**SUPPLEMENTARY MATERIALS – ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Article title: Sizes and Ratios of Organic Carbon Pools in Gray Forest Soil under Long-term Application of Mineral and Organic fertilizers**

**Название статьи: Размеры и соотношения пулов органического углерода в серой лесной почве при многолетнем применении минеральных и органических удобрений**

**V. M. Semenov, T. N. Lebedeva, N. B. Zinyakova, D. A. Sokolov**

**В. М. Семенов, Т. Н. Лебедева, Н. Б. Зинякова, Д. А. Соколов**

**Eurasian Soil Science.**

**Почвоведение.**

**Table S1**. Annual (1) and total (2) carbon and nutrients inputs to arable gray forest soil with mineral and organic fertilizers, g/m2

**Таблица S1**. Ежегодное (1) и суммарное (2) поступление углерода и питательных веществ в пахотную серую лесную почву с минеральными и органическими удобрениями, г/м2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variant  Вариант | Carbon / Dry matter  Углерод / Сухое вещество | | Nitrogen (N)  Азот (N) | | Phosphorus (P2O5)  Фосфор (P2O5) | | Potassium (K2O)  Калий (K2O) | |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1. Without fertilizers  1. Без удобрений | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. N1P1K1 | 0 | 0 | 9 | 81 | 7,5 | 68 | 10 | 90 |
| 3. N2P2K2 | 0 | 0 | 18 | 162 | 15 | 135 | 20 | 180 |
| 4. N3P3K3 | 0 | 0 | 27 | 243 | 22,5 | 202 | 30 | 270 |
| 5. N4P4K4 | 0 | 0 | 36 | 324 | 30 | 270 | 40 | 360 |
| 6. Manure 2.5 kg/m2  6. Навоз 2.5 кг/м2 | 179 / 480 | 1611 / 4321 | 9,5 | 85 | 7,2 | 65 | 9,6 | 86 |
| 7. Manure 5.0 kg/m2  7. Навоз 5.0 кг/м2 | 358 / 960 | 3223 / 8641 | 18,9 | 170 | 14,4 | 130 | 19,2 | 173 |
| 8. Manure 7.5 kg/m2  8. Навоз 7.5 кг/м2 | 537 / 1440 | 4834 / 12962 | 28,4 | 256 | 21,6 | 194 | 28,8 | 259 |
| 9. Manure 10.0 kg/m2  9. Навоз 10.0 кг/м2 | 716 / 1920 | 6446 / 17282 | 37,9 | 341 | 28,8 | 259 | 38,4 | 346 |
| 10. Bare fallow  10. Чистый пар | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Table S2.** Organic carbon (Corg) content in the grey forest soil with the annual application of mineral and organic fertilizers in a five-field crop rotation, g/kg of air-dried soil

**Таблица S2**. Содержание органического углерода (Сорг) в почве при ежегодном внесении минеральных и органических удобрений в пятипольном севообороте, г/кг воздушно-сухой почвы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год Year | Variant Вариант | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2011 | 9.8 ± 0.1 | 9.9 ± 0.0 | 9.7 ±0.2 | 9.6 ±0.1 | 9.7 ±0.7 |
| 2012 | 9.9 ± 0.1 | 9.9 ±0.1 | 9.7 ±0.3 | 9.8 ±0.8 | 9.9 ±0.1 |
| 2013 | 10.1 ± 0.0 | 10.3 ± 0.0 | 10.3 ±0.0 | 10.5 ±0.0 | 10.4 ±0.0 |
| 2014 | 10.0 ± 0.0 | 10.7 ±0.0 | 10.8 ±0.0 | 10.7 ±0.0 | 10.7 ±0.0 |
| 2015 | 11.0 ± 0.1 | 11.5 ±0.3 | 12.1 ±0.5 | 11.9 ±0.4 | 11.7 ±0.6 |
| 2016 | 10.9 ± 0.7 | 12.4 ±0.4 | 12.5 ±0.1 | 12.3 ±0.7 | 12.7 ±0.4 |
| 2017 | 11.4 ± 0.5 | 12.1 ±0.0 | 12.8 ± 0.5 | 12.7 ±0.4 | 12.7 ±0.1 |
| 2018 | 11.3 ± 0.2 | 11.5 ±0.2 | 12.2 ± 0.3 | 12.2 ±0.2 | 12.6 ±0.0 |
| 2019 | 11.3 ± 0.3 | 11.8 ±0.3 | 11.6 ±0.1 | 12.2 ±0.2 | 11.8 ±0.1 |
| Год Year | Variant Вариант | | | | |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2011 | 10.7 ±0.5 | 11.1 ±0.2 | 12.3 ±0.5 | 13.0 ±0.0 | 9.4 ±0.3 |
| 2012 | 11.6 ±0.1 | 12.7 ±0.9 | 14.0 ±0.6 | 15.3 ±0.8 | 9.3 ±0.1 |
| 2013 | 12.7 ± 0.0 | 14.0 ±0.0 | 17.5 ±0.0 | 18.4 ±0.0 | 10.0 ±0.0 |
| 2014 | 13.2 ±0.0 | 14.6 ± 0.0 | 18.3 ±0.0 | 20.2 ±0.0 | 9.9 ±0.0 |
| 2015 | 13.8 ±0.7 | 15.2 ±0.2 | 18.7 ±0.1 | 21.0 ±0.1 | 9.9 ±0.5 |
| 2016 | 14.5 ±0.1 | 15.8 ±0.7 | 18.7 ±0.5 | 23.0 ±0.5 | 10.1 ±0.3 |
| 2017 | 15.3 ±0.1 | 17.4 ±0.8 | 19.9 ±0.3 | 23.3 ±0.5 | 10.0 ±0.0 |
| 2018 | 15.9 ±0.5 | 17.8 ±0.4 | 20.4 ± 0.4 | 23.5 ±0.2 | 9.5 ± 0.3 |
| 2019 | 16.7 ±0.5 | 19.3 ±0.9 | 21.2 ±0.3 | 24.1 ±0.7 | 10.0 ± 0.1 |

Note: Примечание: 1. Without fertilizers; 1. Без удобрений; 2. N1P1K1; 3. N2P2K2; 4. N3P3K3; 5. N4P4K4; 6. Manure 25 t/ha; 6. Навоз 25 т/га; 7. Manure 50 t/ha; 7. Навоз 50 т/га; 8. Manure 75 t/ha; 8. Навоз 75 т/га; 9. Manure 100 t/ha; 9. Навоз 100 т/га; 10. Bare fallow; 10. Чистый пар

**Table S3.** Effect of application duration (X, years) and dose (Z, g/m2) of mineral and organic fertilizers on the size of organic carbon pools in soil (Y, g/kg of soil)

**Таблица S3**. Влияние длительности внесения (X, число лет) и дозы (Z, г/м2) минеральных и органических удобрений на размеры пулов органического углерода в почве (Y, г/кг почвы)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Mineral fertilizers (N + P2O5 + K2O)  Минеральные удобрения (N + P2O5 + K2O) | | | Organic fertilizers  Органические удобрения | | |
| Equations and determination coefficients *R*2 at the significance level (*P*)  Уравнения и коэффициенты детерминации *R*2 при уровне значимости (*P*) | | | | | |
| Total  Общий | Factor *X*  Фактор *X* | Factor *Z*  Фактор *Z* | Total  Общий | Factor *X*  Фактор *X* | Factor *Z*  Фактор *Z* |
| Cорг Corg | | | | | |
| *Y* = 9.16 + 0.333*X* + 0.006*Z* | | | *Y* = 6.68 + 0.851*X* + 0.928*Z* | | |
| 0.738 (<0.001) | 0.690 (<0.001) | 0.048 (<0.008) | 0.911 (<0.001) | 0.282 (<0.001) | 0.629 (<0.001) |
| CPOM CPOM | | | | | |
| *Y* = 1.59 + 0.046*X* + 0.005*Z* | | | *Y* = 0.350*X* + 0.653*Z* – 0.29\* | | |
| 0.489  (<0.001) | 0.178  (<0.011) | 0.311  (0.001) | 0.880  (<0.001) | 0.151  (<0.001) | 0.729  (<0.001) |
| CMAOM CMAOM | | | | | |
| *Y* = 8.04 + 0.15*X* + 0.001*Z*\* | | | *Y* = 7.31 + 0.36*X* + 0.13*Z* | | |
| 0.787  (<0.001) | 0.773  (<0.001) | 0.014\*  (0.154) | 0.767 (<0.001) | 0.631 (<0.001) | 0.136 (<0.001) |
| Cмик Cmic | | | | | |
| *Y* = 0.19 – 0.003*X*\* - 0.0003*Z* | | | *Y* = 0.10 + 0.013*X* + 0.025*Z* | | |
| 0.258  (0.002) | 0.061\*  (0.068) | 0.197  (0.002) | 0.877  (<0.001) | 0.115  (<0.001) | 0.762  (<0.001) |
| C0 C0 | | | | | |
| *Y* = 0.55 – 0.011*X* + 0.0006*Z* | | | Y = 0.49 – 0.001*X*\* + 0.097*Z* | | |
| 0.320  (<0.001) | 0.187  (0.002) | 0.133  (0.006) | 0.929  (<0.001) | 0.000  (0.848) | 0.929  (<0.001) |

Примечание: \* Параметр уравнения не достоверен при уровне значимости *P* < 0.05

Note: \* The equation parameter is not significant at a significance level of *P* < 0.05

**Figure S1.** Changes in organic carbon (Corg) content in the soil during the 9-years application of mineral and organic fertilizers in increasing doses. I – Without fertilizers; II – N9P7.5K10; III – N18P15K20; IV – N27P22.5K30; V – N36P30K40 (g/m2); VI – Farm-yard manure 2.5; VII – Farm-yard manure 5; VIII – Farm-yard manure 7.5; IX – Farm-yard manure 10 (kg/m2); X – Bare fallow.

**Рис. S1.** Изменения содержания органического углерода (Cорг) в почве в течение 9-летнего применения минеральных и органических удобрений в возрастающих дозах. I – Без удобрений; II – N9P7.5K10; III – N18P15K20; IV – N27P22.5K30; V – N36P30K40 (г/м2); VI – Навоз 2.5; VII – Навоз 5; VIII – Навоз 7.5; IX – Навоз 10 (кг/м2); X – Чистый пар.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Figure S2.** Changes in the organic carbon content (Corg) in the soil under annual application of mineral and organic fertilizers in the increasing doses. I – 1-5 years, II – 5-9 years; III – 1-9 years.

**Рис. S2.** Изменения содержания органического углерода (Cорг) в почве при ежегодном применении минеральных и органических удобрений в возрастающих дозах. I – 1-5 лет, II – 5-9 лет; III – 1-9 лет.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NPK | | |
|  |  |  |
| Farm-yard manure | | |
|  |  |  |

**Figure S3**. The C/N ratios in soil organic matter (SOM) and particulate organic matter (POM) and mineral-associated organic matter (MAOM) fractions. On average after the first, fifth and ninth years of the experiment. Variants: 1 - without fertilizers, 2 - N1P1K1, 5 - N4P4K4, 6 - manure 25 t/ha, 9 - manure 100 t/ha

**Рис. S3**. Соотношение C/N в почвенном органическом веществе (SOM) и во фракциях твердых частиц (POM) и минерально-связанного органического вещества (MAOM). В среднем после первого, пятого и девятого годов эксперимента. Варианты: 1- без удобрений, 2 – N1P1K1, 5 – N4P4K4, 6 – навоз 25 т/га, 9 – навоз 100 т/га