



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.459(477.54)

© 2018

АГРОТЕХНІЧНЕ ПИЛЕННЯ ОРНИХ ҐРУНТІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ І ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

С.Ю. Булигін¹, С.В. Вітвіцький², Д.О. Тімченко³, В.І. Діденко⁴

¹ доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

²⁻⁴ кандидати сільськогосподарських наук

^{1,2} Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, 03041, Україна

^{3,4} ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна

e-mail: ¹s.bulygin@ukr.net, ²slavavit@ukr.net, ³pochva@meta.ua

Надійшла 4.05.2018

Мета. Дослідити механізми, динаміку та критерії кількісної оцінки агротехнічного пилення як складової повсякденної дефляції ґрунтів; опрацювати прогностичні розрахунки можливих втрат ґрунту від дефляції в зоні Північного Степу України на конкретних дослідних ділянках залежно від рельєфу, гранулометричного складу верхнього шару ґрунту, грудкуватості, зв'язності з урахуванням захисної дії полезахисних лісосмуг. **Методи.** Загальнонаукові і спеціальні: польовий — для визначення втрат ґрунту залежно від швидкості руху машинно-тракторного агрегату, швидкості вітру, кількості опадів; лабораторний — визначення грудкуватості та розпорошення ґрунту; математико-статистичні — для встановлення кореляційних зв'язків між кліматичними, технологічними і генетичними показниками ґрунтів та дефляційними втратами. **Результати.** Експериментально встановлено величину втрат ґрунту від агротехнічного пилення, розроблено формулу для їх розрахунку. Визначено оптимальну швидкість руху машинно-тракторного агрегату, складено карти агротехнічного пилення та потенційних вітроерозійних втрат ґрунтів Харківської області. **Висновки.** У процесі механічних обробок динаміка грудкуватості, як один із основних показників стійкості ґрунту до видування, може змінюватися в межах 50% від вихідної. Величина грудкуватості значною мірою залежить від виду технологічної операції та швидкості руху агротехніки. Під час польових робіт, пов'язаних із механічним впливом на ґрунт, не бажано перевищувати швидкість руху машинно-тракторного агрегату більше 9,7 км/год, оскільки при цьому зменшується кількість розпорошених ерозійних часток (<0,25 мм) та висота їх стрибка (до 2,5 м) під час агресії ходовими апаратами і причіпними механізмами. За швидкості руху агротехніки 12 км/год висота стрибка

таких часток сягає 8–9 м, і вони легко виносяться вітром за межі полів. За швидкості вітру понад 14 м/с польові роботи в зонах Північного Степу і Лівобережного Лісостепу України взагалі не бажано проводити, оскільки втрати ґрунту від агротехнічного пилення збільшуються в кілька разів.

Ключові слова: агротехнічне пилення, дефляція, кількість опадів, опідзолені, типові та звичайні чорноземи.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-01>

Нині розораність території Харківської області перевищує екологічно допустиму межу і становить 1 718868 га (63,5% від загальної площі). Орні землі представлені переважно чорноземами звичайними і типовими. Більшість із них за гранулометричним складом — це легкоглинисті (понад 60%) і важкосуглинкові (близько 25%) ґрунти, де переважають частки пилової фракції, які легко кришаться і розпоршуюються машинно-тракторними агрегатами та причіпними механізмами, утворюючи значні пилові шлейфи агротехнічного пилення. Дефляційно-небезпечними є близько 50% розораних площ. Агротехнічне пилення значно збільшує в часі і просторі небезпеку виникнення дефляційних процесів на Харківщині [1–2]. Середньорічна сума опадів у районі досліджень становить 570–580 мм на рік, що значно відрізняється від середньорічної суми опадів в інших районах області. Так, за даними метеостанцій, найменша кількість опадів спостерігається у Центральній низовинній частині (з епіцентром м. Балаклея — менше 500 мм), найбільша — у районах із підвищенням макрорельєфу (Великобурлуцький, Золочівський — понад 600 мм) [3]. Середньорічна швидкість вітру по області становить близько 4 м/с [4].

Рельєф Харківської області виражений плоскими вододільними просторами, які досить рівномірно розчленовані річковими долинами і балками. Тому, як правило, швидкість пилоповітряного потоку, що пройшов повз вододіли і навітряні схили, значно зменшується над пониженнями рельєфу (при розширенні вертикального січення): балками, долинами річок, ставками, озерами, завітряними схилами понад 5° тощо. Прямі вимірювання показали, що в повітря від агротехнічного пилення надходить більше 90%

часток менше 0,25 мм. Частки ґрунту від 0,25 до 0,05 мм поступово осідають із повітряного потоку (частки <0,05 мм встигають швидко піднятися вертикальними градієнтами вітру у вищі шари атмосфери і можуть мігрувати на значну відстань) [5]. Маса часток <0,05 мм у пилоповітряному потоці агротехнічного пилення близько 1% від загальної кількості часток ґрунту. Розорані схили понад 5° становлять близько 4 тис. га. Отже, на ріллю «повернеться» невеликий відсоток агротехнічного пилення — близько 0,4%.

Важливу роль у динаміці агротехнічного пилення відіграють швидкості руху машинно-тракторного агрегату та швидкість вітру на момент проведення технологічної операції. Так, ще в 60-х роках ХХ ст. відзначали збільшення кількості ерозійних фракцій у пилоповітряному потоці (більше ніж удвічі) зі збільшенням швидкості руху агротехніки з 6,1 до 9,7 км/год [6].

Мета досліджень — визначити величину дефляційних втрат ґрунту на чорноземах опідзолених, типових і звичайних залежно від територіального розподілу ґрунтів та опадів унаслідок агротехнічного пилення ґрунту; на основі розрахунків агротехнічного пилення скласти карту динаміки агротехнічного пилення та потенційних втрат ґрунту в Харківській області.

Методика досліджень. Розрахунки агротехнічного пилення, тобто піднятого в повітря і винесеного за межі полів ґрунту, проводили для стандартної польової сівозміни, рекомендованої для Харківської області. Система обробітки ґрунту — традиційна, заснована на полицевій оранці під усі культури, за винятком озимих культур після непарових попередників, де застосовували поверхневі технології обробітки. Глибину видування ґрунту визначали за методом

С.С. Соболева, кількість ерозійних часток у пилоповітряному потоці — за допомогою універсального приладу — польового ерозіоміра (авторське свідоцтво UA №51930) [7–12]. Представлені дані є підсумком середньорічних втрат після кожної технологічної операції, які встановлено прямими вимірюваннями.

Результати досліджень. Середньорічні втрати ґрунту в результаті агротехнічного пилення за культурами цієї сівозміни відповідно становлять: 1) пар чорний — 2,33 т/га, 2) пшениця озима — 2,23, 3) кукурудза на зерно — 4,28, 4) ячмінь ярий — 4,70, 5) кукурудза на силос — 4,28, 6) пшениця озима — 2,23, 7) кукурудза на зелений корм — 4,28, 8) пшениця озима — 2,23, 9) соняшник — 4,28 т/га.

Агротехнічне пилення, збільшуючи запилення повітря, посилює бактеріальну забрудненість, що негативно впливає на санітарно-епідеміологічний стан регіону. Крім того, понад 1 т агротехнічного пилу осідає на кожний гектар водного дзеркала Харківщини за рік. Це значно пришвидшує замулювання річок, озер, ставків, а враховуючи те, що разом із мінеральними частками ґрунту потрапляють і частки органічних та мінеральних добрив, збільшується кількість біогенів у водоймищах. Так, скажімо, кількість гумусу в пиловій фракції становить 4,8% при 5,3% його складової в чорноземі звичайному важкосуглинковому. Фактично відбувається винос найцінніших компонентів ґрунту.

За нашими дослідженнями, за сучасної швидкості руху агротехніки понад 12 км/год коефіцієнт розпорощення рушіями тракторів

і робочими органами та колесами сільськогосподарських машин наближається до максимальної позначки ($K_{кр}$ — 0,60 для чорнозему звичайного середньогумусного). При цьому різко збільшується кількість ерозійно небезпечних часток менше 1 мм. Беручи до уваги, що максимальна швидкість вітру 20%-ї забезпеченості в Харківській області сягає понад 20 м/с (раз на 5 років), то пилоповітряний потік у такі періоди легко поглинатиме вибиті зі смуги спокою частки, діаметр яких менше 1 мм. Це збільшить втрати ґрунту від агротехнічного пилення в багато разів. Є підстави стверджувати, що зі збільшенням швидкості вітру втрати від агротехнічного пилення зростають утричі. Так, усього за кілька годин польових робіт за швидкості руху агротехніки понад 12 км/год (боронування, сівба, дискування тощо) і швидкості вітру від 14 м/с буде видуто до 10 т/га ерозійно небезпечної фракції <1 мм чорнозему звичайного.

Установлено, що негативні явища починають наростати за перевищення швидкості руху, що дорівнює 9,7 км/год. Тобто, це екстремальна сила, друга похідна залежності агротехнічного пилення від швидкості руху сільськогосподарських машин. Крім того, під час роботи агротехніки на швидкостях більше 9,7 км/год скорочується час контакту робочих органів із ґрунтом, знижується якість технологічних операцій. Виглубляються плуги, сіялки, борони, луцильники. За культивування зростає кількість засипаних і пошкоджених сільськогосподарських рослин, разом з тим залишається більше непідірваних

Агротехнічне пилення у Харківській області залежно від територіального розподілу ґрунтів та опадів, т/га за рік

Ґрунти, їх грудкуватість, коефіцієнт розпорощення	Кількість опадів, мм/рік											
	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	
Чорноземи звичайні $K\% = 35$ $K_{розп} = 0,60$	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	
Чорноземи типові $K\% = 39$ $K_{розп} = 0,35$	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	
Чорноземи опідзолені $K\% = 48$ $K_{розп} = 0,65$	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	

бур'янів. Збільшується вібрація, частішають поломки, швидше спрацьовуються робочі механізми. Система сільськогосподарських машин має вдосконалюватися в напрямі збільшення ширини захвату, а не швидкості руху.

Розподілення опадів по Харківській області досить нерівномірне: від 500 мм на рік і менше та до 600 мм і більше. Це значно впливає на кількісний показник агротехнічного пилення за окремими районами. Позначається і розмаїття ґрунтового покриття з різними грудкуватістю (K%) і коефіцієнтом розпорощення (K_р).

За цими показниками складено таблицю, де за еталон взято чорнозем звичайний важкосуглинковий з опадами 580 мм на рік (район м. Лозової, де було проведено польові дослідження агротехнічного пилення та експериментально встановлено кількість пилення за цикл сівозміни — вирощування кукурудзи на зерно — 6,5 т/га). Середній показник агротехнічного пилення за повний цикл сівозмін 9-пільного господарювання в цьому районі — 3,3 т/га за рік.

Розрахунки агротехнічного пилення по Харківській обл. проводили залежно від територіального розподілу ґрунтів та опадів

з урахуванням еталона (район Лозової) за формулою:

$$W = \frac{W_{\text{ет}} \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2},$$

де W_{ет} — 3,3 т/га за рік; K₁ — коефіцієнт грудкуватості, який розраховують для кожного ґрунтового покриття окремо: K₁ = K%/K(еталон); K₂ — коефіцієнт опадів, який розраховують для кожного регіону області (від 500 мм і менше до 600 мм і більше): K₂ = K₀/K(еталон); K₃ — коефіцієнт розпорощення ґрунту:

$$K = K_p / K(\text{еталон}).$$

Отже, розмах параметрів середньорічного агротехнічного пилення з 1 га сівозміної площі дорівнює діапазону 1,7–4,1 т/га. Тобто, залежно від району технологічне пилення може зрости більше ніж удвічі.

Оскільки інтенсивність агротехнічного пилення визначається загалом за адміністративними районами Харківської області, зроблено середні підрахунки для кожного району з урахуванням ґрунтового покриття і кількості опадів (карта агротехнічного пилення по Харківській області — рис. 1).

Крім того, надається картосхема потенційних вітроерозійних втрат ґрунту від так



Рис. 1. Динаміка агротехнічного пилення по Харківській області



Рис. 2. Потенційні втрати ґрунту від дефляції

званих чорних бур, тобто від модальної вітрової ерозії (рис. 2). Порівняння даних цих 2-х картосхем показує, що ці дані дуже близькі, оскільки потенційні втрати розраховуються для вітру 20%-ї забезпеченості. Для одержання середньорічних втрат

(50%-ї забезпеченості) потрібно потенційні втрати розділити на коефіцієнт 3. Це свідчить про те, що надалі ігнорувати втрати від агротехнічного пилення неприпустимо, бо вони перебувають на одному рівні з втратами від вітрової ерозії.

Висновки

Під час польових робіт, пов'язаних із механічним впливом на ґрунт (боронування, культивування, сівба, дискування тощо), не бажано перевищувати швидкість руху машинно-тракторного агрегату більше 9,7 км/год. При цьому зменшується кількість розпорошених ерозійних часток і висота їх стрибка під час агресії ходовими апаратами та причіпними механізмами. Так, за швидкості руху агротехніки до 9,7 км/год висота стрибка часток ґрунту <math>< 0,25</math> мм сягає до 2,5 м, а за швидкості

12 км/год — до 8–9 м, де вони легко виносяться вітром за межі полів. З урахуванням змін у тяговому навантаженні зі зменшенням швидкості руху агротехніки доцільно збільшити ширину захвату причіпних знарядь.

За швидкості вітру понад 14 м/с польові роботи, пов'язані з переміщенням ґрунту в зонах Північного Степу і Лівобережного Лісостепу України, взагалі не бажано проводити, оскільки втрати ґрунту від агротехнічного пилення збільшуються в кілька разів.

Булыгин С.Ю.¹, Витвицкий С.В.², Тимченко Д.О.³, Диденко В.И.⁴

^{1, 2} Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборон, 13, г. Киев, 03041, Украина, ^{3, 4} ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии

имени А.Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, 61024, Украина; e-mail: ¹s.bulygin@ukr.net, ²slavavit@ukr.net, ³pochva@meta.ua

Агротехническое пыление пахотных почв Лівобережной Лесостепи и Степу Украины

Цель. Исследовать механизмы, динамику и критерии количественной оценки агротехнического пыления как составляющей повседневной дефляции почв; отработать прогнозные расчеты возможных потерь почвы от дефляции в зоне Северной Степи Украины на конкретных опытных участках в зависимости от рельефа, гранулометрического состава верхнего слоя почвы, комковатости, связности с учетом защитного действия полевых полос. **Методы.** Общенаучные и специальные: полевой — для определения потерь почвы в зависимости от скорости движения машинно-тракторного агрегата, скорости ветра, количества осадков; лабораторный — определения комковатости и распыления почвы; математико-статистические — для установления корреляционных связей между климатическими, технологическими, генетическими показателями почв и дефляционными потерями. **Результаты.** Экспериментально установлена величина потерь почвы от агротехнического пыления, разработана формула для их расчета. Определена оптимальная скорость движения машинно-тракторного агрегата, составлены карты агротехнического пыления и потенциальных ветроэрозийных потерь почв Харьковской области. **Выводы.** В процессе механических обработок динамика комковатости, как одного из основных показателей стойкости почвы к выдуванию, может изменяться в пределах 50% от исходной. Величина комковатости в значительной степени зависит от вида технологической операции и скорости движения агротехники. Во время полевых работ, которые связаны с механическим воздействием на почву, нежелательно превышать скорость движения машинно-тракторного агрегата выше 9,7 км/ч, так как при этом уменьшается количество распыленных эрозийных частиц (<0,25 мм) и высота их скачка (до 2,5 м) во время агрессии ходовыми аппаратами и прицепными механизмами. При скорости движения агротехники около 12 км/ч высота скачка таких частиц достигает 8–9 м, и они легко выносятся ветром за пределы полей. При скорости ветра сверх 14 м/с полевые работы в зоне Северной Степи и Левобережной Лесостепи Украины вообще нежелательно проводить, так как потери почвы от агротехнического пыления возрастают в несколько раз.

Ключевые слова: агротехническое пыление, дефляция, количество осадков, оподзоленные, типичные и обыкновенные черноземы.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-01>

Bulyhin S.¹, Vitvitskiy S.², Timchenko D.³,
Didenko V.⁴

^{1, 2} National university of bioresources and natural

management of Ukraine, Heroiv Oborony Str., 13, Kyiv, 03041, Ukraine, ^{3, 4} NSC «A.N.Sokolovsky Institute of soil science and agrochemistry», Chaikovska Str., 4, Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: ¹s.bulygin@ukr.net, ²slavavit@ukr.net, ³pochva@meta.ua

Agrotechnical dusting of arable soils of Left-bank Forest-steppe and Steppe of Ukraine

The purpose. To probe gears, dynamics and criteria of quantitative assessment of agrotechnical dusting as a component of daily blowing erosion of soils; to complete prospective calculations of possible losses of soil from blowing erosion in zone of the Northern Steppe of Ukraine on experimental plots depending on land forms, granulometric composition of top layer of soil, lumpiness, connectivity in view of protective effect of land protective belts.

Methods. General scientific and special: field - for determination of losses of soil depending on speed of machine-tractor assembly unit, wind speed, rainfall amount; laboratory — for determination of lumpiness and pulverization of soil; mathematic-statistical - for determination of correlation between climatic, technological, genetic indexes of soils and deflationary losses. **Results.** Losses of soil is determined experimentally as a result of agrotechnical dusting, and formula is developed for their calculation. Optimum speed of machine-tractor assembly unit, as well as maps of agrotechnical dusting and potential wind-erosion losses of soils in Kharkiv oblast are determined.

Conclusions. During machining the dynamics of lumpiness as one of main indexes of durability of soil to blowing may vary within the limits of 50% from initial. Lumpiness largely depends on production operation and speed of agricultural machinery. During field work which are connected to mechanical impact on soil it is not desirable to exceed the speed of machine-tractor assembly unit over 9,7 km/h, because of decrease of sprayed erosive corpuscles (<0,25 mm) and height of their spring (up to 2,5 m) during aggression by running apparatus and trailer gears. At speed of 12 km/h of agricultural machinery the height of spring of such corpuscles attains 8-9 m, and they are easily carried out by wind for limits of fields. At wind speed over 14 m/s field work in zone of the Northern Steppe and Left-bank Forest-steppe of Ukraine are absolutely not desirable, as losses of soil from agrotechnical dusting increase in some times.

Key words: agrotechnical dusting, blowing erosion, rainfall amount, degraded, typical and ordinary chernozem.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-01>

Бібліографія

1. Булигін С.Ю., Тімченко Д.О. Потенційна небезпека дефляції на орних землях. Агрохімія

і ґрунтознавство. 2002. № 63. С. 86–90.

2. Булигін С.Ю., Тімченко Д.О., Діденко В.І. та ін.

Небезпека правлення вітрової ерозії ґрунтів. *Вісник аграрної науки південного регіону*. 2002. № 12. С. 56–60.

3. Булигін С.Ю., Тімченко Д.О. До питання оптимізації зволоження ґрунтів при контурно-меліоративному упорядкуванні території. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2002. № 1. С. 107–111.

4. Соболев С.С. Защита почв от эрозии и повышение их плодородия. Москва: Изд-во с.-х. лит-ры, 1961. 232 с.

5. Кальянов К.С. Динамика процессов ветровой эрозии почв. Ленинград: Гидрометеиздат, 1975. С. 2–39.

6. Бочаров А.П., Терпиловский Е.Ю. Исследование воздействия машинно-тракторного агрегата на верхний слой почвы. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2000. № 8. С. 3–8.

7. Булигін С.Ю., Тімченко Д.О., Діденко В.І. Польовий ерозіомір. Винахід № 2001096662 7 А01В13/16.

8. Зубець М.В., Балюк С.А., Медведєв В.В., Греков В.А. Стан ґрунтового покриву України та невідкладні заходи з його охорони. VIII з'їзд Укр. тов. ґрунтознав. та агрохім. Кн. перша. Харків: Міська друкарня, 2010. С. 7–17.

9. Лактионова Т.Н., Медведєв В.В., Савченко К.В. и др. База данных «Свойства почв Украины». *Структура и порядок использования* [2-е. изд.]. Харьков: ЦТ № 1, 2012. 150 с.

10. Піковська О.В. Вплив різних систем обробки ґрунту і удобрення на структурний стан чорнозему типового. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. № 7. С. 23–25.

11. Поляк А.Я., Щупак А.Д. Эксплуатация машинно-тракторных агрегатов на повышенных скоростях. Москва: Колос, 1974. 304 с.

12. Holling C.S. Resilience and stability of ecological systems. *Annualrev. in Ecology and Systematics*. 1973. V. 4. P. 1–23.