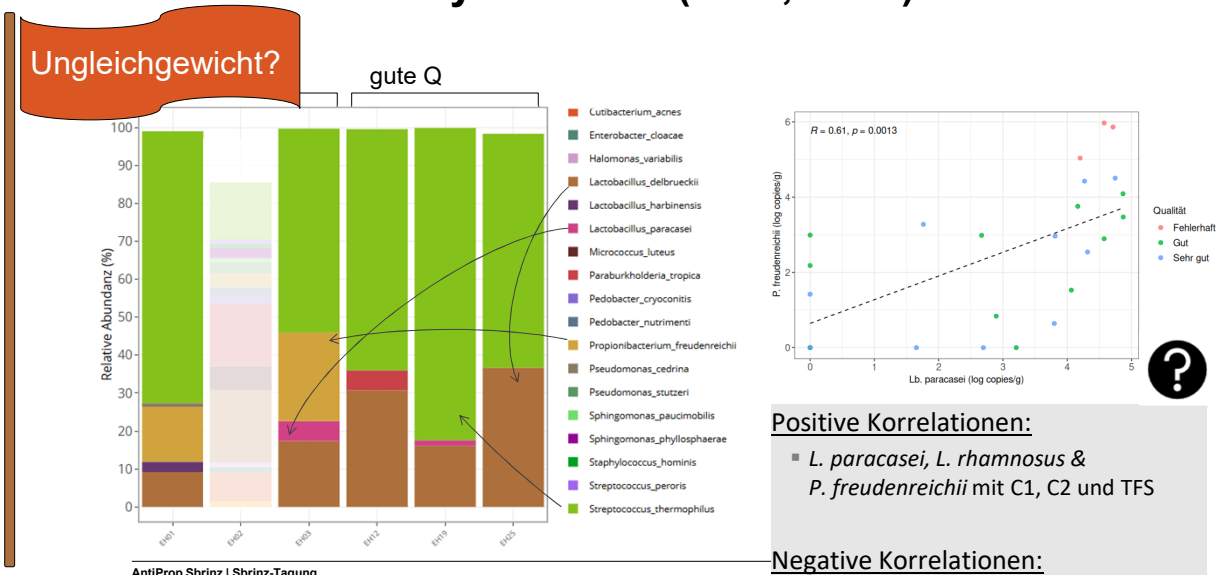
8

Die Suche wird wieder aufgenommen



9

Mikrobiom Analyse Sbrinz (RNA, 2019)



Marco Meola, 2019, Agroscope

<u>Positive Korrelationen:</u>

- *L. paracasei, L. rhamnosus &* *P. freudenreichii* mit C1, C2 und TFS

<u>Negative Korrelationen:</u>

- *L. delbrückii* mit C1, C2 und TFS

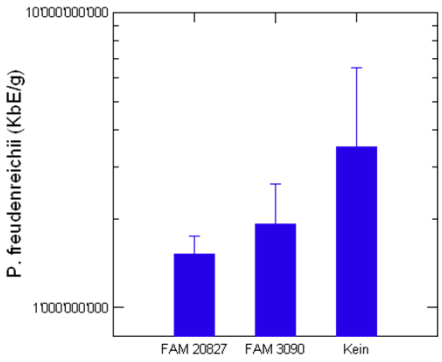
10

Lb. plantarum weckt Hoffnungen

Lactiplantibacillus plantarum

Hemmwirkung konnte in Modell-Emmentaler beobachtet werden

Konkurrenz um die beiden Vitamine Pantothensäure und Biotin, die die PSB auch benötigen

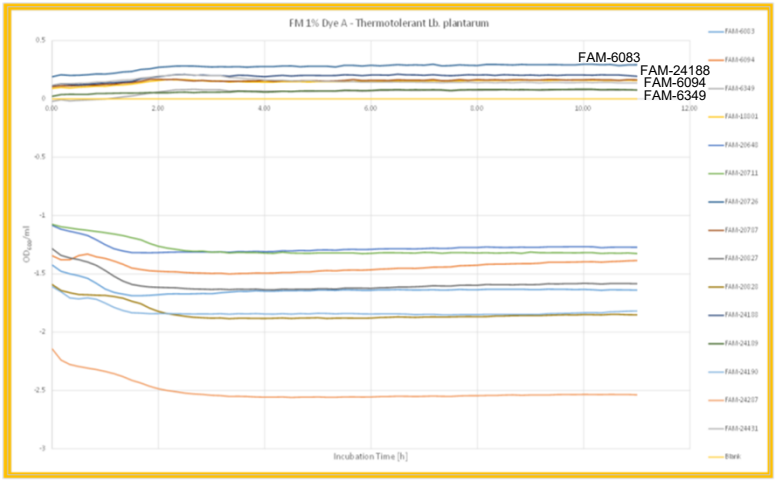


11

Suche nach thermoresistenten *Lb. plantarum*

- Screeing von 69 Stämmen
- Simulation der Temperaturführung bei der Herstellung von Sbrinz

→ 4 vielversprechende Stämme

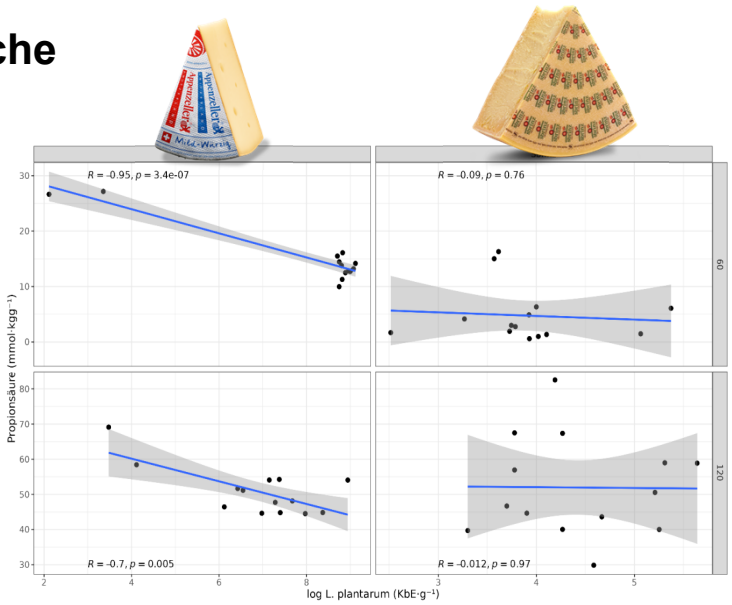


Fabio Grasso, 2020, Agroscope

12

Erste PP Versuche

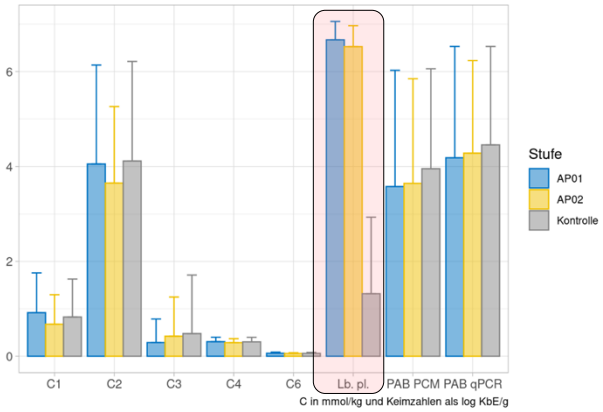
- Hemmung der Propionsäuregärung in Appenzeller: 10 – 15 mmol/kg weniger!
- Keine Hemmung des Wachstums von PSB, weder in Appenzeller noch in Sbrinz



13

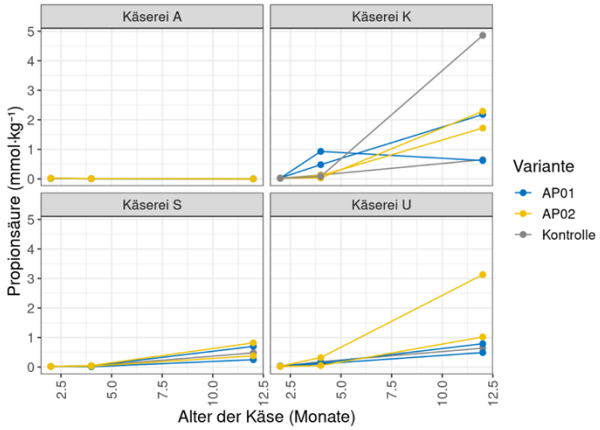
Erste Praxisversuche

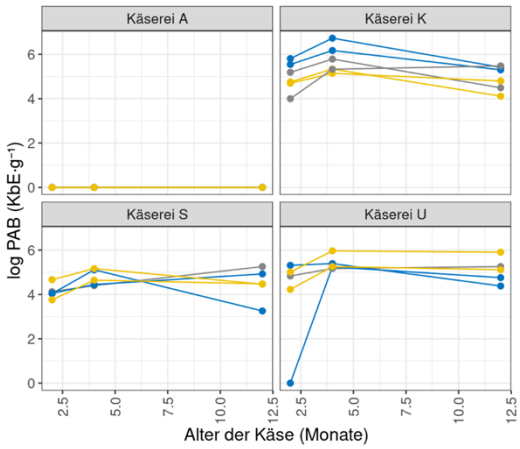
Mit den Mischkulturen AntiProp 01 & 02 (1 Sachet/1000 L)



14

Kein Effekt erkennbar

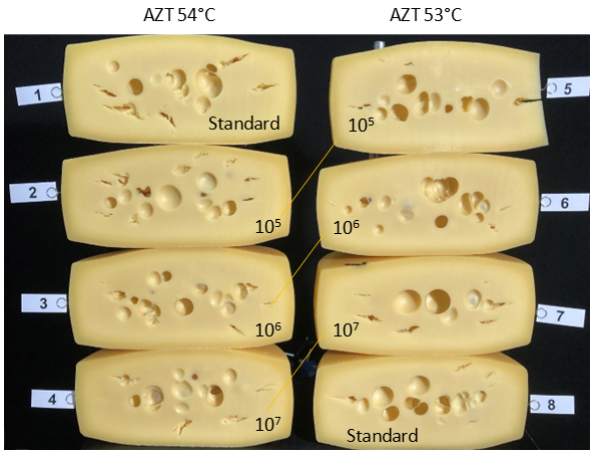




15

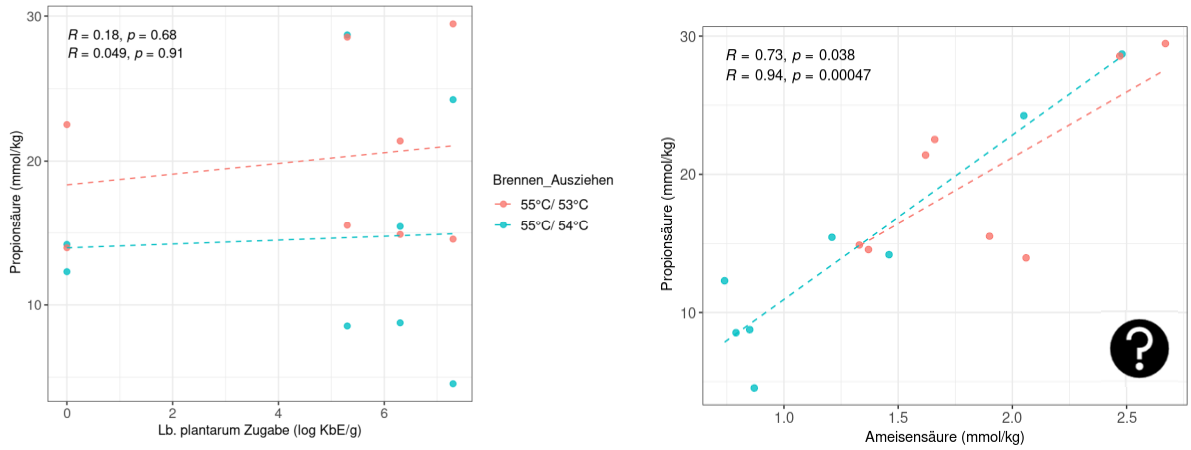
Ein letzter Anlauf

- Reduktion der Ausziehtemperatur (BT: 55°C)
- Erhöhung der Impfmenge AntiProp
- PSB: 1000 KbE/mL



16

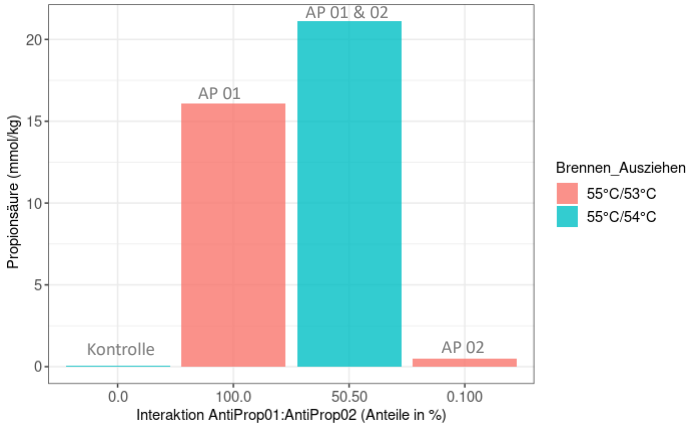
PP: Kein Effekt ...?!



17

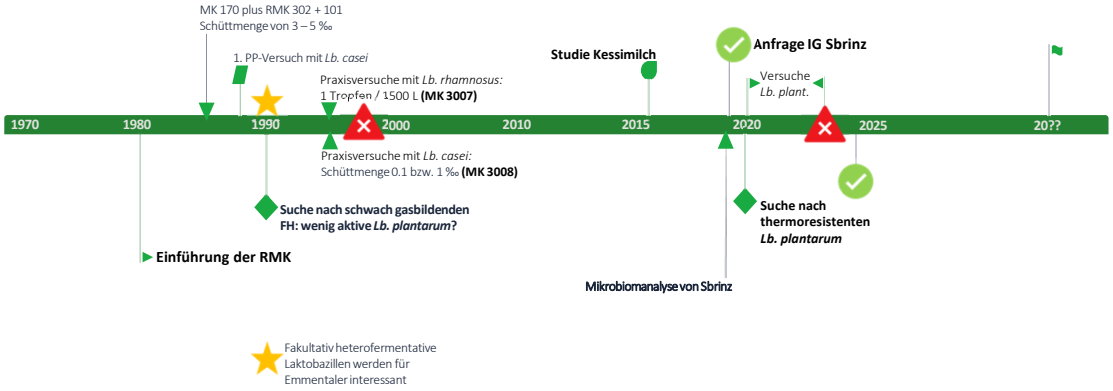
Praxis: Kein Effekt

- 3 Sachets/1000L
- Ameisensäure < 1 mmol/kg



18

Die Suche geht weiter



19

Das Feuer mit dem Feuer bekämpfen

Kontrollierbare PSB als AntiProp, um das Wachstum von nicht-kontrollierbaren PSB zu bremsen

1. Bakteriocin bildende PSB: Propionicin F
2. Isolate aus Sbrinz: PSB sind stark gewachsen, haben aber kaum Propionsäure gebildet

Zurück zu den Anfängen

Lb. rhamnosus hatte in den 1990er gute Ergebnisse bzgl. Hemmung und Flavour, einzig die Lochbildung war ein Problem

- Praxisversuch planen: Rückzug Emmi

20

Propionicin F bildender Stamm: kein Effekt

- *P. freudenreichii* CIRMBIA134 bildet Propionicin F (einziger bekannte Stamm).
- Propionicin F wirkt gegen PSB
- CIRMBIA134 ist selber resistent

AntiProp, Prop (N = 2)	C1	C2	C3*	C4	C6***	IC4	IC5	TFS
Mit, Prop 01	0.12	53.7	104.8 [a]	0.56	0.18 [b]	0.02	0.05	159.4
Mit, Prop 23	0.12	41.7	79.7 [a]	0.82	0.31[a]	0.01	0.04	122.7
Mit, Prop 96	0.12	48.6	96.4 [a]	0.53	0.19 [b]	0.01	0.04	145.9
Ohne, Prop 01	0.12	53.8	100.5 [a]	0.56	0.21 [bc]	0.02	0.06	155.3
Ohne, Prop 23	0.13	39.1	75.1 [a]	0.74	0.29 [ac]	0.01	0.03	115.4
Ohne, Prop 96	0.11	50.5	105.1 [a]	0.49	0.15 [b]	0.01	0.03	156.4

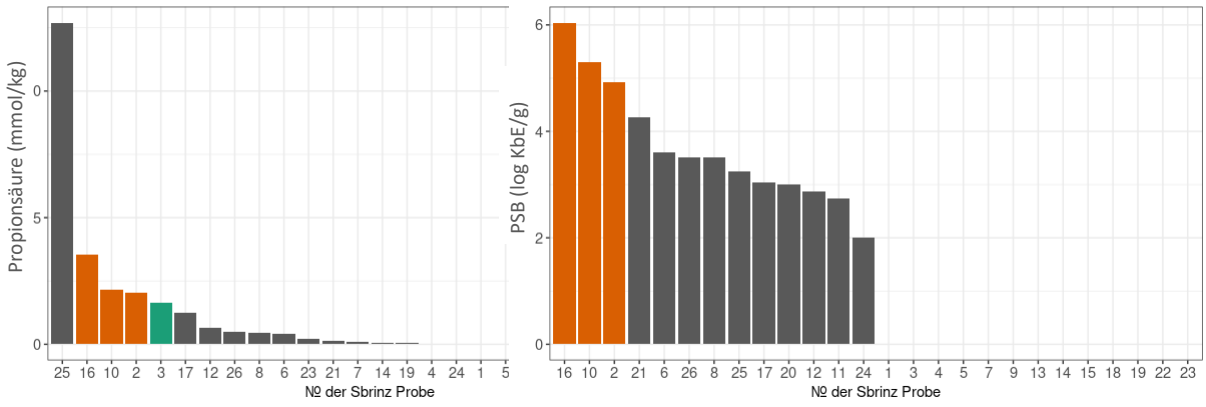
Ohne Mit

21

Charakterisierung von Sbrinz (18 Mt)

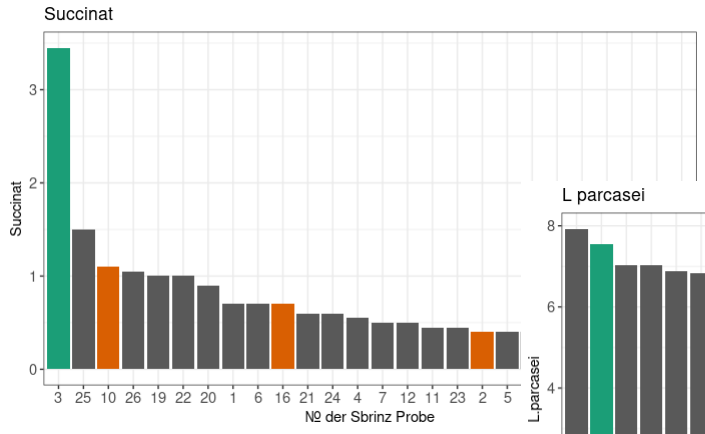
Suche nach AntiProp PSB

- 18 Mt alte Sbrinz wurden im Sommer 2024 untersucht
- Aus Sbrinz mit viel PSB, aber wenig Propionsäure

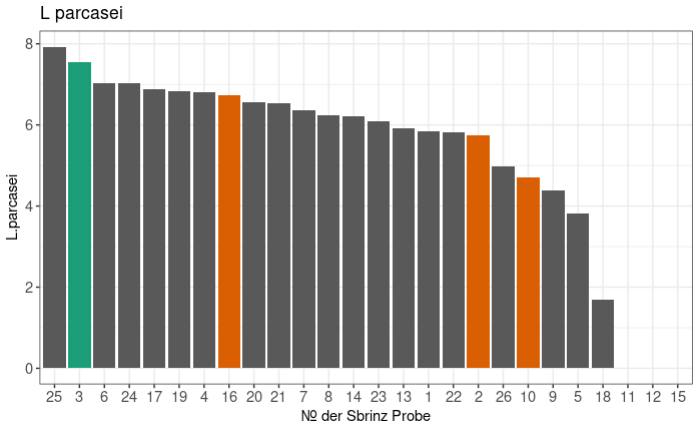


22

Weiterer interessanter Sbrinz

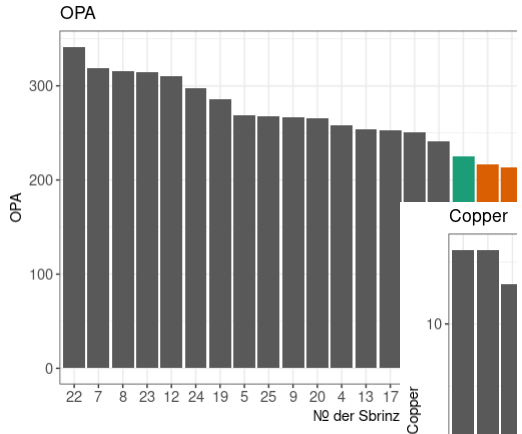


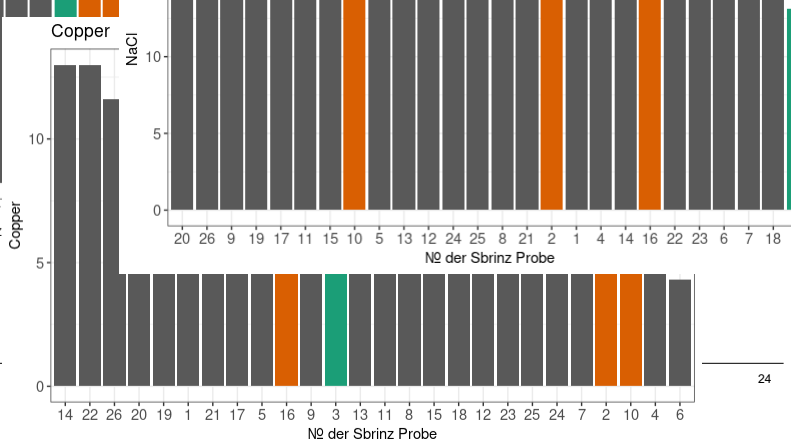
- Nº 3:
  viel *Lb. paracasei*,
  wenig Propionsäure,
  keine PSB



23

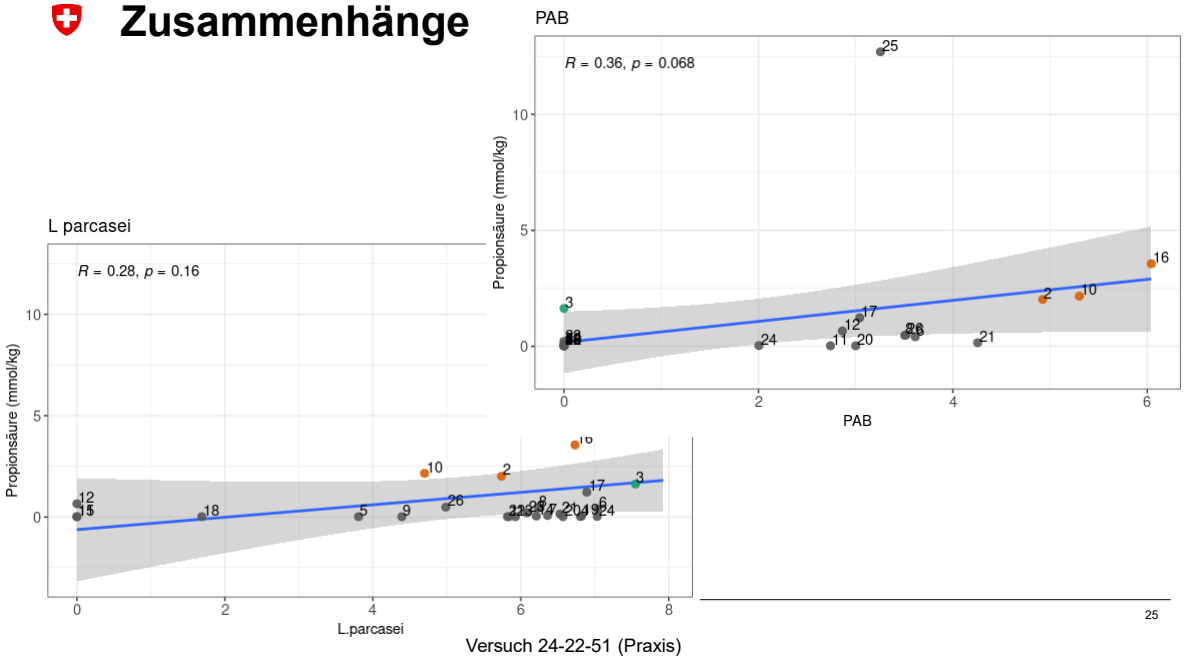
Interessante Ergebnisse





24

Zusammenhänge



Versuch 24-22-51 (Praxis)

25

PP Versuch mit Modell-Emmentaler 1

EH-Nr.	Tag	Kessi	AntiProp-PSB (100 KbE/mL)	PSB-Kultur (1000 KbE/mL)
1	1	1	Nr. 2	Prop 01
2	1	2	Nr. 10	Prop 01
3	1	3	Nr. 16	Prop 01
4	1	4	Keine	Prop 01
5	1	5	Nr. 2	Prop 96
6	1	6	Nr. 10	Prop 96
7	1	7	Nr. 16	Prop 96
8	1	8	Keine	Prop 96
9	2	1	Nr. 2	Prop 01
10	2	2	Nr. 10	Prop 01
11	2	3	Nr. 16	Prop 01
12	2	4	Keine	Prop 01
13	2	5	Nr. 2	Prop 96
14	2	6	Nr. 10	Prop 96
15	2	7	Nr. 16	Prop 96
16	2	8	Keine	Prop 96

Versuch 25-22-03 (PP)

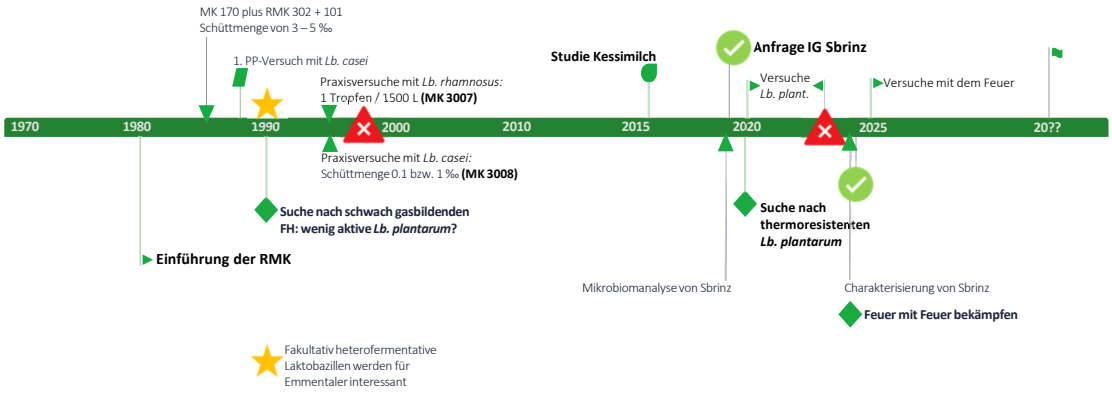
26

PP Versuch mit Modell-Emmentaler 2

EH-Nr.	Tag	Kessi	AntiProp-Lparacasei (10^5 KbE/mL)	PSB-Kultur (1000 KbE/mL)
1	1	1	Nr. 3 aus Sbrinz	Prop 01
2	1	2	MK 3010	Prop 01
3	1	3	MK 3008	Prop 01
4	1	4	Keine	Prop 01
5	1	1	Nr. 3 aus Sbrinz	Prop 96
6	1	2	MK 3010	Prop 96
7	1	3	MK 3008	Prop 96
8	1	4	Keine	Prop 96
9	2	1	Nr. 3 aus Sbrinz	Prop 01
10	2	2	MK 3010	Prop 01
11	2	3	MK 3008	Prop 01
12	2	4	Keine	Prop 01
13	2	1	Nr. 3 aus Sbrinz	Prop 96
14	2	2	MK 3010	Prop 96
15	2	3	MK 3008	Prop 96
16	2	4	Keine	Prop 96

27

Stand heute



28

Was wir heute sagen können

Zu Propionsäurebakterien

- Die PSB Schadensschwelle ist sehr tief (< 10 KbE/mL)
- Es bestehen grosse stammspezifische Unterschiede unter den PSB (Thermotoleranz, Aspartase-Aktivität, Abbau von Alanin, ….)
- Nicht immer ist ein Zusammenhang zwischen PSB in der Milch und im Sbrinz erkennbar
- Nicht immer ist ein Zusammenhang zwischen dem Wachstum der PSB im Käse und der gebildeten Propionsäure gegeben
- In Sbrinz guter Qualität wurden höhere Anteile an *Lb. delbrückii* und *Str. thermophilus* am Mikrobiom gefunden

Agroscope

29

Was wir heute sagen können

Zur Suche nach einer AntiProp Kultur

- FHL können auch in Sbrinz die Brenntemperatur überleben
  - Ausnahme: *Lb. plantarum*
- *Lb. rhamnosus* hat eine gute Hemmwirkung, trägt zu gutem Flavour bei, aber bildet Löcher
- *Lb. casei* scheint zu problematischer Teigkonsistenz zu führen und bildet auch Löcher
- Thermoresistente *Lb. plantarum* können die Propionsäuregärung in Sbrinz nicht hemmen
- Es wurde in mehreren Fällen eine positive Korrelation zwischen Ameisen- und Propionsäure gefunden.

Agroscope

30

Weiteres Vorgehen

Auf dem Weg zu einer AntiProp Kultur

- Auswertung der laufenden Versuche
- Versenden der Ergebnisse aus der Charakterisierung an die Käsereien
- Aufnahme des Zieles in das neue Arbeitsprogram 2026 – 2029

31

Mitwirkende und Dank

Mitwirkende

- M. Turgay
- H. Berthoud
- H.P. Bachmann
- T. Aeschlimann
- M.T. Fröhlich

Dank geht an die Gruppen

- Inhaltsstoffe
- Biochemie der Milch und Milchprodukte
- Verfahrenstechnologie

32

Agroscope
Danke für Ihre Aufmerksamkeit
Marie Therese Fröhlich
marie-therese.froehlich@agroscope.admin.ch
Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt
www.agroscope.admin.ch

33