



INŠTITUT ZA MLEKARSTVO IN PROBIOTIKE  
INSTITUTE OF DAIRY SCIENCE & PROBIOTICS

# PROFICIENCY TESTING

**Freezing point**

# NOVEMBER

# 2024

Dear Sir/Madam!

Thank you for participating in the proficiency testing November 2024. Participating in the proficiency testing will allow you to evaluate the performance of your work and obtain data for maintaining the quality system in your laboratory. Based on the independent results in this report, you can monitor, evaluate and ultimately improve your processes.

This report includes results of samples with serial number: 5376-1124 for parameter FREEZING POINT of milk and they are presented in the form of tables and graphs.

**Table 1: Used statistics**

|   |  |
|---|--|
| $mean = \frac{\sum x_n}{N}$                     | $povp$ = average sample value<br>$x_n$ = value of sample n<br>$N$ = number of samples  |
| $diff = \bar{x}_n - ref$                        | $diff$ = deviation of sample value from reference value<br>$\bar{x}_n$ = average sample value<br>$ref$ = robust average sample value   |
| $Z - value = \frac{\bar{x}_n - ref}{S}$         | $\bar{x}_n$ = average sample value<br>$ref$ = robust average sample value<br>$S$ = standard deviation of robust average sample value ( $ref$ )   |
|   | Z  ≤ 2,00 satisfactory   |
|   | 2,00 <  Z  < 3,00 questionable   |
|   | Z  ≥ 3,00 unsatisfactory   |
| $d = \frac{\sum(\bar{x}_n - ref)}{N}$           | $d$ = average of deviations<br>$x_n$ = value of sample n<br>$N$ = number of samples<br>$ref$ = robust average sample value   |
| $Sd = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x}_n - ref)^2}{N}}$ | $Sd$ = standard deviation of deviations<br>$x_n$ = value of sample n<br>$N$ = number of samples<br>$ref$ = robust average sample value   |
| $ref$   | Value $ref$ represents robust average of each sample and it is calculated according ISO 13528 (Algorithm A) from results of all participating laboratories after excluding outliers according to Grubbs method ( $\alpha=0,05$ ) |

Responsible for sample preparation and statistical analysis of results:  
Borut Kolenc, Msc anim. sci.

Head of the laboratory:  
Dr. Petra Mohar Lorbeg



**Table 5: Accuracy (- m°C)**

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d    | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|
| 1   | Mean    | 527,5 | 537,0 | 505,0 | 522,5 | 509,0 | 474,5 | 555,0 | 541,5 | 518,5 | 501,0 |      |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |      |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |      |     |
|     | dff     | -0,1  | -3,6  | -3,5  | 1,7   | -2,3  | -3,1  | -2,8  | -1,5  | 1,1   | -2,2  | -1,6 | 1,8 |
|     | z-value | -0,09 | -0,86 | -1,46 | 0,73  | -1,45 | -1,33 | -0,85 | -0,53 | 0,42  | -1,27 |      |     |

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d   | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 2   | Mean    | 529,0 | 539,5 | 507,0 | 523,0 | 511,0 | 476,0 | 557,0 | 543,5 | 520,0 | 503,0 |     |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |     |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |     |     |
|     | dff     | 1,4   | -1,1  | -1,5  | 2,2   | -0,3  | -1,6  | -0,8  | 0,5   | 2,6   | -0,2  | 0,1 | 1,4 |
|     | z-value | 0,90  | -0,26 | -0,62 | 0,94  | -0,21 | -0,69 | -0,24 | 0,15  | 0,99  | -0,09 |     |     |

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d   | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 3   | Mean    | 527,0 | 542,5 | 510,5 | 518,0 | 512,0 | 478,0 | 559,0 | 544,0 | 515,0 | 503,5 |     |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |     |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |     |     |
|     | dff     | -0,6  | 1,9   | 2,0   | -2,8  | 0,7   | 0,4   | 1,2   | 1,0   | -2,4  | 0,3   | 0,2 | 1,6 |
|     | z-value | -0,43 | 0,47  | 0,86  | -1,18 | 0,42  | 0,18  | 0,36  | 0,32  | -0,92 | 0,20  |     |     |

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d    | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|
| 4   | Mean    | 538,5 | 554,5 | 515,0 | 530,5 | 518,5 | 481,0 | 572,0 | 559,0 | 528,0 | 511,0 |      |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |      |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |      |     |
|     | dff     | 10,9  | 13,9  | 6,5   | 9,7   | 7,2   | 3,4   | 14,2  | 16,0  | 10,6  | 7,8   | 10,0 | 3,7 |
|     | z-value | 7,23  | 3,39  | 2,77  | 4,13  | 4,47  | 1,47  | 4,29  | 5,42  | 4,05  | 4,61  |      |     |

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d    | Sd   |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 5   | Mean    | 527,5 | 536,0 | 509,0 | 523,0 | 512,0 | 483,0 | 526,5 | 539,5 | 520,5 | 509,5 |      |      |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |      |      |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |      |      |
|     | dff     | -0,1  | -4,6  | 0,5   | 2,2   | 0,7   | 5,4   | -31,3 | -3,5  | 3,1   | 6,3   | -2,1 | 10,3 |
|     | z-value | -0,09 | -1,11 | 0,23  | 0,94  | 0,42  | 2,34  | -9,46 | -1,21 | 1,19  | 3,73  |      |      |

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d   | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 6   | Mean    | 526,5 | 545,0 | 508,5 | 519,0 | 511,0 | 477,0 | 558,5 | 544,5 | 516,5 | 503,0 |     |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |     |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |     |     |
|     | dff     | -1,1  | 4,4   | 0,0   | -1,8  | -0,3  | -0,6  | 0,7   | 1,5   | -0,9  | -0,2  | 0,2 | 1,7 |
|     | z-value | -0,76 | 1,08  | 0,02  | -0,76 | -0,21 | -0,25 | 0,21  | 0,49  | -0,34 | -0,09 |     |     |

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d    | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|
| 7   | Mean    | 526,5 | 537,0 | 505,5 | 521,0 | 510,0 | 475,5 | 554,0 | 540,0 | 517,0 | 501,5 |      |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |      |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |      |     |
|     | dff     | -1,1  | -3,6  | -3,0  | 0,2   | -1,3  | -2,1  | -3,8  | -3,0  | -0,4  | -1,7  | -2,0 | 1,3 |
|     | z-value | -0,76 | -0,86 | -1,25 | 0,09  | -0,83 | -0,90 | -1,15 | -1,04 | -0,15 | -0,98 |      |     |

To be continued...

...continued

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d   | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 8   | Mean    | 529,5 | 540,5 | 508,0 | 524,0 | 512,5 | 476,0 | 559,5 | 544,5 | 522,5 | 503,5 |     |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |     |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |     |     |
|     | dff     | 1,9   | -0,1  | -0,5  | 3,2   | 1,2   | -1,6  | 1,7   | 1,5   | 5,1   | 0,3   | 1,3 | 1,8 |
|     | z-value | 1,24  | -0,01 | -0,19 | 1,37  | 0,73  | -0,69 | 0,51  | 0,49  | 1,95  | 0,20  |     |     |

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d    | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|
| 9   | Mean    | 527,5 | 537,5 | 508,0 | 521,5 | 512,0 | 478,0 | 555,5 | 543,0 | 516,0 | 501,5 |      |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |      |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |      |     |
|     | dff     | -0,1  | -3,1  | -0,5  | 0,7   | 0,7   | 0,4   | -2,3  | 0,0   | -1,4  | -1,7  | -0,7 | 1,2 |
|     | z-value | -0,09 | -0,74 | -0,19 | 0,31  | 0,42  | 0,18  | -0,70 | -0,02 | -0,54 | -0,98 |      |     |

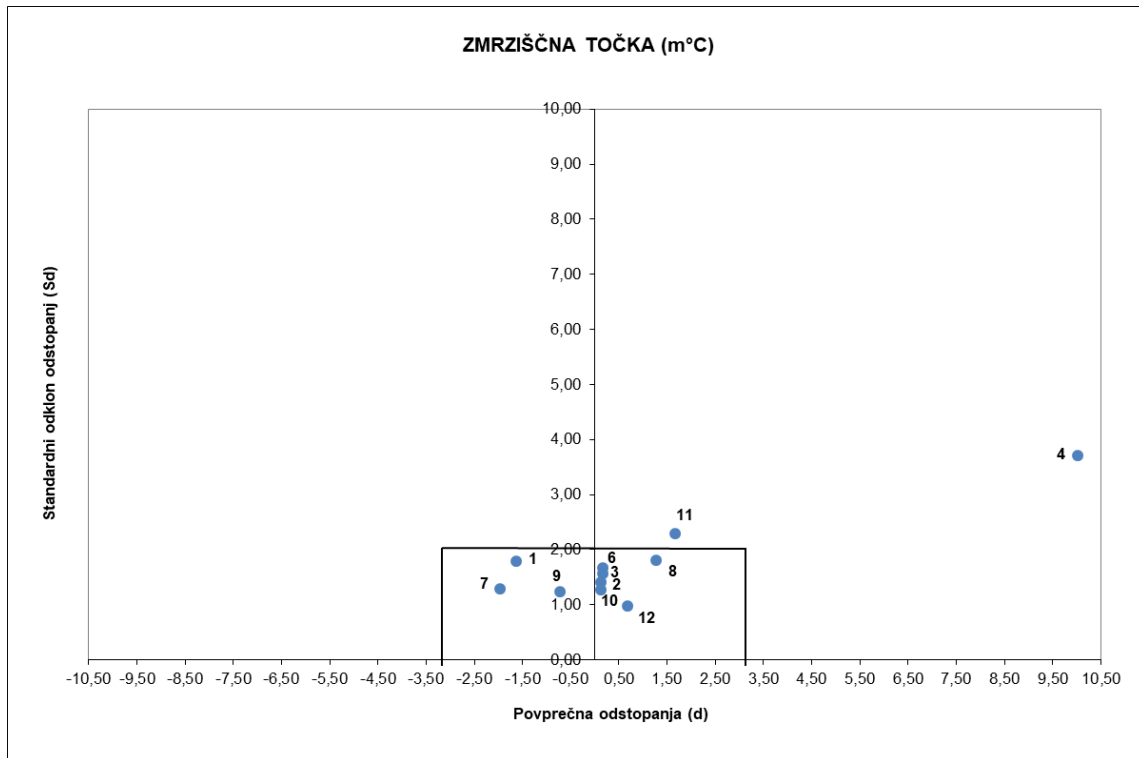
| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d   | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 10  | Mean    | 527,5 | 539,5 | 507,5 | 519,5 | 511,5 | 478,5 | 560,5 | 545,0 | 516,5 | 503,0 |     |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |     |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |     |     |
|     | dff     | -0,1  | -1,1  | -1,0  | -1,3  | 0,2   | 0,9   | 2,7   | 2,0   | -0,9  | -0,2  | 0,1 | 1,3 |
|     | z-value | -0,09 | -0,26 | -0,41 | -0,54 | 0,11  | 0,39  | 0,82  | 0,66  | -0,34 | -0,09 |     |     |

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d   | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 11  | Mean    | 530,0 | 546,0 | 510,5 | 520,0 | 513,0 | 478,5 | 560,0 | 548,0 | 516,0 | 502,5 |     |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |     |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |     |     |
|     | dff     | 2,4   | 5,4   | 2,0   | -0,8  | 1,7   | 0,9   | 2,2   | 5,0   | -1,4  | -0,7  | 1,7 | 2,3 |
|     | z-value | 1,57  | 1,32  | 0,86  | -0,33 | 1,04  | 0,39  | 0,67  | 1,68  | -0,54 | -0,39 |     |     |

| LAB | Sample  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | d   | Sd  |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 12  | Mean    | 528,0 | 539,5 | 510,0 | 521,0 | 513,0 | 477,0 | 559,0 | 545,0 | 518,0 | 504,0 |     |     |
|     | REF     | 527,6 | 540,6 | 508,5 | 520,8 | 511,3 | 477,6 | 557,8 | 543,1 | 517,4 | 503,2 |     |     |
|     | S       | 1,5   | 4,1   | 2,4   | 2,4   | 1,6   | 2,3   | 3,3   | 2,9   | 2,6   | 1,7   |     |     |
|     | dff     | 0,4   | -1,1  | 1,5   | 0,2   | 1,7   | -0,6  | 1,2   | 2,0   | 0,6   | 0,8   | 0,7 | 1,0 |
|     | z-value | 0,24  | -0,26 | 0,65  | 0,09  | 1,04  | -0,25 | 0,36  | 0,66  | 0,23  | 0,49  |     |     |

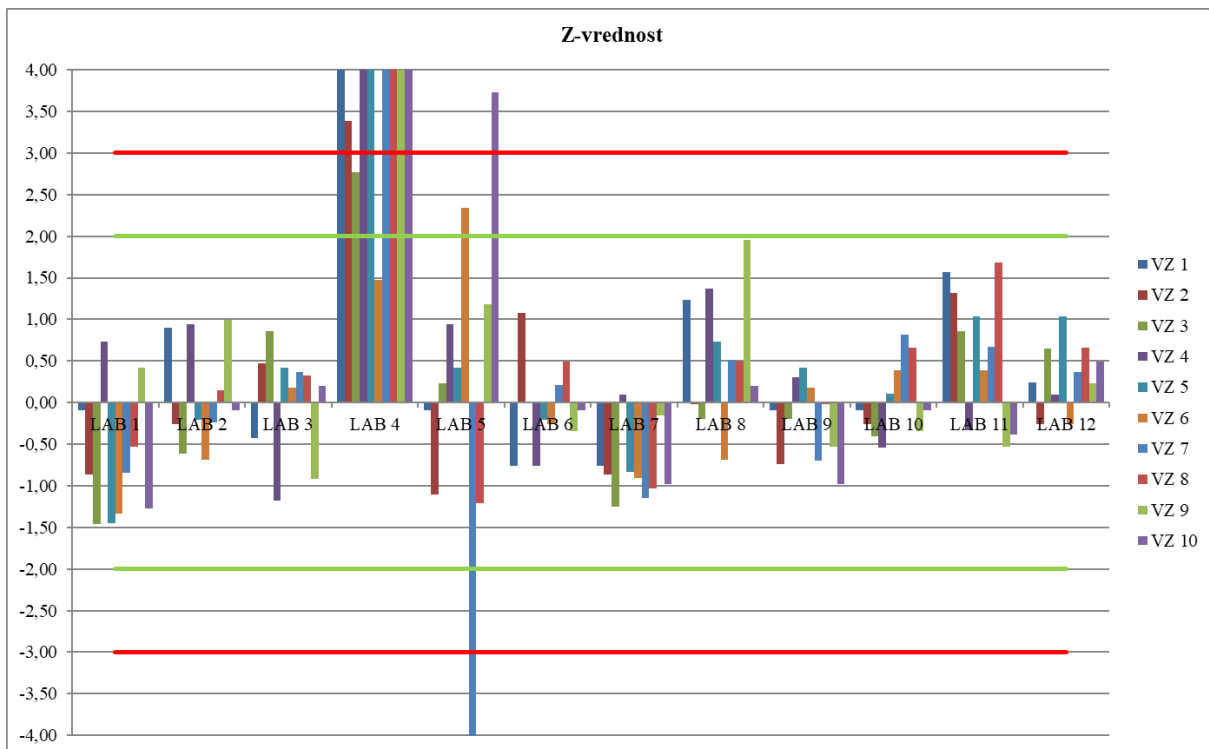
Limits:  $d = \pm 3 \text{ m}^\circ\text{C}$      $Sd = 2 \text{ m}^\circ\text{C}$

Figure 1: Accuracy (see Table 5)



Limits:  $d = \pm 3 \text{ m}^\circ\text{C}$ ,  $Sd = 2 \text{ m}^\circ\text{C}$

Figure 2: Z-value (see Table 5)



Limits:  $|Z| \leq 2,00$  satisfactory     $2,00 < |Z| < 3,00$  questionable     $|Z| \geq 3,00$  unsatisfactory