

To optimize the enzymolysis time, the tissues were digested for 2, 4 and 6 h at $24 \pm 1^\circ\text{C}$ in the dark with gently shaking (30 rpm) in enzyme mixture consisting of 1% (w/v) cellulase Serva, 0.1% (w/v) pectinase Rohament p5, 20 mM 2-(N Morpholino) ethanesulfonic acid (MES, Panreac), 5 mM $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, and 0.6 M mannitol, pH 5.6, filter-sterilized (0.45 μm , Millipore). Then, protoplasts were filtered through nylon membrane (100 μm and then 40 μm respectively) the remaining pieces of leaves in the dish were mixed and squeezed to petri dish walls with 0.5 M mannitol-D (Dia-M) solution and filtered to obtain more protoplasts, which then centrifugated at 150 rcf for 10 min at room temperature in a swinging bucket rotor, the supernatant was discarded. The precipitation at the bottom of the centrifuge tube were the protoplasts, which were washed two times in MMG containing 4 mM MES buffer (pH 5.7), 0.6M mannitol and 15mM MgCl_2 .

Results and Discussion:

Comprehensive protoplast yields viability and other considerations, to determine the optimum conditions for 5-week-old carrot mesophyll protoplast separation. Based on the results, 0.5 M sorbitol pre-treatment for one hour, the combination of 1% (w/v) cellulase, 0.1% (w/v) pectinase and 6 h incubation time were the most suitable conditions for protoplast isolation of *D. carota* using in vitro leaves in the study. The established protocol could be applied in future studies on somatic hybridization and protoplast fusion.

References

1. FAOSTAT (2017) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <http://www.fao.org/faostat>. Accessed 13 March 2019.
2. Чистова А.В., Биотехнология в селекции моркови с использованием самонесовместимости // Картофель и овощи. – 2014/ – № 10. – С. 33-36.
3. Чистова А.В., Репродукция самонесовместимых линий моркови (*Daucus carota* L.) с использованием культуры тканей // Известия ТСХА. –2014. – №3. – С. 43-50.
4. Chong Siang Tee, Pui Sinn Lee, Anna Ling Pick Kiong and Maziah Mahmood. Optimisation of protoplast isolation protocols using in vitro leaves of *Dendrobium crumenatum* (pigeon orchid). 2010.
5. Murashige T, Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant*, 15: 473- 497.
6. Baranski R, Klocke E, Ryschka U (2007) Monitoring the expression of green fluorescent protein in carrot. *Acta Physiol Plant*, 29: 239-246.

УДК 631.417.1

EVALUATION DE LA MINERALISATION DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS LES AGREGATS DES SOLS SOUS LES DIFFERENTS TYPES D'UTILISATION DES TERRES

Anga Brunel, étudiant en première année du troisième cycle d'études, département de la pédologie, géologie et de l'aménagement du paysage, l'Université agraire

*d'Etat de Russie, l'Academie d'agriculture de Moscou K.A.Timiryazev.
brunel.anga@bk.ru*

Zaitsev Alekseï Anatolievich, docteur en linguistique, professeur agrégé, chef du département des langues étrangères et du russe, l'Université agraire d'État de Russie – l'Académie d'agriculture de Moscou K. A. Timiryazev, a.zaizev@mail.ru

Résumé: *Le sol est à la fois un objet de production agricole et un objet naturel, dont la qualité de l'alimentation et de l'environnement dépendent fortement. La majeure partie du territoire de la République du Tatarstan(Russie) est située dans la zone de forêt-steppe, et seules ses régions septentrionales sont situées dans la zone forestière. À l'heure actuelle, presque tous les sols sont soumis à l'influence intensive de l'homme et la superficie de la forêt a diminuée de 17,2%.*

Mots-clé: *minéralisation, matière organique, agrégats, sols, fertilité, humus, séquestration.*

Introduction.

La transformation de la matière organique dans le sol, en particulier sa minéralisation (décomposition), a un impact énorme sur le changement de la teneur en dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère. La connaissance de la dynamique de la minéralisation de la matière organique du sol présente une importance capitale. [1]. Les taux de minéralisation dépendent à la fois du type de matière organique et des propriétés du sol, en particulier de sa structure. [3].

Il est important de comprendre les processus de séquestration et de minéralisation du carbone organique du sol pour atténuer le changement climatique et réduire les risques de dégradation des sols. Les micro-organismes du sol jouent un rôle important dans la minéralisation de la matière organique, en tant qu'agents du cycle des nutriments et du flux d'énergie [4]. On sait également que les agrégats du sol sont des réservoirs d'eau et de micro-organismes, dans les pores desquels se forment des conditions particulières pour le cycle de la matière organique.

Étant donné que les produits finaux de la transformation microbienne de la matière organique du sol sont l'acide carbonique et l'eau, la méthode biocinétique basée sur l'analyse de l'intensité de la libération de dioxyde de carbone des sols dans les conditions d'expériences d'incubation de durées différentes est récemment devenue une approche populaire pour étudier les processus de minéralisation de la matière organique.

L'objectif de ce travail était d'estimer la quantité de carbone organique minéralisable du sol en fonction de la taille des agrégats du sol pour deux types d'utilisation des sols.

Matériel et Méthodes de recherche.

L'objet de l'étude était deux parcelles situées sur le territoire de la région de Predkamie de la République du Tatarstan, dont l'utilisation des terres est différente. Le site 1 est en jachère herbacée et appartient au jardin botanique et le site 2 est un

champ agricole près du village de Biryuli dans le district de Vysokogorsky de la République du Tatarstan.

Le sol des parcelles est un sol forestier gris. Six échantillons de sol ont été prélevés au hasard sur chaque parcelle à une profondeur de 20 cm, dans lesquels la composition structurelle des agrégats a été déterminée selon Savvinov (tamisage à sec) et la teneur en humus selon Tyurin. Les agrégats du sol ont été subdivisés dans les classes de taille suivantes : 10-5 mm, 5-3 mm et 3-0,25 mm.

Pour évaluer l'intensité de la minéralisation de CO₂ par les échantillons de sol, une expérience d'incubation de 40 jours a été mise en place dans laquelle les échantillons de sol ont été continuellement humidifiés jusqu'à 60 % de la teneur en eau la plus basse. La quantité de dioxyde de carbone libérée par les sols a été déterminée selon la méthode d'Ohlinger [5].

La quantité cumulée de carbone organique minéralisable pour les classes d'agrégats de sol a été calculée comme la somme de la quantité de CO₂-C émise sur 40 jours. Le carbone organique potentiellement minéralisable (mg/100 g) ainsi que le taux de minéralisation correspondant k (par jour) ont été estimés sur la base d'un modèle de décomposition du premier ordre.

$$C_m = C_0(1 - e^{-kt})$$

Où C_m est la quantité cumulative de carbone minéralisé (mg/100 g) sur l'intervalle de temps t, C₀ est le réservoir de carbone organique rapidement minéralisé (mg/100 g). Pour chaque modèle de la classe correspondante d'agrégats du sol, les constantes C₀ et k ont été sélectionnées par régression non linéaire au moyen de calculs itératifs avec le programme SPSS.

Résultats et Discussions.

La valeur moyenne de la teneur en humus sur le site 1 est de 2,70 %, sur le site 2 de 3,91 % (tableau 1). Les deux parcelles présentent une variabilité moyenne de cet indicateur. D'après le test de Mann-Whitney, les parcelles présentent des différences significatives (p<0,05) en ce qui concerne la teneur en humus, à un niveau de signification de 95 %.

Tableau 1

Statistiques descriptives de la teneur en humus (%) dans deux parcelles

	Moyen	Max.	Min.	amplitude	écart-type	Coeff. de variation
Site 1	2,70	3,00	1,48	1,52	0,44	16
Site 2	3,91	4,20	1,58	2,632	0,65	17

Le site 1, qui est en jachère, a une émission totale de CO₂-C inférieure à celle du site 2, qui est un champ agricole. La minéralisation accrue du carbone organique du sol sur le site 2 est très probablement due à l'intensité accrue du travail du sol et au degré d'aération du sol, avec un apport insuffisant de résidus de culture dans la couche arable. La parcelle 1 reçoit davantage de résidus de culture et des résidus de racines, ce qui a un effet favorable sur la formation de l'humus.

On remarque également que les changements dans la minéralisation du carbone organique du sol sont liés à la taille des agrégats. Il y a une augmentation de la libération de CO₂-C dans le site 2 avec la diminution de la taille des agrégats. Le dégagement de CO₂-C le plus élevé est observé pour les agrégats de 3 à 0,25 mm. Sur le site 1, les rejets cumulés de CO₂-C sont répartis uniformément entre les différentes classes d'agrégats, avec une seule augmentation pour les agrégats de 10-5 mm.

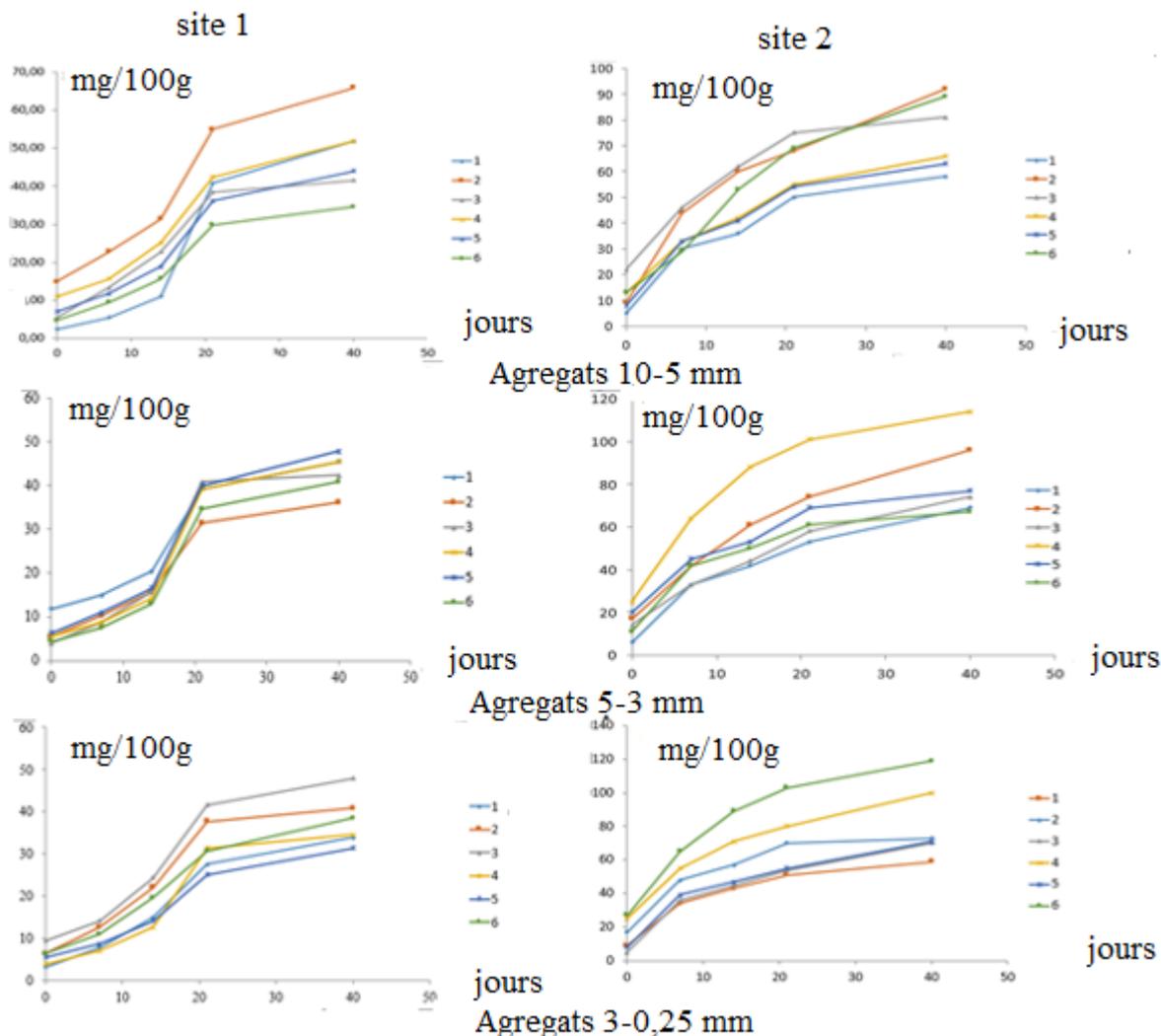


Figure 1. Minéralisation cumulée du carbone organique du sol par classe d'agrégats.

Les résultats de la modélisation montrent que sur le site 1, le carbone rapidement minéralisable varie entre 42,8 et 82,3 mg de CO₂-C/100 g, avec une valeur maximale pour les agrégats de 5 à 3 mm. Sur le site 2, la réserve de carbone rapidement minéralisable varie entre 58,2-101,1 CO₂-C mg/100 g, avec une valeur maximale également pour les agrégats de 5-3 mm. La constante de vitesse de la minéralisation du carbone organique du sol sur le site 1 varie entre 0,005 et 0,053 avec une valeur maximale dans les agrégats de 10-5 mm. Sur le site 2, le taux de minéralisation varie de 0,065 à 0,139, la valeur maximale étant observée dans les agrégats de 3-0,25 mm.

Conclusion

Ainsi, le taux de minéralisation de la matière organique du sol peut varier en fonction de la taille des agrégats du sol, ainsi que du type d'utilisation du sol, qui à son tour affecte également la structure du sol et influence la fertilité du sol.

Références

1. Dergacheva M.I. Soil organic matter: statics and dynamics: (On the example of Western Siberia) / M.I. Dergacheva; Ed. by I. M. Gadzhiev. M. Gadzhiev. – Novossibirsk: Nauka. –1984. – 152 c.
2. Turrión M.B., Lafuente F., Mulas R., López O., Ruipérez C., Pando V.. Effects on soil organic matter mineralisation and microbiological properties of applying compost to burned and unburned soils // J Environ Manage. – 2012. – Vol. 95. – P. 245-249. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.10.020.
3. Semenov V.M., Ivannikova L.A., Semenova N.A., Khodjaeva A.K., Udaltsov S.N. Mineralisation of organic matter in different size aggregate fractions of soil // Soil Science. – 2010. – № 2. – P. 157-165.
4. Kan Z.-R., Ma S.-T., Liu Q.-Y., Liu B.-Y., Virk A. L., Qi J.-Y., Zhao X., Lal R., Zhang H.-L. Carbon sequestration and mineralisation in soil aggregates under long-term conservation tillage in the North China Plain // Catena. – Vol 188 (2020). – P. 104428. DOI: 10.1016/j.catena.2019.104428
5. Ölinger R., Beck T., Heilmann B., Beese F. Soil Respiration // Methods in Soil Biology. – Springer, Berlin, Heidelberg. – P. 93-110.

УДК 338.43

TRENDS ACCOMPANYING THE INTRODUCTION OF DIGITAL TECHNOLOGIES BY AGRICULTURAL PRODUCERS

Anufriev Timofey Fedorovich, PhD student, Department of Economic Security and Law, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, work12v@yandex.ru

Academic advisor - Fomina Tatiana Nikolaevna, senior lecturer, Department of Foreign and Russian Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, t.fomina@rgau-msha.ru

Abstract: *The article examines the impact of digital technologies on the economic activity of agricultural producers and identifies the current trends in ensuring economic security in the digital economy.*

Keywords: *agriculture, digitalisation, trends, economic security, digital technologies.*

Economic entities, including those in the agricultural industry, are always striving to use advanced achievements of science and technology to improve