

УДК 631.37.4  
© 2015

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ  
В СБЕРЕГАЮЩЕМ  
ЗЕМЛЕДЕЛИИ

**Е.В. ЗОЛотовСКАЯ,  
А.С. МИРОНОВ,**  
кандидаты технических наук

Днепропетровский государственный  
аграрно-экономический университет,  
Украина  
E-mail: alona197@mail.ru  
г. Днепропетровск, ул. Ворошилова, 25

*Наведено результати досліджень з вивчення впливу поверхневого обробітку ґрунту на її щільність. Розглянуто залежність теплоізоляційного шару від урожайності культур і спосіб поверхневого розпушування ґрунту з одночасним перемішуванням рослинних залишків, що забезпечує низьку теплопровідність шару. Застосування теплоізоляційного шару на поверхні ґрунту дозволить прогнозувати теплофізичні процеси в конкретних кліматичних умовах. В основі цього технологічного прийому лежить зміна щільності у верхніх шарах ґрунту. Обґрунтовано методику розрахунку поверхневого обробітку ґрунту.*

*Ключові слова:* щільність, структура, ґрунт, теплофізичні властивості, теплоізоляційний шар, поверхнева обробка.

**Актуальность работы.** На современном этапе развития аграрного сектора нашей страны одной из актуальных проблем является качество обработки почвы при наименьших энергозатратах, создание энергосберегающих технологий.

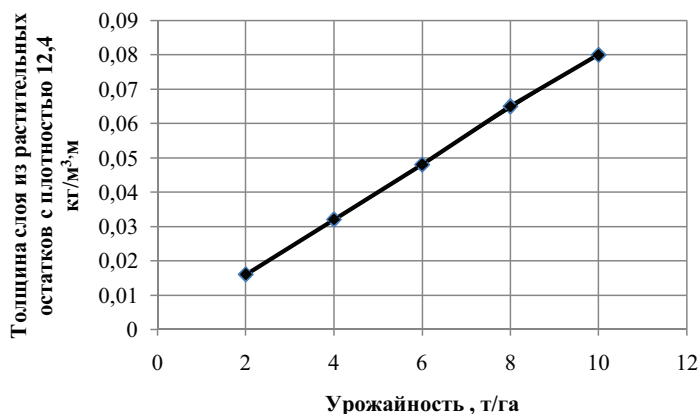
Анализ литературных источников, посвященных изучению поверхностной обработки почвы, показывает, что рыхление поверхности почвы облегчает доступ воздуха и воды в почву [1–4]. Мелкокомковая структура поверхностного слоя снижает испарение влаги как с поверхности, так и из нижних слоев почвы. Поэтому ниже разрыхленного слоя почвы накапливается влага и соответственно происходит изменение физических свойств почвы.

В настоящее время отсутствует научно обоснованная аналитическая теория по системе обработки почвы с созданием теплоизоляционного слоя на поверхности почвы и изменением физических характеристик почвенного профиля. Покрытие почвы теплоизоляционным слоем позволяет в зави-

симости от её физико-механических свойств воздействовать на весь комплекс факторов, определяющих физические условия в почве. Очевидно, что изменяются тепло- и массообменные процессы на границе “почва–воздух”, поэтому, подбирая соответствующую обработку или накопление пожнивных остатков на поверхности почвы, можно активно влиять на режим температуры, влажности и плотности почвы.

**Цель работы** – проанализировать влияние теплоизоляционного слоя при поверхностной обработке или мульчировании почвы на теплофизические характеристики почвенного профиля в технологии No-till.

**Результаты исследований.** Механическая поверхностная обработка непосредственно воздействует на структуру пор почвы и распределение растительных остатков. Пористость почвы определяет количество воздуха и воды, которое почва может удерживать. Распределение растительных остатков влияет на температуру поверхности почвы, уровень испарений и содержание воды, а



*Рис. 1.  
Залежність  
теплоізоляційного шару  
від урожайності культур*

також рівень вмісту поживних речовин та інтенсивність гниіння.

Технологія No-till передбачає теплоізоляцію рослинними рештками. По мірі збільшення урожайності сільськогосподарських культур збільшується кількість рослинних решток. Наприклад, при урожайності сільськогосподарських культур 10 т/га товщина шару з рослинних решток з густиною 12,4 кг/м<sup>3</sup> становить 0,08 м (рис. 1). На сьогоднішній день фактична урожайність сільськогосподарських культур становить до 3 т/га. Для утворення оптимальних умов термодинамічних процесів необхідно створити на поверхні ґрунту шар товщиною 0,05 м, тобто з урожайністю до 6 т/га.

Очевидно, що в технологіях No-till з управління рослинними рештками товщиною 0,016–0,032 м забезпечити планову урожайність сільськогосподарських культур буде складно. Тому для створення теплоізоляційного шару на поверхні ґрунту виникає необхідність застосувати широко використовуваний в сільськогосподарській практиці спосіб поверхневого рихлення ґрунту з одночасним замішуванням рослинних решток на глибину 0,05–0,08 м, що забезпечує низьку теплопровідність шару. В основі цього технологічного прийому лежить зміна густоти в верхніх шарах ґрунту.

При проведенні досліджень температурного режиму ґрунту та її властивостей [2, 5] встановлено, що густина та теплофі-

зическі властивості ґрунту взаємопов'язані. Розподіл температури в ґрунті залежить від інтенсивності теплообміну ґрунту з навколишнім середовищем. Слідом за тим, темп зміни температури в ґрунті визначається не тільки внутрішніми тепловими характеристиками, але й умовами на поверхні ґрунту. При відсутності перешкоджальних факторів для теплообміну на поверхні інтенсивність теплообміну ґрунтового профілю з середовищем визначається його внутрішніми властивостями. Тому коефіцієнт перепаду температур на глибині та на поверхні, згідно з законом Фур'є, залежить від теплових властивостей та пропорцій теплопровідності. Слід зауважити, що теплопровідність суттєво залежить від вологості, а отже, і від густоти ґрунту (рис. 2) [5–8].

В області низької вологості вода тісно пов'язана, і процеси теплообміну визначаються кондуктивним механізмом переносу тепла в ґрунті. З збільшенням густоти теплопровідність зростає.

Густина ґрунтового шару в багатьох випадках визначає урожай культур. Так, в ущільненій ґрунті порозність становить  $\epsilon = 0,25-0,4$ , що свідчить про нестачу вологи в ґрунті. В разі надмірного рихлого ґрунту ( $\epsilon > 0,7$ ) порове простір достатньо розвинуто і корені рослин не мають контакту з поверхнею твердої фази, де містяться поживні елементи. Тому для створення оптимального діапазону густоти ґрунту

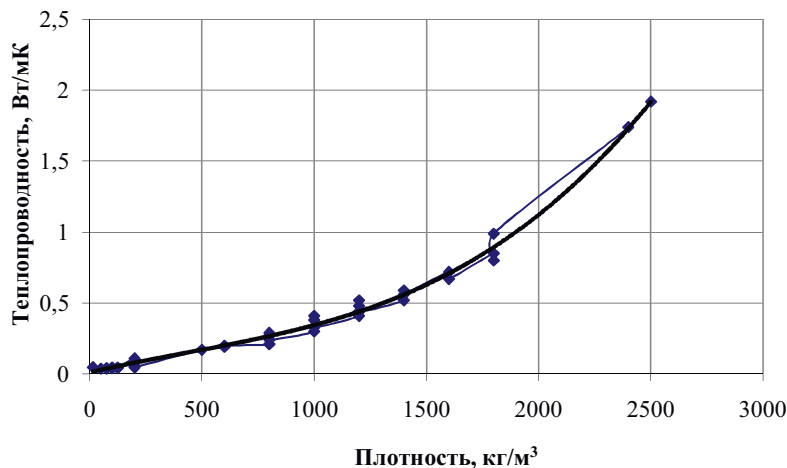


Рис. 2. Зависимость теплопроводности от плотности почвенного слоя

чвы необходимо рассматривать механизмы и процессы, которые обеспечивают растения влагой и воздухом. Если песчаная почва будет рыхлой, с плотностью менее 1,25 г/см<sup>3</sup> (т/м<sup>3</sup>), то такая почва не способна удерживать влагу. Однако если плотность в песчаных почвах превысит 1,6 г/см<sup>3</sup> (т/м<sup>3</sup>), упаковка частиц станет плотной и воздухопроницаемость таких почв будет низкой.

Следовательно, физико-механические свойства почв имеют значение для создания теплоизоляционного слоя при поверхностной обработке почвы; в исследованиях [9] обоснована методика расчета, результаты расчетов которой приведены на рис. 3. Анализ зависимости показыва-

ет, что при создании теплоизоляции поверхностного слоя почвы толщиной 0,05–0,08 м плотность почвы составит 0,9–1,3 г/см<sup>3</sup> (т/м<sup>3</sup>). Известно, что при плотности более 1,3 г/см<sup>3</sup> (т/м<sup>3</sup>) снижается содержание воздуха, необходимого для нормального функционирования корней растений. Таким образом, применяя поверхностную обработку почвы совместно с растительными остатками, можно активно влиять на её теплофизические свойства, управлять температурным режимом и влагой, а также снижать или повышать величину аккумулированной солнечной радиации при соответствующих оптимальных диапазонах плотностей почвы.

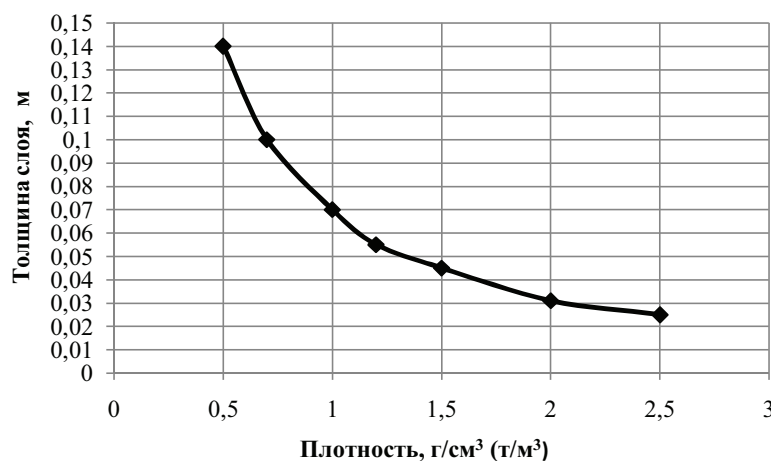


Рис. 3. Зависимость плотности почвы от толщины теплоизоляции

### Выводы

1. В технологии No-till одним из важных факторов накопления влаги являются растительные остатки, количество которых зависит от урожайности сельскохозяйственных культур. При низкой урожайности пожнивных остатков для создания теплоизоляционного слоя почвы необходима поверхностная обработка с замишиванием пожнивных остатков, поскольку теплоизоляция почвы поддержи-

вает оптимальные диапазоны теплофизических характеристик в почвенном профиле.

2. Толщина теплоизоляционной поверхности обработанной почвы должна составлять 0,05–0,08 м с плотностью 0,9–1,3 г/см<sup>3</sup> (т/м<sup>3</sup>), что обеспечивает низкую теплопроводность слоя. В основе этого технологического приёма лежит изменение плотности в верхних слоях почвы.

### Библиографія

1. Сысолин П.В. Почвообрабатывающие и посевные машины / П.В. Сысолин, П.В. Погорельий. – К.: Феникс, 2005. – 264 с.

2. Миронов А.С. Оцінка технологій в АПК за допомогою визначення теплофізичного стану ґрунту / А.С. Миронов // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 11. – С. 36–40.

3. Кравчук В.І. Науково-технічна експертиза техніко-технологічних рішень систем обробітку ґрунту / В.І. Кравчук, В.В. Погорілий, Л.П. Шустік. – К.: Фенікс, 2008. – 50с.

4. Гордієнко В.П. Ґрунтова волога / В.П. Гордієнко. – Сімферополь: ЧП “Предприятие Феникс”, 2008. – 368 с.

5. Золотовская Е.В. Модель количественной влаги при изменяющихся теплофизических параметрах почвы / Е.В. Золотовская, А.С. Миронов // Механизация и электрификация

сельского хозяйства. – 2012. – № 96. – С. 645–653.

6. Шейн Е.В. Курс физики почв / Е.В. Шейн, Л.О. Карпачевский. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.

7. Качинский Н.А. Физика почвы / Н.А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1970. – 358 с.

8. Миронов А.С. Теплоизоляция и влаго-сберегающие технологии в растениеводстве / Миронов А.С., Сыроватко В.А., Можаренко М.Н. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2009. – № 2. – С. 36–39.

9. Золотовська Є. Дослідження теплоізоляції поверхні ґрунту в технології No-till / Золотовська Є., Миронов А. // Техніка і технології АПК. – 2013. – № 2. – С. 37–40.

*Рецензенти* – доктор технічних наук,  
професор С.С. Тищенко