## Supplementary materials

**Supplementary Table S1** Primers used in this study

| Genes | Forward primer (5′–3′) | Reverse primer (5′–3′) |
|---|---|---|
| *RP49* | AGGGTATCGACAACAGAGTG | CACCAGGAACTTCTTGAATC |
| *Keap1* | TCCGTTGTCAGTTCCTTAC | AATATCATCCTTGTGGTGTTG |
| *Nrf2* | AGCTTCTGTCGCATGGTTGA | AGCCGTTGCTAACATGTCCA |
| *SOD* | ACCGACTCCAAGATTACGCTCT | GTTGCCCGTTGACTTGCTC |
| *GSTS* | CAGACCGTCAAGGACAACGA | TCGCGCTTGACCATGTAGTT |

**Supplementary Table S2** The comparison of DPPH clearance, hydroxyl radical scavenging, superoxide anion scavenging rates, reduction activity and $H_2O_2$ tolerance of the LAB single strain and their bination.

| Strains | DPPH clearance rate (%) | Hydroxyl radical scavenging rate (%) | superoxide anion scavenging rate (%) | Reduction activity | $H_2O_2$ tolerance |
|---|---|---|---|---|---|
| Wc-A | 33.57±2.14$^{ab}$ | 14.89±0.67$^{ab}$ | 53.93±1.04$^{a}$ | 0.11±0.00$^{a}$ | 0.20±0.00$^{a}$ |
| Lb-B | 35.9±1.97$^{a}$ | 15.71±0.67$^{a}$ | 54.29±0.56$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.19±0.01$^{a}$ |
| Wc-A + Lb-B | 30.25±0.12$^{b}$ | 13.52±0.63$^{b}$ | 48.4±2.74$^{b}$ | 0.13±0.02$^{a}$ | 0.18±0.01$^{a}$ |
| Wc-A | 33.57±2.14$^{a}$ | 14.89±0.67$^{b}$ | 53.93±1.04$^{a}$ | 0.11±0.00$^{a}$ | 0.20±0.00$^{a}$ |
| Lp-C | 34.63±0.75$^{a}$ | 17.94±0.58$^{a}$ | 54.08±1.10$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.21±0.01$^{a}$ |
| Wc-A + Lp-C | 32.7±0.58$^{a}$ | 13.48±0.26$^{c}$ | 54.61±0.68$^{b}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Wc-A | 33.57±2.14$^{a}$ | 14.89±0.67$^{a}$ | 53.93±1.04$^{a}$ | 0.11±0.00$^{a}$ | 0.20±0.00$^{a}$ |
| Lc-D | 34.32±3.93$^{a}$ | 15.11±0.36$^{a}$ | 55.4±1.61$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Wc-A + Lc-D | 35.27±2.38$^{a}$ | 14.19±1.75$^{a}$ | 55.34±1.19$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.2±0.01$^{a}$ |
| Wc-A | 33.57±2.14$^{b}$ | 14.89±0.67$^{b}$ | 53.93±1.04$^{a}$ | 0.11±0.00$^{a}$ | 0.20±0.00$^{a}$ |
| La-E | 39.64±2.60$^{a}$ | 19.02±0.58$^{a}$ | 54.39±0.65$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.2±0.00$^{a}$ |
| Wc-A + La-E | 32.7±2.60$^{b}$ | 12.98±0.85$^{b}$ | 55.27±2.39$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.19±0.01$^{a}$ |
| Wc-A | 33.57±2.14$^{a}$ | 14.89±0.67$^{b}$ | 53.93±1.04$^{a}$ | 0.11±0.00$^{a}$ | 0.20±0.00$^{a}$ |
| Lr-F | 28.88±2.30$^{b}$ | 17.71±1.35$^{a}$ | 53.85±0.75$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Wc-A + Lr-F | 34.73±0.13$^{a}$ | 12.57±0.09$^{c}$ | 55.13±0.32$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.2±0.01$^{a}$ |
| Wc-A | 33.57±2.14$^{a}$ | 14.89±0.67$^{b}$ | 53.93±1.04$^{a}$ | 0.11±0.00$^{a}$ | 0.20±0.00$^{a}$ |
| Lp-G | 36.04±0.70$^{a}$ | 18.03±0.36$^{a}$ | 55.15±1.63$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.23±0.01$^{a}$ |
| Wc-A + Lp-G | 33.83±2.47$^{a}$ | 17.08±1.08$^{a}$ | 55.95±2.21$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.2±0.00$^{a}$ |
| Lb-B | 35.9±1.97$^{a}$ | 15.71±0.67$^{b}$ | 54.29±0.56$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.19±0.01$^{a}$ |
| Lp-C | 34.63±0.75$^{a}$ | 17.94±0.58$^{a}$ | 54.08±1.10$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.21±0.01$^{a}$ |
| Lb-B + Lp-C | 34.8±3.19$^{a}$ | 16.19±0.18$^{b}$ | 55.8±1.24$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.2±0.00$^{a}$ |
| Lb-B | 35.9±1.97$^{a}$ | 15.71±0.67$^{a}$ | 54.29±0.56$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.19±0.01$^{a}$ |
| Lc-D | 34.32±3.93$^{a}$ | 15.11±0.36$^{a}$ | 55.4±1.61$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lb-B + Lc-D | 35.93±1.88$^{a}$ | 13.78±0.27$^{b}$ | 54.98±1.47$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.21±0.01$^{a}$ |
| Lb-B | 35.9±1.97$^{a}$ | 15.71±0.67$^{b}$ | 54.29±0.56$^{b}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.19±0.01$^{a}$ |
| La-E | 39.64±2.60$^{a}$ | 19.02±0.58$^{a}$ | 54.39±0.65$^{ab}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.2±0.00$^{a}$ |
| Lb-B + La-E | 34.02±3.68$^{a}$ | 15.14±0.13$^{b}$ | 56.68±1.49$^{a}$ | 0.11±0.01$^{a}$ | 0.2±0.00$^{a}$ |
| Lb-B | 35.9±1.97$^{a}$ | 15.71±0.67$^{a}$ | 54.29±0.56$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.19±0.01$^{a}$ |
| Lr-F | 28.88±2.30$^{b}$ | 17.71±1.35$^{a}$ | 53.85±0.75$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lb-B + Lr-F | 36.15±2.78$^{a}$ | 14.1±0.90$^{b}$ | 54.86±0.52$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lb-B | 35.9±1.97$^{a}$ | 15.71±0.67$^{b}$ | 54.29±0.56$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.19±0.01$^{b}$ |
| Lp-G | 36.04±0.70$^{a}$ | 18.03±0.36$^{a}$ | 55.15±1.63$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.23±0.01$^{a}$ |
| Lb-B + Lp-G | 36.61±1.06$^{a}$ | 15.26±0.07$^{b}$ | 54.57±0.89$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{ab}$ |
| Lp-C | 34.63±0.75$^{a}$ | 17.94±0.58$^{a}$ | 54.08±1.10$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.21±0.01$^{a}$ |
| Lc-D | 34.32±3.93$^{a}$ | 15.11±0.36$^{b}$ | 55.4±1.61$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lp-C + Lc-D | 35.82±0.46$^{a}$ | 16.89±0.81$^{a}$ | 56.67±0.80$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.2±0.01$^{a}$ |
| Lp-C | 34.63±0.7$^{b}$ | 17.94±0.58$^{a}$ | 54.08±1.10$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.21±0.01$^{a}$ |
| La-E | 39.64±2.60$^{a}$ | 19.02±0.58$^{a}$ | 54.39±0.65$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.2±0.00$^{a}$ |
| Lp-C + La-E | 28.61±0.23$^{c}$ | 15.9±0.94$^{b}$ | 55.89±1.60$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.2±0.01$^{a}$ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Lp-C | 34.63±0.75$^{a}$ | 17.94±0.58$^{a}$ | 54.08±1.10$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.21±0.01$^{a}$ |
| Lr-F | 28.88±2.30$^{b}$ | 17.71±1.35$^{a}$ | 53.85±0.75$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lp-C + Lp-G | 34.02±0.43$^{ab}$ | 18±1.30$^{a}$ | 54.28±1.54$^{a}$ | 0.14±0.00$^{a}$ | 0.22±0.00$^{a}$ |
| Lp-C | 34.63±0.75$^{ab}$ | 17.94±0.58$^{a}$ | 54.08±1.10$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.21±0.01$^{a}$ |
| Lp-G | 36.04±0.70$^{a}$ | 18.03±0.36$^{a}$ | 55.15±1.63$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.23±0.01$^{a}$ |
| Lp-C + Lp-G | 34.02±0.43$^{b}$ | 18±1.30$^{a}$ | 54.28±1.54$^{a}$ | 0.14±0.00$^{a}$ | 0.22±0.00$^{a}$ |
| Lc-D | 34.32±3.93$^{ab}$ | 15.11±0.36$^{b}$ | 55.4±1.61$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| La-E | 39.64±2.60$^{a}$ | 19.02±0.58$^{a}$ | 54.39±0.65$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.2±0.00$^{a}$ |
| Lc-D + La-E | 31.93±1.45$^{b}$ | 18.63±0.67$^{a}$ | 54.78±1.61$^{a}$ | 0.14±0.00$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lc-D | 34.32±3.93$^{ab}$ | 15.11±0.36$^{ab}$ | 55.4±1.61$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lr-F | 28.88±2.30$^{b}$ | 17.71±1.35$^{a}$ | 53.85±0.75$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lc-D + Lr-F | 35.86±1.1$^{a}$ | 14.13±1.48$^{b}$ | 55.37±1.63$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.21±0.01$^{a}$ |
| Lc-D | 34.32±3.93$^{a}$ | 15.11±0.36$^{b}$ | 55.4±1.61$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lp-G | 36.04±0.70$^{a}$ | 18.03±0.36$^{a}$ | 55.15±1.63$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.23±0.01$^{a}$ |
| Lc-D + Lp-G | 32.05±1.62$^{a}$ | 14.73±0.63$^{b}$ | 55.36±1.38$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.22±0.00$^{a}$ |
| La-E | 39.64±2.60$^{a}$ | 19.02±0.58$^{a}$ | 54.39±0.65$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.2±0.00$^{a}$ |
| Lr-F | 28.88±2.30$^{b}$ | 17.71±1.35$^{a}$ | 53.85±0.75$^{ab}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| La-E + Lr-F | 33.2±0.58$^{b}$ | 14.54±1.35$^{b}$ | 52.44±0.71$^{b}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.2±0.00$^{a}$ |
| La-E | 39.64±2.60$^{a}$ | 19.02±0.58$^{a}$ | 54.39±0.65$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.2±0.00$^{b}$ |
| Lp-G | 36.04±0.70$^{ab}$ | 18.03±0.36$^{a}$ | 55.15±1.63$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.23±0.01$^{a}$ |
| La-E + Lp-G | 34.34±0.35$^{b}$ | 14.37±1.11$^{b}$ | 54.61±0.61$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.22±0.00$^{ab}$ |
| Lr-F | 28.88±2.30$^{b}$ | 17.71±1.35$^{a}$ | 53.85±0.75$^{a}$ | 0.12±0.01$^{a}$ | 0.21±0.00$^{a}$ |
| Lp-G | 36.04±0.70$^{a}$ | 18.03±0.36$^{a}$ | 55.15±1.63$^{a}$ | 0.12±0.00$^{a}$ | 0.23±0.01$^{a}$ |
| Lr-F + Lp-G | 32.83±0.41$^{a}$ | 10.44±0.13$^{b}$ | 53.63±1.16$^{a}$ | 0.13±0.01$^{a}$ | 0.22±0.00$^{a}$ |

Data are represented as mean ± SD. Different letters in same column indicate significant differences ($p < 0.05$). Wc-A: *Weissella confuse*, Lb-B: *Lactobacillus brevis*, Lp-C: *Lactobacillus plantarum*, Lc-D: *Lactobacillus casei*, La-E: *Lactobacillus acidophilus*, Lr-F: *Lactobacillus rhamnosus*, Lp-G: *Lactobacillus plantarum*.