

УДК 632.7

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.3>

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД ШКІДНИКІВ ПРИ NO-TILL В УКРАЇНІ

Доля М.М. – д.с.-г.н., професор

кафедри інтегрованого захисту та карантину рослин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мороз С.Ю. – аспірант

кафедри інтегрованого захисту та карантину рослин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Марковська О.Є. – д.с.-г.н., професор

кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрний університет

У статті висвітлено сучасні питання щодо методології та проведення наукових досліджень у системах захисту при no-till технології.

Підтверджено, що поверхня ґрунту постійно повинна бути покрита рослинними рештками більше ніж на 50%, так як це сприяє механізмам саморегуляції ентомокомплексів і мобілізує біологічні процеси за наявності коренів у шарі ґрунту 0–15 см, а в разі відсутності таку технологію не можна називати no-till.

Метод прямого посіву інколи використовують як синонім до no-till, але більшість сівалок для прямого посіву в країнах ЄС сприяє інтенсивному переміщенню ґрунту з післяжнивними рештками. Таку технологію необхідно характеризувати як мульчування, що впливає на розмноження й виживання членистоногих і не може мати ніякого стосунку до no-till.

Указано показники оцінювання заходів контролю чисельності фітофагів та інших шкідливих організмів при no-till технології порівняно з традиційними способами обробітку ґрунту. Уточнено перелік питань методологічних рішень щодо складання й оптимізації протоколу досліджень. Установлено особливості біології, екології та поширення окремих шкідливих і корисних видів організмів при no-till. З'ясовано континентальні фактичні та розрахункові площі посівів сільськогосподарських культур за no-till. Запропоновано нові показники оцінювання ефективності no-till у часі та просторі з відповідним протоколом досліджень.

При глобальних континентальних змінах і коливаннях погоднокліматичних факторів ефективним є застосування No-till технології з контролем комплексу шкідників за новим системним механізмом саморегуляції ентомокомплексів, що відповідають вимогам обґрунтованих рівнів протоколів досліджень.

Також можна стверджувати, що стандартизація методології в проведенні досліджень систем обробітку ґрунту no-till і класичної технології потребує точного розмежування й опису цих двох систем, щоб під час порівняння результатів досліджень різних учених регіонів могли бути раціонально порівняні між собою.

Ключові слова: no-till, шкідники ресурсозбереження, обробіток ґрунту, протокол досліджень, захист сільськогосподарських культур.

Dolia M.M., Moroz S.Yu., Markovska O.Ye. Methodological aspects of the justification of ways to protect crops from pests with No-till in Ukraine

This article highlights the current issues of methodology and research in protection systems with no-tillage.

It has been confirmed that the soil surface should constantly be covered with plant residues by greater than 50%, as it contributes to the self-regulation mechanisms of the entomocomplex and mobilizes biological processes with the constant presence of the root system in the soil layer 0–15 cm, and in the absence of a number of factors, this is already impossible call no-tillage.

The direct seeding is sometimes used as a synonym for no-till, but most of the seeders for direct sowing in EU countries promote intensive soil movement with crop residues. Such technology must be characterized as mulch tillage, which also affects the reproduction and survival of arthropods and can have no relation to no-till.

Indicators of the assessment of measures to control the number of phytophagous and other pests with no-till technology compared with traditional tillage of treatment are indicated. The list of questions of methodological decisions on the compilation and optimization of the research protocol has been clarified. The features of biology, ecology and distribution of certain harmful and useful species of organisms with no-till have been established. Specified continental actual and estimated areas of crops under no-till. Proposed new indicators for assessing the effectiveness of no-till in time and space with the appropriate research protocol.

With global continental changes and fluctuations of weather and climatic factors, the use of no-till technology with complex control of pests according to a new system of self-regulation of the entomocomplex that meets the requirements of reasonable levels of research protocols is effective.

It can also be argued that the standardization of methodology in conducting research on no-till processing systems and classical technology requires precise differentiation and description of these two systems, so that when comparing the results of research, different scientists can be rationally compared to each other.

Key words: *no-till, conservation tillage, traditional tillage, research protocol, plant protection.*

Постановка проблеми. Обґрунтування щодо застосування технології No-till передбачає повну відмову від обробітку ґрунту, що впливає на формування ентомокомплексів та інших шкідливих організмів, агроценозів і сучасного еколого-економічного складника.

Відсутність обробітку ґрунту є однією з технологій No-till, однак для отримання високоефективного результату необхідний комплексний підхід в оцінюванні ефективності ресурсощадних і ресурсозберігаючих систем захисту рослин від шкідливих організмів і, зокрема, саморегуляції ентомокомплексів.

В Україні з 1976 року проводяться дослідження з ефективності використання й упровадження нових систем обробітку ґрунту, які сприяють зменшенню енергозатрат на виробництво рослинної продукції та еколого-фітосанітарної оптимізації стану агроценозів. Проте комплексний підхід до обґрунтування й розуміння регіональних системи технології No-till потребує стандартизованої методології проведення таких досліджень, зокрема, у питаннях захисту рослин від фітофагів, які ґрунтуються на специфічних умовах технології.

При цьому відсутність комплексного підходу до оцінювання систем ресурсозберігаючих технологій, а саме ефективності No-till у контролі чисельності шкідників, призводить до необґрунтованих результатів досліджень порівняно з іншими технологіями основного обробітку ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі значення «нульового обробітку» супроводжується наявністю на поверхні ґрунту післяжнивних решток, новою сівозміною, так як вирощування монокультури впливає на розмноження фітофагів під час технології No-till. Відсутність комплексного підходу до впровадження у виробництво нової технології, зменшення кількісних і якісних показників врожаю сільськогосподарських культур, а також прояв ерозійних процесів ценозів зі збільшенням пестицидного навантаження та зростанням використання синтетичних мінеральних добрив достовірно проявляються в структурі ентомокомплексів і ґрунтовій біоті загалом.

Постановка завдання. Мета статті – провести теоретичне обґрунтування заходів захисту сільськогосподарських культур при технології No-till як окремої системи ведення землеробства; розробити й упровадити у виробництво комплексний підхід до сучасної методології проведення досліджень із визначенням впливу агрофізичних, агрохімічних властивостей ґрунту на формування ентомокомплексів в агроценозах за технологією No-till.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасні інноваційні наукові публікації, які стосуються досліджень впливу технології No-till та інших систем обробітку на фітосанітарний стан угідь і показники врожаю сільськогосподарських культур і змін, що відбуваються в агроценозах, є неоднозначними й недостатньо обґрунтованими в різних ґрунтово-кліматичних зонах. У більшості дослідників отримання таких експериментальних даних пояснюється відсутністю стандартів цієї методології як у системах захисту рослин, так й інших складниках сучасного землеробства.

Так, окремі технології мульчування, що впливають на формування ентомокомплексів за мінімального обробітку ґрунту, пов'язані з частковим перемішуванням ґрунту в орному шарі 0–15 см і можуть виключати необхідність додаткового поверхневого обробітку. При цьому їх помилково порівнюють із No-till технологією. Це пояснюється відсутністю урахування вимог та особливостей системи «нульового обробітку». Відсутність науково-обґрунтованої сівозміни за No-till, тривале використання парів у ротації сільськогосподарських культур і ненакопичення на поверхні ґрунту поживних залишків рослин порушують теоретичні й нові практичні розуміння фітосанітарного стану агроценозів при No-till технології, які є ресурсозберігаючими. Отже, оцінку основних факторів, що впливають на ефективність системи No-till у контролі комплексу фітофагів, доцільно проводити з експериментальною оцінкою впливу на ентомокомплекс факторів, які формуються цією технологією (*Derpsch et al., 2011*).

Установлено, що за No-till спостерігається зменшення викидів CO₂ (*Rasmussen et al., 1980; Kern and Johnson, 1993; West and Post, 2002; Sa' and Lal, 2009; Gonzalez-Sanchez et al., 2012*). Окремі науковці відмічають інші результати таких досліджень (*Baker et al., 2007; Blanco-Canqui and Lal, 2008*), що не дає змоги достовірно оцінити вплив систем обробітку ґрунту на ключові питання у формуванні агроценозів і збереженні навколишнього середовища.

Отже, різницю в експериментальних дослідженнях можна пояснити тим, що протоколи експериментальних досліджень недостатньо стандартизовані й обґрунтовані для виявлення достовірної різниці в отриманих результатах (*Karlen et al., 1994; Calegari et al., 2008; Christopher et al., 2009*).

Нагальним є уточнення загальноприйнятих науково обґрунтованих способів обробки статистичних даних і методів проведення досліджень при технології No-till з інтерпретацією отриманих результатів для оцінювання механізмів контролю ентомокомплексів, що зменшить наявність протиріч у науковій літературі й виробництві. Заслуговують на увагу виділені нами важливі запитання, які доцільно застосовувати в протоколі досліджень:

- науково обґрунтоване використання спеціальних ґрунтообробних знарядь праці до переходу на No-till;
- вид жатки для збирання врожаю попередника зі збереженням і рівномірним розподілом на поверхні ґрунту післяжнивних решток;
- оцінювання типу ґрунту, структури, вмісту гумусу, CO₂, рівня рН, рельєфу;
- історія поля, кількісні та якісні показники агрохімічного стану ґрунту;
- уміст продуктивної вологи в ґрунті, до посіву й у період вегетації польових культур, температура та об'ємна щільність ґрунту;
- тип сівалки, виробник, номер моделі, швидкість посіву, тип сошників, механізм закриття посівної стрічки, тиск секції на поверхню ґрунту;
- рівномірність висіву насіння, інтервал між насінням на погонному метрі, глибина посіву;

- відсоток поверхні ґрунту, який порушений під час посіву насіння;
- відсоток поверхні ґрунту, який покритий після посіву;
- співвідношення $C:N$ і розмір часточок рослинних решток;
- дія й післядія засобів захисту рослин;
- система захисту рослин від фітофагів, хвороб і бур'янів;
- система живлення особливо по N, зокрема, протягом перших років після переходу до No-till;
- система управління покривними культурами тощо.

До вищевикладених питань доцільно включити й нові складники, які в дослідженнях пов'язані з регіональною особливістю технологією No-till, для досягнення достовірних результатів (Duiker and Myers, 2005; Derpsch, 2008).

Характерно, що ресурсощадними технологіями, згідно з FAO, насамперед називають «нульовий обробіток» і висів насіння на відповідну глибину в попередньо не оброблений ґрунт із покритою поверхнею ґрунту більше ніж 50% пожнивними рештками попередніх або покривних культур (Derpsch et al., 2011).

Важливим є те, що поверхня ґрунту постійно має бути покрита рослинними рештками більше ніж на 50%, так як це сприяє механізмам саморегуляції ентомокомплексів і мобілізує біологічні процеси, за наявності коренів у шарі ґрунту 0–15 см, а в разі відсутності таку технологію не можна називати No-till (Linke, 1998; Sturny et al., 2007; СТІС, 2011).

Останнім часом спостерігається помилкове трактування No-till технології. No-till – це система ресурсозберігаючого землеробства, у котрій насіння висівають у попередньо не оброблений ґрунт, роблячи вузьку борозну на відповідну глибину та ширину, для отримання відповідного контакту насіння з ґрунтом і його якісного закриття. Крім цього, більше ніякого обробітку не проводять (Phillips and Young, 1973; Koller and Linke, 2001; Koller, 2003).

Метод прямого посіву інколи використовують як синонім до No-till, але більшість сівалок для прямого посіву в країнах ЄС сприяє інтенсивному перемішуванню ґрунту з післяжнивними рештками. Таку технологію необхідно характеризувати як мульчування, що впливає на розмноження й виживання членистоногих і не може мати ніякого стосунку до No-till.

Дослідження в різних країнах світу свідчать, що збільшення площ використання технології «нульового обробітку» порівняно з традиційними достовірно контролює комплекс фітофагів і сприяє збільшенню врожайності сільськогосподарських культур (рис. 1) (Dick et al., 1997; Baumhardt and Jones, 2002; Halvorson et al., 2002; Franzluebbers, 2005; Defelice et al., 2006; Duiker et al., 2006; Sturny et al., 2007).

Характерним є те, що науковці інколи не визнають помилки у своїх дослідках при No-till. Виняток – учений Kahnt, який у 1976 році доповів, що його результати досліджень, отримані в 1965–1968 роках, указані зі зниженням врожаю за технологією No-till порівняно з традиційними варіантами оранки, але автор пояснює це тим, для отримання успішних результатів були відсутні такі специфічні умови: відсутність науково-обґрунтованих сівозмін для No-till; достатня потужність тракторів; потужна гідравлічна система; відповідні посівні агрегати; нова система удобрення, особливо управління азотними добривами в технології No-till; наявність відповідних гербіцидів; забезпечення районованими сортами й гібридами сільськогосподарських культур; наявність структури посівних площ сільськогосподарських культур, рекомендованих до вирощування за No-till технологією; низький рівень тогочасного досвіду проведення такого виду досліджень.

Характерно, що в дослідженнях різних авторів для технології No-till управління післяжнивними рештками відводиться основна роль, при цьому високо-ефективно проявляються механізми самоконтролю ентомокомплексів, навіть більше ніж запобігання порушенню структури поверхнього шару ґрунту.

При цьому системи захисту рослин від шкідників та удобрення потребують комплексного підходу до вивчення й оцінювання дії, оскільки технологія No-till потребує оптимізації та локального адаптування її до певної ґрунтово-кліматичної зони України. Особливості біології та екології шкідників при No-till упроваджуються з достовірними змінами. Так, з'являються шкідливі організми, які раніше не були притаманні системі традиційного обробітку ґрунту. Інші, які завдавали істотної шкоди, можуть зникнути при No-till технології. Наприклад, попелиці негативно реагують на відбиття світла від післяжнивних решток «соломи» й мігрують на поля з «відкритим ґрунтом». Вогнівка *Elasmopalpus lignosellus* Zeller завдає значних збитків на звичайних посівах сільськогосподарських культур, де вологість ґрунту різко зменшується, у свою чергу, на посівах за No-till технологією не відмічено втрат від фітофагів або вони зовсім не пошкоджують посіви. При цьому трипси, навпаки, можуть збільшувати свою чисельність. Однак заселення шкідниками посівів сільськогосподарських культур при No-till залежить передусім від впливу біотичних та абіотичних факторів.

Дослідження Derpsch показали, що на варіантах «нульового обробітку» чисельність певних видів шкідливих організми збільшується, а інших – зменшується або залишається незмінною. Загалом не можна не відмітити, що при No-till технології варто очікувати більше проблем зі шкідниками, але, як уже говорилося раніше, деякі специфічні види можуть збільшуватися за певних порушень сівозмін і коливань погодно-кліматичних умов (Derpsch et al., 1991). У проведених багаторічних дослідженнях Derpsch та інших науковців запропоновано 12 пунктів до протоколу досліджень, у яких доцільно відображати особливості отриманих даних, матеріалів і методів у наукових публікаціях для запобігання систематичним помилкам, що призводять до неточностей результатів досліджень у системі ресурсозберігаючих No-till технологій (Derpsch, 2010):

– обґрунтування системи: має бути описана система, а також зміни, які внесені під час досліджень;

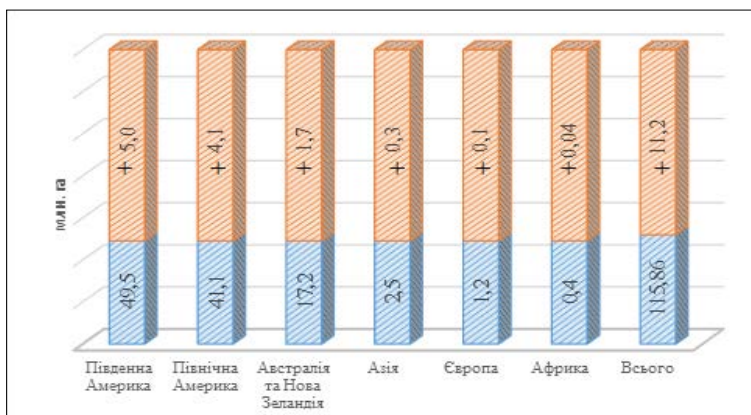


Рис. 1. Розрахункова й фактична кількість угідь за No-till технологіями по континентах (2008/2009 + 2018/2019)

- історія полів за 2–3 роки;
- аналіз агрохімічних, агрофізичних та інших ґрунтових властивостей: тип ґрунтів, структура, вміст органічного вуглецю, рівень рН, відсоток закритого ґрунту, кількість і якість поживних культур, а також їх розподілення по поверхні ґрунту; структурні особливості ґрунту (стійкість ґрунтових агрегатів, наявність дренажних систем, наявність переущільнених ділянок);
- показники родючості ґрунту;
- методи контролю розвитку й розмноження шкідливих організмів: опис результатів проведення моніторингу шкідників протягом усього експерименту;
- детальний опис посівного знаряддя;
- вологість ґрунту під час і після посіву;
- відсоток перемішаного ґрунту під час посіву сільськогосподарських культур;
- відсоток вирощеної біомаси т/га;
- прогноз і динаміка контролю шкідливих і корисних видів комах, контрольні проведення захисних заходів із результатами моніторингу чисельності й особливостей розвитку та розмноження фітофагів;
- управління показниками макроелементів у ґрунті, особливо азотом: протягом перших трьох-п'яти років упровадження No-till може виникнути необхідність у додатковому підживленні рослин азотними рідкими формами добрив;
- науково обґрунтована сівозміна: вирощування нераціонально підібраних сільськогосподарських культур суттєво відображається на ефективності технології No-till тощо.

Усі вищезазначені принципи дають змогу знизити погрішності й невідповідності в результатах досліджень, в оцінюванні ефективності систем обробітку ґрунту із залученням багатопрофільних спеціалістів, включаючи практиків і науковців із досвідом у захисті й карантині рослин.

Висновки і пропозиції. У сучасних No-till технологіях і системах ведення землеробства нагальною є комплексна оцінка їх дії на розвиток, розмноження й поширення шкідливих видів організмів і динаміку чисельності фітофагів, достовірно коливається в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. При глобальних континентальних змінах і коливаннях погодно-кліматичних факторів ефективним є застосування No-till технології з контролем комплексу шкідників за новим системним механізмом саморегуляції ентомокомплексів, що відповідають вимогам обґрунтованих рівнів протоколів досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Baker J.M., Ochsner T.E., Venterea R.T., Griffis T.J. (2007). Tillage and soil carbon sequestration – what do we really know? *Agric. Ecosyst. Environ.* 118, 1–5.
2. Baumhardt R.L., Jones O.R. (2002). Residue management and tillage effects on soilwater storage and grain yield of dryland wheat and sorghum for a clay loam in Texas. *Soil Tillage Res.* 68, 71–82.
3. Blanco-Canqui H., Lal, R. (2008). No-tillage and soil-profile carbon sequestration: an on-farm assessment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72, 693–701.
4. Calegari A., Hargrove W.L., Rheinheimer D.S., Ralish R., Tessier D., Tourdonnet, S., Guimaraes M.F. (2008). Impact of long-term no-tillage and cropping system management on soil organic carbon in an Oxisol. A model for sustainability. *Agron. J.* 100, 1013–1019.
5. Christopher S.F., Lal R., Mishra U. (2009). Regional study of no-till effects on carbon sequestration in the Midwestern United States. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 73, 207–216.

6. CTIC (Conservation Technology Information Center) (2011). URL: <http://www.ctic.purdue.edu/media/pdf/TillageDefinitions.pdf> (accessed July: 2019).
 7. Defelice M.S., Carter P.R., Mitchell S.B. (2006). Influence of tillage on corn and soybean yield in the United States and Canada. *Crop Manage.*, doi: 10.1094/CM-2006-0626-01-RS.
 8. Derpsch R., Roth C.H., Sidoras N., Kopke, U. (1991). Controle da erosão no Parana, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. *SP der GTZ N (245)*, Eschborn, Germany, pp. 272.
 9. Derpsch R. (2008). Critical steps to no-till adoption. In: Goddard, T., Zoebisch, M.A., Gan Y., Ellis, W., Watson A., Sombatpanit, S. (Eds.), *No-till Farming Systems*. World Assoc. Soil Water Conserv., pp. 479–495.
 10. Derpsch R., Friedrich T., Landers J.N., Rainbow R., Reicosky D.C., Sa' J.C.M., Sturny W.G., Wall P., Ward R.C., Weiss K. (2011). About the necessity of adequately defining no-tillage – a discussion paper. In: *Proc. 5th World Congr. Conserv. Agric.*, 26–29 September 2011, Brisbane, Australia.
 11. Dick W.A., Edwards W.M., McCoy E.L. (1997). Continuous application of no-tillage to Ohio soils: changes in crop yields and organic matter related soil properties. In: Paul, E.A., Paustian, K., Elliott, E.T., Cole, C.V. (Eds.), *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 171–182.
 12. Duiker S., Myers J.C. (2005). Steps Towards a Successful Transition to No-till. *Coll. Agric. Sci., Agric. Res Coop. Ext., Penn State Univ.*, pp. 36.
 13. Franzluebbbers A.J. (2005). Soil organic carbon sequestration and agricultural greenhouse gas emissions in the southeastern USA. *Soil Tillage Res.* 83, 120–147.
 14. Gonzalez-Sanchez E.J., Ordonez-Fernandez R., Carbonell-Bojollo R., Veroz-Gonzalez, O., Gil-Ribes J.A., (2012). Meta-analysis on atmospheric carbon capture in Spain through the use of conservation agriculture. *Soil Tillage Res.* 122, 52–60.
 15. Halvorson A.D., Wienhold B.J., Black A.L. (2002). Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66, 906–912.
 16. Karlen D.L., Wollenhaupt N.C., Erbach D.C., Berry E.C., Swan J.B., Eash N.S., Jordahl J.L. (1994). Long-term tillage effects on soil quality. *Soil Tillage Res.* 32, 313–327.
 17. Kern J.S., Johnson M.G. (1993). Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57, 200–210.
 18. Koller K. (2003). Techniques of soil tillage. In: *Soil Tillage in Agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 1–25.
 19. Koller K., Linke C. (2001). *Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug*, 2. Aufl. DLG Verlag, Frankfurt a. M., pp. 176.
 20. Linke C. (1998). *Direktsaatene Bestandsaufnahme unter besonderer Beru"cksichtigung technischer, agronomischer und o"konomischer Aspekte*. Univ. Hohenheim Diss., pp. 482.
 21. Phillips S., Young H. (1973). *No-tillage Farming*. Reiman Associates, Milwaukee, WI, pp. 224.
 22. Rasmussen P.E., Allmaras R.R., Rohde C.R., Roager N.C. (1980). Crop residue influences on soil carbon and nitrogen in a wheat-fallow system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44, 596–600.
 23. Sa J.C.M., Lal R. (2009). Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of carbon sequestration in a tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol. *Soil Tillage Res.* 103, 46–56.
 24. Sturny W.G., Chervet A., Maurer-Troxler C., Ramseier L., Muller M., Schafflutzer R., Richner W., Streit B., Weisskopf P., Zihlmann U. (2007). *Direktsaat und Pflug im Systemvergleich – eine Synthese*. AGRARForschung (now Agrarforschung Schweiz) 14, 350–357.
 25. West T.O., Post W.M. (2002). Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66, 1930–1946.
-