DIN EN ISO 23691:2026-11 (D)

Mikrobiologie der Lebensmittelkette - Bestimmung und Verwendung von Kardinalwerten (ISO 23691:2026); Deutsche Fassung EN ISO 23691:2026

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 7

Vorwort 8

Einleitung 9

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 11

4 Kurzbeschreibung 16
4.1 Allgemeines 16
4.2 Gamma-Funktionen 17
4.2.1 Allgemeines 17
4.2.2 Beschreibung der Auswirkungen der Temperatur 17
4.2.3 Beschreibung der Auswirkungen des pH-Werts 18
4.2.4 Beschreibung der Auswirkungen von a_w 19
4.2.5 Beschreibung der Auswirkungen von Konzentrationen von Hemmstoffen 21
4.3 Prozess der Kardinalwert- und Lebensmittel-Korrekturfaktor-Bestimmung 21
4.4 Bestimmung der maximalen spezifischen Wachstumsrate 22
4.4.1 Allgemeines 22
4.4.2 Binäres Verdünnungsverfahren auf OD-Basis 22
4.4.3 Direktes Ausstrichverfahren 23
4.5 Bestimmung der Kardinalwerte 24
4.6 Korrekturfaktorbestimmung 25
4.7 Validierung 26
4.8 Verwenden von Kardinalwerten und Lebensmittel-Korrekturfaktor in Vorhersagen 27

5 Reagenzien und Materialien 28

6 Gerät 28

7 Versuchsanordnung und Datenerhebung 29
7.1 Allgemeines 29
7.2 Herstellung von Kultur und Medium 29
7.2.1 Wahl und Lagerung des untersuchten Stamms 29
7.2.2 Herstellung und Beimpfung der mikrobiellen Kultur 30
7.2.3 Herstellung der modifizierten Nährbouillon 30
7.3 Niveaus nach Faktor zum Schätzen von Kardinalwerten 31
7.3.1 Allgemeines 31
7.3.2 Temperatur 32
7.3.3 pH 33
7.3.4 Wasseraktivität 34
7.3.5 Hemmstoffe 35
7.4 Versuchsanordnung zum Schätzen der maximalen spezifischen Wachstumsrate mit dem binären Verdünnungsverfahren auf OD-Basis 36
7.5 Versuchsanordnung zum Schätzen der maximalen spezifischen Wachstumsrate mit dem direkten Ausstrichverfahren 37
7.6 Bestimmung des Lebensmittel-Korrekturfaktors auf der Grundlage eines Challenge-Tests 37

7.7 Validierung ... 38
8 Angeben der Ergebnisse: Schätzung der Wachstumsparameter ... 39
8.1 Allgemeines ... 39
8.2 Beurteilung der maximalen spezifischen Wachstumsrate bei jedem Niveau von intrinsischen oder extrinsischen Faktoren (erster Schritt) ... 39
8.2.1 Allgemeines ... 39
8.2.2 Beurteilung von maximalen spezifischen Wachstumsraten anhand von direkten Ausstrichdaten ... 39
8.2.3 Beurteilung von maximalen spezifischen Wachstumsraten durch das binäre Verdünnungsverfahren auf OD-Basis ... 40
8.3 Beurteilung von Kardinalwerten und der optimalen Wachstumsrate in Bouillon μ_{Broth} (zweiter Schritt) ... 40
8.4 Beurteilung von C_f (dritter Schritt) ... 41
8.5 Validierung (vierter Schritt) ... 42
9 Verwenden von Kardinalwerten zum Durchführen von Vorhersagen des mikrobiellen Wachstums ... 42
9.1 Allgemeines ... 42
9.2 Voraussetzungen für Wachstumsvorhersagen ... 43
9.3 Verwenden von Kardinalwerten zum Simulieren von Wachstum ... 44
9.3.1 Wachstumssimulation bei einer vorgegebenen statischen Temperatur ... 44
9.3.2 Wachstumsvorhersage mit einem dynamischen Zeit-Temperatur-Szenario ... 46
9.3.3 Wachstumssimulation unter statischen Bedingungen von Temperatur, pH und a_w ... 46
10 Untersuchungsbericht ... 48
11 Qualitätssicherung ... 49
Anhang A (informativ) Unverbindliche und nicht vollständige Liste von Werkzeugen für Primär- und Sekundäranpassungen und Simulationen ... 50
Anhang B (informativ) Leitfaden zum Ermitteln von verschiedenen a_w-Werten beim Verwenden von verschiedenen feuchtigkeitsbindenden Mitteln in Bouillon ... 55
Anhang C (informativ) Wachstumsratenbestimmung ... 56
C.1 Beurteilung von maximalen spezifischen Wachstumsraten durch das binäre Verdünnungsverfahren auf OD-Basis ... 56
C.2 Beurteilung von maximalen spezifischen Wachstumsraten anhand von direkten Ausstrichdaten ... 57
Anhang D (informativ) Plattenanordnung ... 60
Anhang E (informativ) Beispiel für die Verwendung von Kardinalwerten für die Wachstumssimulation und deren Variation ... 61
Literaturhinweise ... 64

Bilder

Bild 1 — Mikrobielle Wachstumskinetik, aufgetragen als Plattenauszählungsergebnisse in ln (KBE/g oder /ml) gegen die Zeit (h) ... 24
Bild 2 — Versuchsanordnung zur Bestimmung von Kardinalwerten für die Temperatur ... 33
Bild 3 — Versuchsanordnung zur Bestimmung von Kardinalwerten für pH ... 34
Bild 4 — Versuchsanordnung zur Bestimmung von Kardinalwerten für die Wasseraktivität ... 35
Bild 5 — Versuchsanordnung zur Bestimmung der minimalen Hemmkonzentration (MIC) ... 36

Bild 6 — Darstellung einer Sekundärmodellanpassung mit dem nlsMicrobio-R-Paket 41

Bild 7 — Darstellung einer Wachstumssimulation (durchgezogene Linie) in einem Lebensmittelerzeugnis bei 9 °C 45

Bild 8 — Darstellung einer Wachstumssimulation (durchgezogene Linie) in einem Lebensmittelerzeugnis mit einem dynamischen Temperaturprofil (gestrichelte Linie) 46

Bild 9 — Darstellung einer Wachstumsvorhersage in einem Lebensmittelerzeugnis 48

Bild C.1 — Darstellung von aufeinander folgenden Verdünnungskinetiken, ermittelt mit dem binären Verdünnungsverfahren auf OD-Basis 57

Bild C.2 — Lineare Regression an den Daten (ln der Verdünnungen aufgetragen gegen die Erfassungszeiten (h)) zum Ableiten der Steigung, welche der maximalen spezifischen Wachstumsrate *(μ_{max}, h^{-1})* entspricht 57

Bild C.3 — Beispiel für das Anpassen von Plattenzählungs-Wachstumsdaten unter Verwendung von frei verfügbaren Werkzeugen 58

Bild E.1 — Verteilung der Temperatur und die resultierende Verteilung der maximalen spezifischen Wachstumsraten 62

Bild E.2 — Darstellung einer Wachstumssimulation in einem Lebensmittelerzeugnis, wenn der extrinsische Faktor Lagertemperatur statisch ist, aber eine gewisse Variabilität von Produkt zu Produkt aufweist 63

Tabellen

Tabelle 1 — Parameterschätzung mit R 41

Tabelle A.1 — Unverbindliche und nicht vollständige Liste von Werkzeugen für Primär- und Sekundäranpassungen und Simulationen und Hauptfunktionalitäten 51

Tabelle B.1 — Vorhergesagte a_w-Werte für Glycerin, Glucose und Saccharose, hinzugefügt in reinem Wasser bei 25 °C 55

Tabelle C.1 — Mit DMFit, Sym'Previus und GrowthPredictor ermittelte Ergebnisse beim Anpassen von Versuchsdaten von Bild C.3 58

Tabelle D.1 — Beispielhafte Plattenanordnung für acht Niveaus und acht aufeinander folgende zweifache Verdünnungen 60