**A termőtalajok tápanyagainak hatása az élelmiszerek összetételére.**
**A talaj egészsége – az élelmiszer minőségének gyökere**

**Dr. Lugasi Andrea**

Elhangzott: „Kincsünk a termőföld – 2025” A talajélet a jövő záloga
NAK akkreditált Online konferencia
Időpont: 2025. december 3.

**A talaj**

- becslések szerint élelmiszereink mintegy 95%-át talajban vagy talajon termelik → a talaj óriási szerepet játszik az élelmiszerrendszerünkben
- minden mezőgazdasági tevékenység alapja, a növénytermesztéstől az állattenyésztésig
- fenntartható gazdálkodás esetén kulcsfontosságú funkciókat és ökoszisztéma-szolgáltatásokat láthat el
- összetett szerkezet, amely különféle élőlényekből, ásványi anyagokból (45%), szerves anyagokból (5%), levegőből (25%) és vízből (25%) áll
- fokozatosan fejlődik, változik, ahogy a Föld felszíne természetes módon változik, és a bomló szerves anyagokkal keveredik
- biztosítja a növény növekedéséhez és a szervezet túléléséhez szükséges környezetet
- pontos szerkezetét és összetételét számos tényező befolyásolja: éghajlat, földfelszín, föld feletti és alatti élőlények (köztük az ember) aktivitása

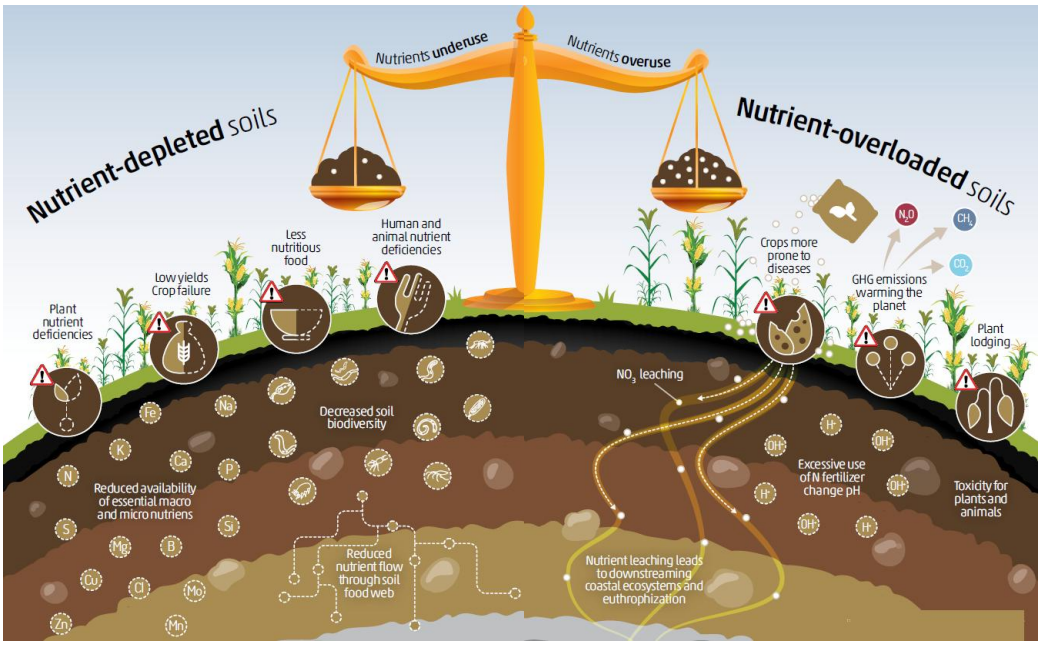
**A minőségi talaj jellemzői**

- Szerves anyagokban gazdag → vizet és tápanyagokat tart meg, támogatja a talaj ökoszisztémáját
- Mikroorganizmusokkal teli → baktériumok, gombák és más mikroorganizmusok a talaj egészségének motorjai, lebontják a szerves anyagokat, körforgásba viszik a tápanyagokat
- Jó szerkezetű → az egészséges talaj porózus, lehetővé teszi a levegő és a víz áramlását, ami elengedhetetlen a növények gyökereinek növekedéshez, megfelelő víz- és tápanyag-felvételhez, a diverz mikrobiális közösség számára létfontosságú
- Kiegyensúlyozott ásványi anyagokkal bír → elegendő mennyiségben és megfelelő minőségben tartalmazza esszenciális ásványi anyagokat (N, P, K), amik a növények egészsége, és így az emberi táplálkozás építőkövei

## Talajegészség és élelmiszerminőség - kulcsfontosságú kapcsolatok

| Talajegészségügyi szempontok | Hatása az élelmiszerminőségre | Mechanizmus |
|---|---|---|
| **Szervesanyag-tartalom** | Megnövelt tápanyagsűrűség, jobb íz, jobb textúra. | Fokozott tápanyag-visszatartás és -leadás, jobb talajszerkezet és vízmegtartó képesség, mikrobiális aktivitás támogatása. |
| **Mikrobiális sokféleség** | Megnövekedett vitamin- és ásványianyag-tartalom, jobb fitonutriens-profil, fokozott betegség-ellenállóság. | Tápanyagkörforgás, biológiai nitrogénmegkötés, javuló foszforhasznosulás, talajban élő patogén mikroorganizmusok visszaszorítása. |
| **Ásványianyag-egyensúly** | Optimális ásványianyag-tartalom, nagyobb tápérték, fokozott íz és aroma. | Az ásványi anyagok közvetlen felvétele a növények által, hatásuk a növényi anyagcserére és a másodlagos metabolitok termelésére. |
| **Talajszerkezet és vízvisszatartás** | Javul a gyümölcsök és zöldségek textúrája és zamatossága, fokozódik a tápanyagok felvételének hatékonysága. | Optimális gyökérnövekedés és -működés, hatékony víz- és tápanyagszállítás a növényen belül |

## A talaj tápanyag-kiegyensúlyozatlansága




Forrás: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/GSOIL4N/Presentations/26Jul/016_vinisa_GSOIL4N_Status_and_Challenges_S4N.pdf

## Átlagos tápértékcsökkenése 43 növény esetében 1950 és 1999 között, USA

| Tápanyag | Átlagos érték 1950-ben | Átlagos érték 1999-ben | Változás |
|---|---|---|---|
| **Fehérje** | 100% | ~84% | −16% |
| **Kalcium** | 100% | ~82% | −18% |
| **Foszfor** | 100% | ~75% | −25% |
| **Vas** | 100% | ~76% | −24% |
| **Riboflavin** | 100% | ~67% | −33% |
| **C-vitamin** | 100% | ~85% | −15% |

Forrás: Davis, D.R., Epp, M.D. and Riordan, H.D. 2004. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. Journal of the American College of Nutrition, 23(6): 669–682. ttps://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719409

## Zöldségek, gyümölcsök ásványianyag-koncentrációi, USA (mg/100 g sz.a.)

| | Beeson (1941) | | | | | | USDA (2004) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | K | Ca | Mg | Fe | Cu | P | K | Ca | Mg | Fe | Cu | P |
| **Vegetables** | | | | | | | | | | | | |
| Potato | 2280[2] | 49 | 130 | 10.5 | 0.80 | 250 | 2137 | 55 | 112 | 3.6 | 0.58 | 295 |
| Butter (Lima) bean | 1890 | 104 | 200 | 11.2 | 0.90 | 412 | 1569 | 114 | 195 | 10.6 | 1.07 | 457 |
| Haricot (Navy) bean | 1410 | 170 | 190 | 13.9 | 1.10 | 630 | 1472 | 72 | 484 | 9.3 | 1.71 | 480 |
| Lentil | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Pea | 1410 | 190 | 180 | 12.6 | 0.90 | 570 | 1154 | 118 | 156 | 7.0 | 0.83 | 511 |
| Aubergine (Eggplant) | NA | NA | NA | 14.8 | 1.30 | NA | 3030 | 119 | 184 | 3.2 | 1.08 | 329 |
| Cabbage | 2710 | 730 | 160 | 9.5 | 1.40 | 380 | 2843 | 513 | 218 | 6.9 | 0.37 | 348 |
| Carrot | 2100 | 400 | 170 | 17.9 | 1.00 | 330 | 2733 | 282 | 102 | 2.6 | 0.38 | 299 |
| Celery | 3920 | 2360 | 390 | 15.9 | 16.30 | 640 | 5689 | 875 | 241 | 4.4 | 0.77 | 525 |
| Chicory, witloof | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 3850 | 347 | 182 | 4.4 | 0.93 | 474 |
| Cucumber | 4480 | 740 | NA | 27.0 | 2.40 | 750 | 3082 | 335 | 273 | 5.9 | 0.86 | 503 |
| Lettuce | 5980 | 770 | 240 | 103.4 | 1.90 | 560 | 3368 | 433 | 184 | 4.6 | 0.58 | 396 |
| Mushroom | NA | NA | NA | 10.9 | 6.20 | NA | 4164 | 40 | 119 | 6.9 | 4.23 | 1127 |
| Mustard | NA | 2130 | 50 | 49.7 | NA | 710 | 3848 | 1120 | 348 | 15.9 | 1.60 | 467 |
| Onion | 1520 | 390 | 130 | 13.0 | 1.20 | 260 | 1257 | 192 | 87 | 1.7 | 0.33 | 236 |
| Parsnip | 1850 | 280 | 120 | 11.4 | 0.70 | 370 | 1832 | 176 | 142 | 2.9 | 0.59 | 347 |
| Pumpkin | 2470 | 500 | 260 | NA | 0.40 | 240 | 4048 | 250 | 143 | 9.5 | 1.51 | 524 |
| Radish | NA | NA | NA | 43.6 | 2.90 | NA | 4926 | 529 | 211 | 7.2 | 1.06 | 423 |
| Spring onion | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 2714 | 708 | 197 | 14.6 | 0.82 | 364 |
| Swede (Rutabaga) | 1910 | 490 | 140 | 27.5 | 0.80 | 270 | 3259 | 455 | 222 | 5.0 | 0.39 | 561 |
| Tomato | 4800 | 240 | 300 | 20.2 | 1.40 | 550 | 4309 | 182 | 200 | 4.9 | 1.07 | 436 |
| Turnip | 2770 | 510 | 240 | 9.2 | 0.90 | 360 | 2349 | 369 | 135 | 3.7 | 1.05 | 332 |
| Watercress | NA | NA | NA | 92.9 | 1.20 | NA | 6748 | 2454 | 429 | 4.1 | 1.57 | 1227 |
| Endive | NA | NA | NA | 70.0 | NA | NA | 5056 | 837 | 242 | 13.4 | 1.59 | 451 |
| **Fruits** | | | | | | | | | | | | |
| Apples | 740 | 77 | NA | 1.5 | 0.60 | 71 | 675 | 38 | 30 | 0.5 | 0.23 | 83 |
| Apricots | NA | NA | NA | 4.3 | NA | NA | 1897 | 95 | 73 | 2.9 | 0.57 | 168 |
| Avocado pear | NA | NA | NA | 26.4 | NA | NA | 1812 | 45 | 108 | 2.1 | 0.71 | 194 |

Forrás: Beeson (1941), USDA (2004), White & Broadley (2005)

## Zöldségfélék ásványianyag-koncentrációi, UK (mg/100 g sz.a.)

| | McCance and Widdowson (1929-1944) | | | | | | | | Food Standards Agency (2002) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | K | Ca | Mg | Fe | Cu | Na | Cl | P | K | Ca | Mg | Fe | Cu | Na | Cl | P |
| **Vegetables** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Potato (old) | 2326[1] | 32 | 100 | 3.9 | 0.60 | 27 | 324 | 167 | 1714 | 24 | 81 | 1.9 | 0.38 | 3 | 314 | 176 |
| Butter bean | 1867 | 93 | 180 | 6.5 | 1.30 | 67 | 51 | 348 | 1923 | 96 | 215 | 6.7 | 0.84 | 45 | 53 | 362 |
| Haricot bean | 1260 | 195 | 199 | 7.2 | 0.70 | 47 | 2 | 336 | 1308 | 203 | 203 | 7.6 | 0.69 | 48 | 2 | 349 |
| Lentil | 720 | 41 | 82 | 8.1 | 0.60 | 39 | 68 | 259 | 926 | 69 | 108 | 10.5 | 0.90 | 27 | 85 | 376 |
| Runner bean | 3236 | 391 | 270 | 8.7 | 1.10 | 76 | 267 | 304 | 2500 | 375 | 216 | 13.6 | 0.23 | 1 | 239 | 386 |
| Pea | 1536 | 70 | 152 | 8.2 | 0.90 | 4 | 172 | 482 | 1299 | 83 | 134 | 11.0 | 0.20 | 4 | 154 | 512 |
| Aubergine | 3601 | 157 | 145 | 5.8 | 1.30 | 38 | 925 | 183 | 2958 | 141 | 155 | 4.2 | 0.14 | 28 | 197 | 225 |
| Cabbage (red) | 2932 | 517 | 160 | 5.5 | 0.90 | 307 | 432 | 312 | 2688 | 645 | 97 | 4.3 | 0.11 | 86 | 484 | 398 |
| Carrot (old) | 2118 | 455 | 113 | 5.3 | 0.80 | 900 | 649 | 199 | 1667 | 245 | 29 | 2.9 | 0.20 | 245 | 324 | 147 |
| Celery | 4257 | 799 | 131 | 6.5 | 1.60 | 2098 | 2795 | 485 | 6531 | 837 | 102 | 8.2 | 0.20 | 1224 | 2653 | 429 |
| Chicory | 4789 | 485 | 332 | 18.0 | 3.60 | 193 | 363 | 551 | 2982 | 368 | 105 | 7.0 | 0.88 | 18 | 439 | 474 |
| Cucumber | 3930 | 634 | 253 | 8.4 | 2.60 | 362 | 683 | 672 | 3889 | 500 | 222 | 8.3 | 0.28 | 83 | 472 | 1361 |
| Lettuce | 4308 | 535 | 201 | 15.2 | 3.10 | 63 | 818 | 626 | 4490 | 571 | 122 | 14.3 | 0.20 | 61 | 959 | 571 |
| Mushroom | 5517 | 34 | 155 | 12.1 | 7.60 | 107 | 998 | 1607 | 4324 | 81 | 122 | 8.1 | 9.73 | 68 | 932 | 1081 |
| Mustard and cress | 4490 | 880 | 364 | 63.2 | 1.50 | 254 | 1188 | 874 | 2340 | 1064 | 468 | 21.3 | 0.21 | 404 | 830 | 702 |
| Onion | 1881 | 428 | 104 | 4.1 | 1.10 | 140 | 281 | 411 | 1455 | 227 | 36 | 2.7 | 0.45 | 27 | 227 | 273 |
| Parsnip | 1149 | 314 | 128 | 3.3 | 0.50 | 94 | 232 | 395 | 2174 | 198 | 111 | 2.9 | 0.24 | 48 | 237 | 357 |
| Pumpkin | 5821 | 735 | 154 | 7.2 | 1.40 | 25 | 689 | 366 | 2600 | 580 | 200 | 8.0 | 0.40 | – | 740 | 380 |
| Radish | 3590 | 654 | 170 | 28.0 | 1.90 | 883 | 280 | 405 | 5217 | 413 | 109 | 13.0 | 0.22 | 239 | 804 | 435 |
| Spring onion | 1711 | 1023 | 83 | 9.4 | 1.00 | 98 | 269 | 179 | 3333 | 500 | 154 | 24.4 | 0.77 | 90 | 397 | 372 |
| Swede | 1574 | 653 | 124 | 3.2 | 0.40 | 604 | 353 | 220 | 1932 | 602 | 102 | 1.1 | 0.11 | 170 | 352 | 455 |
| Tomato | 4338 | 200 | 166 | 6.5 | 1.60 | 42 | 769 | 321 | 3623 | 101 | 101 | 7.2 | 0.14 | 130 | 797 | 348 |
| Turnip | 3563 | 880 | 110 | 5.0 | 0.60 | 868 | 1048 | 412 | 3182 | 545 | 91 | 2.3 | 0.11 | 170 | 443 | 466 |
| Watercress | 3529 | 2499 | 191 | 18.2 | 1.50 | 675 | 1756 | 585 | 3067 | 2267 | 200 | 29.3 | 0.13 | 653 | 2267 | 693 |
| Endive | 6062 | 698 | 165 | 44.1 | 1.40 | 161 | 1122 | 1058 | 6032 | 698 | 159 | 44.4 | 0.16 | 159 | 1127 | 1063 |
| Horseradish | 2287 | 470 | 141 | 8.0 | 0.60 | 31 | 74 | 277 | 2292 | 474 | 142 | 7.9 | 0.91 | 32 | 75 | 277 |

Forrás: McCance & Widdowson (1929-1944), McCance et al. (1938), Food Standard Agency (2002), White & Broadley, 2005

## Gyümölcsök ásványianyag-koncentrációi, UK (mg/100 g sz.a.)

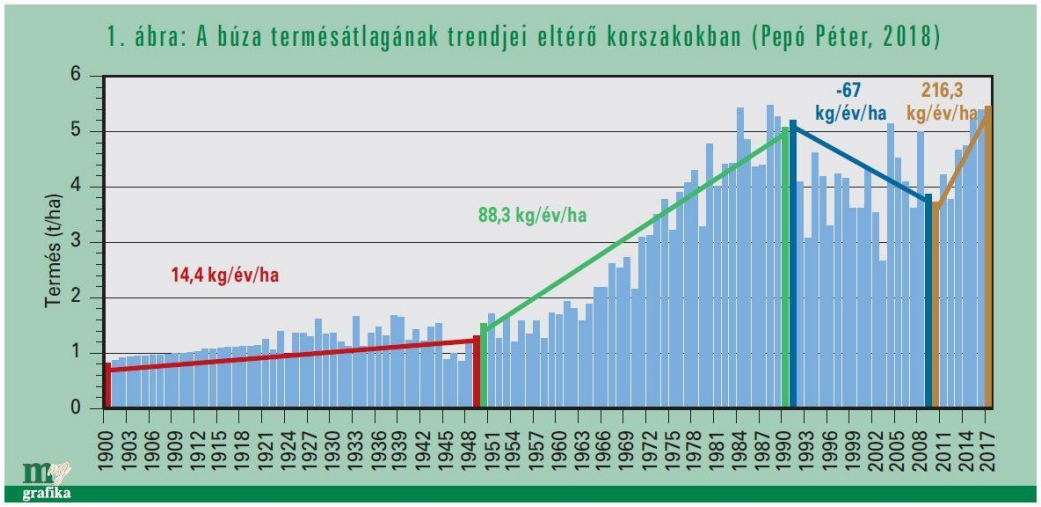
| | McCance and Widdowson (1929-1944) | | | | | | | | Food Standards Agency (2002) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | K | Ca | Mg | Fe | Cu | Na | Cl | P | K | Ca | Mg | Fe | Cu | Na | Cl | P |
| **Fruits** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apples, eating | 754 | 23 | 30 | 1.9 | 0.70 | 15 | 8 | 49 | 774 | 26 | 32 | 0.6 | 0.13 | 19 | 1 | 71 |
| Apples, cooking | 852 | 25 | 20 | 2.0 | 0.70 | 15 | 31 | 112 | 715 | 33 | 24 | 0.8 | 0.16 | 16 | 16 | 57 |
| Apricots | 2394 | 129 | 92 | 2.8 | 0.90 | 0 | 0 | 159 | 2109 | 117 | 86 | 3.9 | 0.47 | 16 | 23 | 156 |
| Avocado pear | 2118 | 82 | 157 | 2.8 | 1.10 | 86 | 32 | 165 | 1636 | 40 | 91 | 1.5 | 0.69 | 22 | 22 | 142 |
| Bananas | 1187 | 23 | 142 | 1.4 | 0.60 | 4 | 271 | 96 | 1606 | 24 | 137 | 1.2 | 0.40 | 4 | 317 | 112 |
| Blackberries | 1150 | 350 | 163 | 4.7 | 0.60 | 20 | 122 | 132 | 1067 | 273 | 153 | 4.7 | 0.73 | 13 | 147 | 207 |
| Cherries, eating | 1489 | 86 | 52 | 2.0 | 0.40 | 15 | 0 | 91 | 1221 | 76 | 58 | 1.2 | 0.41 | 6 | 1 | 122 |
| Cherries, cooking | 1510 | 100 | 57 | 1.5 | 0.50 | 20 | 0 | 103 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Cranberries | 922 | 114 | 65 | 8.6 | 1.10 | 14 | 0 | 87 | 731 | 92 | 54 | 5.4 | 0.38 | 15 | 1 | 85 |
| Currants, black | 1646 | 267 | 76 | 5.6 | 0.60 | 12 | 65 | 191 | 1637 | 265 | 75 | 5.8 | 0.62 | 13 | 66 | 190 |
| Currants, red | 1595 | 207 | 74 | 7.1 | 0.70 | 13 | 81 | 171 | 1628 | 209 | 76 | 7.0 | 0.70 | 12 | 81 | 174 |
| Currants, white | 1738 | 134 | 76 | 5.5 | 0.80 | 9 | 64 | 167 | 1737 | 132 | 78 | 5.4 | 0.84 | 12 | 66 | 168 |
| Custard Apple | 2165 | 45 | 90 | 2.0 | 0.60 | 52 | 150 | 191 | 1082 | 78 | 127 | 2.2 | 0.56 | 26 | – | 131 |
| Damsons | 1289 | 104 | 49 | 1.8 | 0.40 | 12 | 0 | 73 | 1289 | 107 | 49 | 1.8 | 0.36 | 9 | 0 | 71 |
| Figs | 1739 | 222 | 130 | 2.7 | 0.40 | 10 | 119 | 209 | 1299 | 247 | 97 | 1.9 | 0.39 | 19 | 117 | 97 |
| Gooseberries, unripe | 2087 | 281 | 70 | 3.2 | 1.30 | 19 | 65 | 337 | 2121 | 283 | 71 | 3.0 | 0.61 | 20 | 71 | 343 |
| Gooseberries, ripe | 1041 | 113 | 53 | 3.5 | 0.90 | 7 | 66 | 117 | 1717 | 192 | 91 | 6.1 | 0.61 | 10 | 111 | 192 |
| Grapes | 1414 | 58 | 26 | 1.7 | 0.50 | 8 | 5 | 95 | 1154 | 71 | 38 | 1.6 | 0.66 | 11 | 1 | 99 |
| Grapefruit | 2509 | 184 | 111 | 2.8 | 0.70 | 14 | 14 | 167 | 1818 | 209 | 82 | 0.9 | 0.18 | 27 | 27 | 182 |
| Greengages | 1397 | 77 | 35 | 1.7 | 0.40 | 6 | 0 | 104 | 1722 | 94 | 44 | 2.2 | 0.44 | 6 | 6 | 128 |
| Lemons, whole | 1099 | 725 | 78 | 2.4 | 1.80 | 40 | 34 | 140 | 1095 | 620 | 88 | 3.6 | 1.90 | 36 | 36 | 131 |
| Loganberries | 1711 | 234 | 166 | 9.1 | 0.90 | 16 | 105 | 162 | 1733 | 233 | 167 | 9.3 | 0.93 | 20 | 107 | 160 |
| Medlars | 963 | 118 | 41 | 1.9 | 0.70 | 24 | 12 | 110 | 980 | 118 | 43 | 2.0 | 0.67 | 24 | 12 | 110 |
| Melons, cantaloupe | 4906 | 300 | 317 | 12.7 | 0.70 | 212 | 684 | 478 | 2658 | 253 | 139 | 3.8 | 0.01 | 101 | 557 | 165 |
| Mulberries | 1718 | 238 | 101 | 10.5 | 0.40 | 14 | 24 | 319 | 1733 | 240 | 100 | 10.7 | 0.40 | 13 | 27 | 320 |
| Nectarines | 1354 | 20 | 64 | 2.3 | 0.30 | 46 | 24 | 121 | 1532 | 63 | 90 | 3.6 | 0.54 | 9 | 45 | 198 |
| Oranges | 1409 | 296 | 92 | 2.3 | 0.50 | 21 | 23 | 170 | 1079 | 338 | 72 | 0.7 | 0.36 | 36 | 22 | 151 |
| Passion Fruit | 1303 | 58 | 145 | 4.2 | 0.40 | 106 | 137 | 203 | 797 | 44 | 116 | 5.2 | – | 76 | – | 255 |
| Peaches | 1872 | 35 | 57 | 2.8 | 0.30 | 20 | 0 | 134 | 1441 | 63 | 81 | 3.6 | 0.54 | 9 | 1 | 198 |
| Pears, eating | 705 | 43 | 37 | 1.2 | 0.80 | 14 | 3 | 67 | 926 | 68 | 43 | 1.2 | 0.37 | 19 | 6 | 80 |
| Pineapple | 1566 | 77 | 107 | 2.7 | 0.50 | 10 | 181 | 50 | 1185 | 133 | 119 | 1.5 | 0.81 | 15 | 215 | 74 |
| Plums, Victoria Dessert | 1184 | 69 | 45 | 2.2 | 0.60 | 11 | 0 | 103 | 1357 | 79 | 50 | 2.9 | 0.71 | 14 | – | 114 |
| Plums, cooking | 1313 | 93 | 53 | 2.0 | 0.60 | 13 | 0 | 98 | 1491 | 81 | 50 | 2.5 | 0.62 | 12 | 1 | 143 |
| Pomegranate | 1406 | 20 | 22 | 1.0 | 0.50 | 8 | 362 | 52 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Quinces | 1284 | 88 | 38 | 2.0 | 0.80 | 20 | 12 | 120 | 1266 | 89 | 38 | 1.9 | 0.82 | 19 | 13 | 120 |
| Raspberries | 1333 | 242 | 129 | 7.2 | 1.30 | 15 | 132 | 171 | 1308 | 192 | 146 | 5.4 | 0.77 | 23 | 169 | 238 |
| Rhubarb | 7253 | 1754 | 232 | 6.7 | 2.20 | 37 | 1485 | 358 | 5000 | 1603 | 224 | 5.2 | 1.21 | 52 | 1500 | 293 |

**Búza szemtermés mikrotápanyag-tartalmának változása, 1860–2020**

Trend: hozamnövekedés → tápanyag-hígulás (nagyobb biomassza, kisebb koncentráció)

| Év | Fe (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Megjegyzés |
|---|---|---|---|
| **1860** | 42 | 38 | Hagyományos fajták |
| **1920** | 36 | 33 | Kezdeti nemesítések |
| **1970** | 28 | 25 | „Green Revolution” nagy hozamú fajták |
| **2020** | 22 | 18 | Modern, intenzív termesztés |

Forrás: Mariem et al., 2020, Scientific Reports (166 év adata)

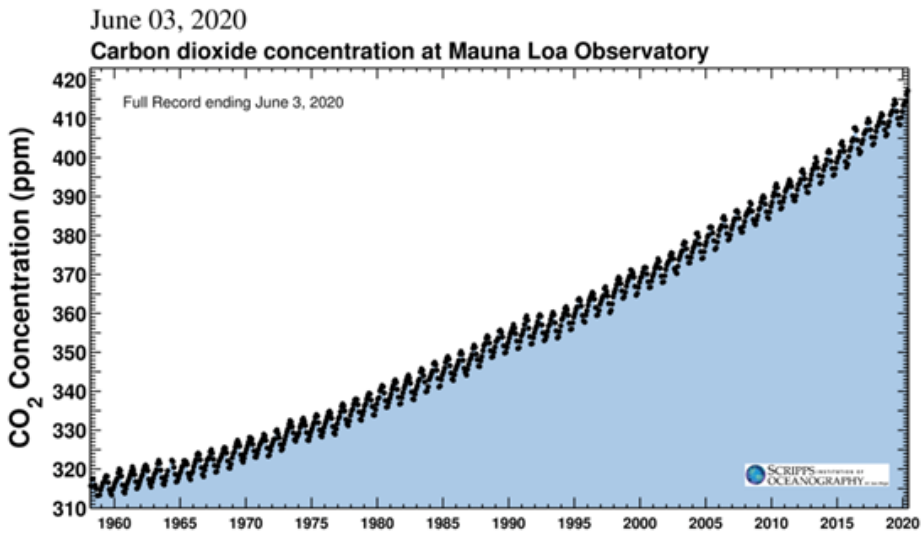



Forrás: https://magyarmezogazdasag.hu/2019/02/27/tapanyagellatas-szerepe-buzatermesztesnel/

**$CO_2$-emelkedés hatása egyes tápanyagokra (FACE kísérletek)**

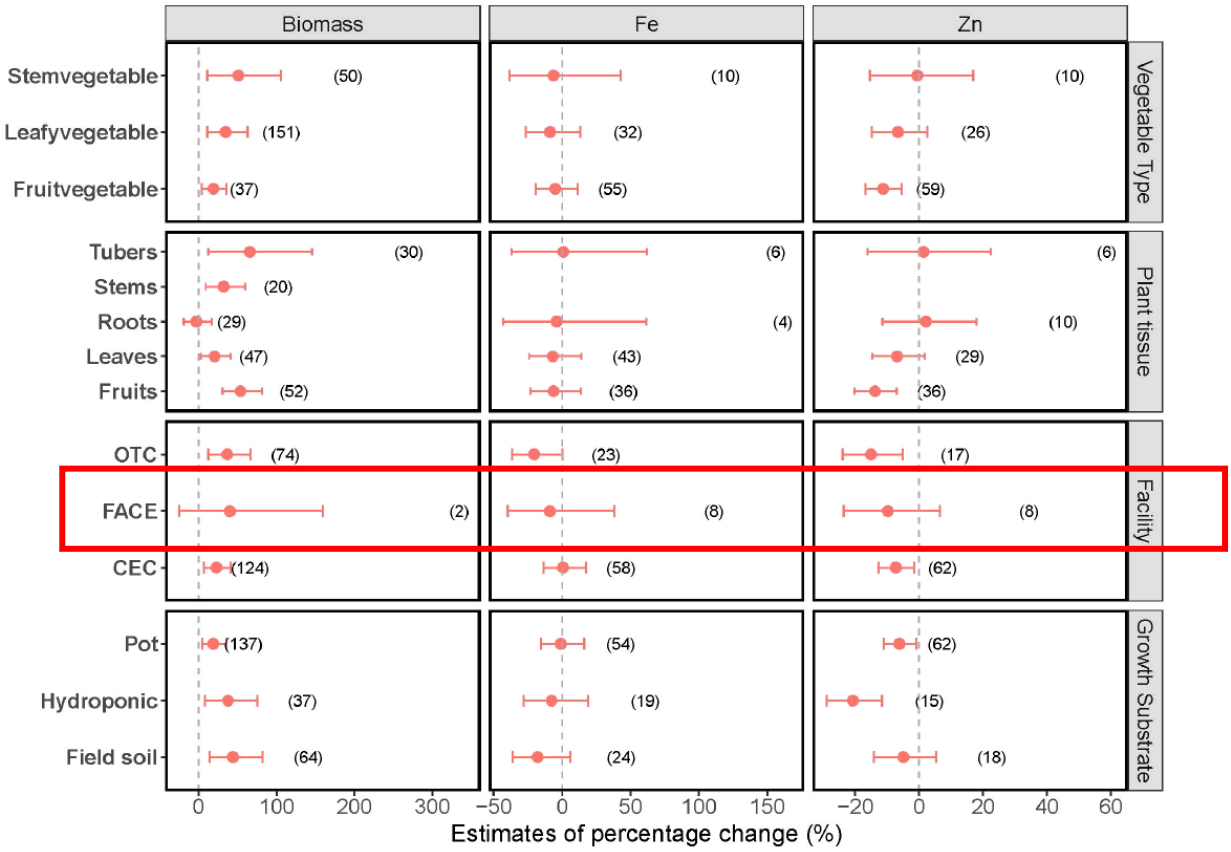
| Vizsgált növénycsoport | Fehérje | Fe | Zn |
|---|---|---|---|
| **Gabonafélék** | −6–8% | −4–10% | −3–9% |
| **Hüvelyesek** | −8–10% | −5–12% | −5–10% |

Forrás: Myers et al., 2014, Nature




Forrás: https://climateandcapitalism.com/2020/06/04/despite-pandemic-co2-hits-new-record/

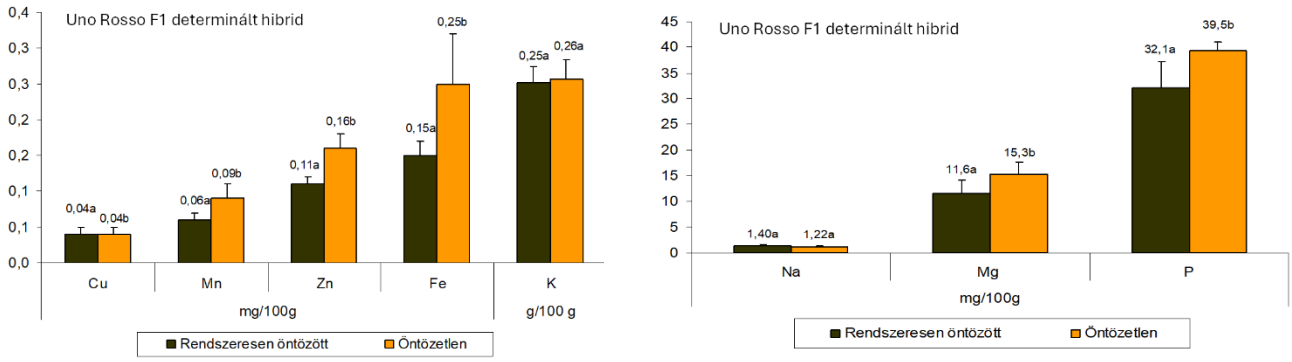
## Emelkedett $CO_2$ hatása a zöldségek biomassza-termelésére és Zn- / Fe-koncentrációjára




Megjegyzés: FACE: szabad levegős $CO_2$-dúsító rendszerek (Free-Air Carbon dioxide Enrichment), OTC: nyitott tetejű kamra, CEC: szabályozott környezeti feltételek

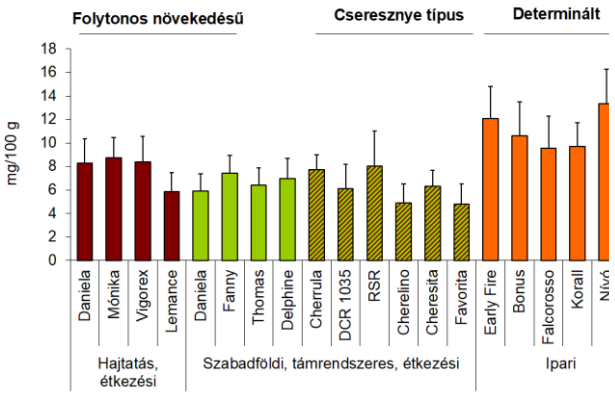
Forrás: Wang X et al. (2025) Elevated $CO_2$ decreases micronutrient Zn but not Fe in vegetables – evidence from a meta-analysis. *Front. Plant Sci.* 16:1509102. doi: 10.3389/fpls.2025.1509102

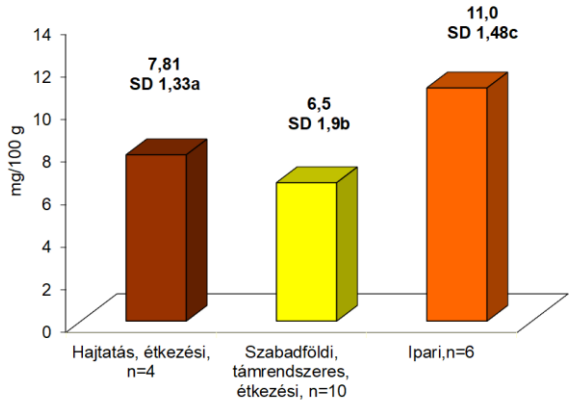
## Öntözött és öntözetlen paradicsomok ásványianyag-tartalma




Forrás: Deák, et al. Kertgazdaság, 45(2), 3-8. 2013.

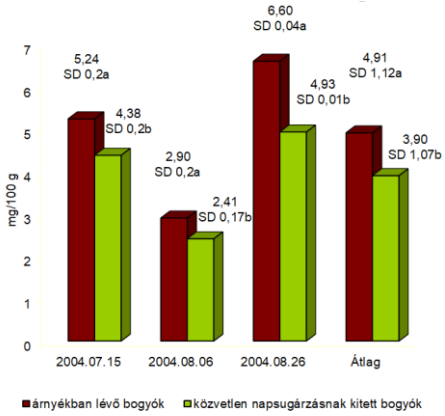
## Különböző fajtájú paradicsomok likopin-tartalma




Forrás: Helyes et al. Acta Alim., 37. 4. 427-436. 2008.

## Közvetlen napfénynek kitett és árnyékban lévő bogyók likopin-tartalma

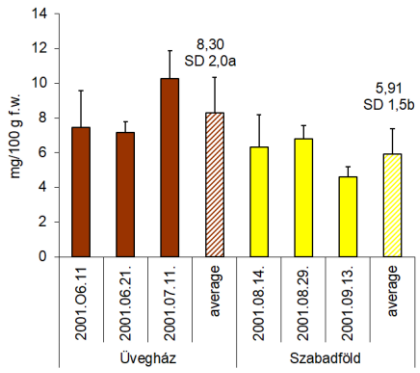



**Átlagos bogyófelszín- hőmérséklet**
- Árnyékban: 31.9 °C
- Közvetlen napfényben: 39.6 °C

- Jelölt bogyók árnyékban és közvetlen napfényben (szabadföld, támrendszeren Lemance F1)
- Bogyófelszín hőmérséklet mérése infravörös távhőmérővel [Raynger II.]
- Szignifikáns különbség a két csoport között
- Szignifikánsan több likopin az árnyékban beérett bogyókban
- Ok:
  - Likopin-szintézis optimális hőmérséklete: 12-21 °C
  - >30 °C → szintézis leáll

Forrás: Pék et al. Food Physics, 24-25. 43-49. 2012.

## Üvegházban és szabadföldön termesztett paradicsom likopin-tartalma




Daniela, 2001

- Szignifikáns különbség (40%) az üvegházban és a szabadföldön termesztett bogyó között
- Ok
  - Szabadföldi növények nagyobb mértékben ki vannak téve közvetlen napsugárzásnak a kisebb levélzet miatt →csökkent likopin-szintézis

Forrás: Pék et al. HORTSCIENCE, 46. 4. 583-585. 2011.

**Tápanyagcsökkenés – összefoglalás**

- Összefoglaló tanulmányok és metaanalízisek
    - bizonyíték több mikrotápanyag csökkenésére (Fe, Zn, protein)
    - eredmények rendkívül heterogének, néha ellentmondásosak
    - a  változás mértéke mérési helyenként, fajonként rendkívül eltérő
- Módszertani problémák
    - eltérő mérési módszerek
    - mintavételi torzítás
    - fajták, termőterület / talajtípus, időjárás, vízellátás, egyéb agrotechnológiai eljárások
    - növekvő $CO_2$-szint

**Összefoglalva**

Az eddigi vizsgálati eredményeket némi fenntartással kell kezelni, mert…

**Mert, nem mindegy…**

- **Miben mérek?**
    - fajta
    - előélet (vetés, palántázás, oltás, stb.)
    - tápanyagutánpótlás, öntözés
    - agrotechnika
    - stb.
- **Hol volt, amiben mérek?**
    - napfénynek kitéve, árnyékban
    - talaj
- **Mikor mérem?**
    - gazdasági vs. biológiai érettség
    - betakarítás időpontja
    - időjárás (csapadék, hőmérséklet, napsütés)
    - UV, $CO_2$
- **Mivel mérem?**
    - analitikai módszer
    - előkészítés
    - standard
    - nedves tömeg vs. száraz tömeg
- **Mivel hasonlítom össze?**

**Javaslatok a változások pontos felmérése érdekében**

- további széleskörű vizsgálatok,
    - szárazanyag-alapra konvertálás
- földrajzi és fenológiai kontroll
- standardizált vizsgálati módszerek
- hosszú távú, standardizált terepi vizsgálatok, FACE és szabadföldi kísérletek kombinálása
- adatbázis-frissítések

**Néhány megoldás a helyzet javítására**

- Megfelelő talajmenedzsment
  - célzott mikroelem-trágyázás (pl. Zn)
  - talajjavítás: komposzt, szervesanyag-utánpótlás
  - pH-kezelés
  - talaj-mikrobiom „helyreállítása”
  - kímélő talajmozgatás
  - vetésforgó
  - stb.
- Biofortifikáció
- Takarmányok mikroelemkiegészítése
- Fajtaválasztás
- Körforgásos gazdálkodás

---

**Hasznos olvasmányok**


Bhardwaj, R.L.; Parashar, A.; Parewa, H.P.; Vyas, L. An Alarming Decline in the Nutritional Quality of Foods: The Biggest Challenge for Future Generations' Health. Foods 2024, 13, 877. https://doi.org/10.3390/foods13060877

Bourne Dana, Griffin S. Timothy, Honeycutt C. Wayne 2022. Exploring the Relationship Between Soil Health and Food Nutritional Quality: A Summary of Research Literature. https://soilhealthinstitute.org/app/uploads/2022/02/SHI-Food-Nutritional-Study-Executive-Summary-2022.pdf

Davis, D. R. (2009). Declining Fruit and Vegetable Nutrient Composition: What Is the Evidence?. HortScience, 44(1), 15–19. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.1.15

Davis, Donald R., Melvin D. Epp PhD & Hugh D. Riordan MD (2004) Changes in USDA Food Composition Data for 43 Garden Crops, 1950 to 1999, Journal of the American College of Nutrition, 23:6, 669-682, DOI: 10.1080/07315724.2004.10719409

Dietterich, L., Zanobetti, A., Kloog, I. et al. Impacts of elevated atmospheric CO2 on nutrient content of important food crops. Sci Data 2, 150036 (2015). https://doi.org/10.1038/sdata.2015.36

FAO Soils for nutrition: state of the art. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2022, https://doi.org/10.4060/cc0900en

Feliziani, G.; Bordoni, L.; Gabbianelli, R. Regenerative Organic Agriculture and Human Health: The Interconnection Between Soil, Food Quality, and Nutrition. Antioxidants. 2025, 14, 530. https://doi.org/10.3390/antiox14050530

Mariem, S.B., Gámez, A.L., Larraya, L. *et al.* Assessing the evolution of wheat grain traits during the last 166 years using archived samples. *Sci Rep* **10**, 21828 (2020). https://doi.org/10.1038/s41598-020-78504-x

Myers, S., Zanobetti, A., Kloog, I. et al. Increasing CO2 threatens human nutrition. Nature 510, 139–142 (2014). https://doi.org/10.1038/nature13179

Silver WL, Perez T, Mayer A, Jones AR. 2021 The role of soil in the contribution of food and feed. Phil. Trans. R. Soc. B 376: 20200181. https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0181

Wang X, Zhang S, Li H, Du Laing G, Odlare M and Skvaril J (2025) Elevated CO2 decreases micronutrient Zn but not Fe in vegetables – evidence from a meta-analysis. Front. Plant Sci. 16:1509102. doi: 10.3389/fpls.2025.1509102

White, P. J., & Broadley, M. R. (2005). Historical variation in the mineral composition of edible horticultural products. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 80(6), 660–667. https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511995