

УДК 631.439(477.7)

## ПРОТИДЕФЛЯЦІЙНА СТІЙКІСТЬ ҐРУНТІВ СТЕПУ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВМІСТУ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ҐРУНТОВИХ ЧАСТИНОК

**О. В. Письменний**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Миколаївський національний аграрний університет

*У статті представлено результати дослідження показника протидефляційної стійкості ґрунтів Степу України залежно від вмісту елементарних ґрунтових частинок (ЕГЧ). Було встановлено, що при вмісті ЕГЧ (до 10–12%) показник протидефляційної стійкості чорноземів і темно-каштанових ґрунтів є найвищим ( $R^2=0,65$ ), а коли вміст ЕГЧ перевищує цю межу, то протидефляційна стійкість цих ґрунтів починає суттєво знижуватися. За допомогою регресійного аналізу було виділено три групи ґрунтів. До першої найбільш вітростійкої групи належать важко та середньосуглинкові ґрунти ( $VS>50\%$ ) з вмістом гумусу 2,5-4,0%, до другої вітростійкої – легкосуглинкові та супіщані ґрунти ( $VS 20-50\%$ ) з вмістом гумусу 1,0-2,5%, а в третю не вітростійку групу увійшли піщані та частково супіщані ґрунти ( $VS 0,7-20\%$ ) з вмістом гумусу 0,5-1,5%.*

**Ключові слова:** елементарні ґрунтові часточки, структура, ґрунти, протидефляційна стійкість.

**Постановка проблеми.** Серед усіх ґрунтово-кліматичних зон процеси дефляції проявляються найчастіше в Степовій зоні України.

Дослідження процесів дефляції пов'язані з проблемою неекологічного використання ґрунтів, підвищенням зимових температур, що зумовлює накопичення в ґрунтах фракції < 0,25 мм. Внаслідок чого є небезпека прояву дефляції і видування родючого шару ґрунту за межі полів. Пилова буря в березні 2007 року, коли за 20–30 годин було втрачено сотні тисяч тонн ґрунту (Чорний С.Г., 2007) і локальні бурі в Херсонській області (2014 р.) є яскравим свідченням необхідності активізації досліджень у цій галузі.

**Аналіз актуальних досліджень.** Розглядаючи сортуючу роль вітру, зарубіжні та вітчизняні вчені [1-12] відмічали факти перенесення вітром фракцій ґрунту певного розміру. Цілком можливо, що чим більше в ґрунті дефляційних фракцій (тобто таких, які легко переносяться вітром певної швидкості), тим швидше він видувається. Це експериментально доведено Чепілом. Він показав, що величина дефльованості ґрунтів залежить від вмісту в них фракцій, одержаних при сухому просіюванні, розміром < 0,42 мм. Чим більше цієї фракції в ґрунті, тим більші втрати від видування. Тобто, для різних ґрунтів розмір дефляційних фракцій буде різним.

Найбільш розповсюджений і загальнодоступний метод оцінки вітростійкості ґрунтів полягає у вивченні грудкуватості верхнього 0–5 см шару ґрунту. Грудкуватість (агрегатний склад) виражається наявністю ґрунтових

грудочок більше ніж 1 мм у верхньому 0-5 см шарі ґрунту. Встановлено [8], що поріг протидефляційної стійкості знаходиться в межах 50% -ї грудкуватості.

В умовах півдня України найлегше переносяться фракції < 0,5 мм, а головним чином < 0,25 мм і уламки порід і мінералів – елементарні ґрунтові частинки (ЕГЧ, %) [1-12].

Дослідження з цього питання в Україні проводилися у 80-90-ті роки ХХ століття і потребують більш детального вивчення.

**Метою досліджень** є вивчення впливу вмісту елементарних ґрунтових частинок на протидефляційні властивості таких ґрунтів: піщаних, дерново-піщаних, темно-каштанових, чорноземів звичайних і південних важкосуглинкових в умовах Степу України.

**Матеріал і методика досліджень.** Для вивчення вітростійкості ґрунтів степової зони було закладено кілька десятків дослідних ділянок в плакорних умовах та в схилових катенальних комплексах у Миколаївській області з важкосуглинковими та глинистими чорноземами звичайними та південними і темно-каштановими ґрунтами. Ґрунтові зразки були відібрані у 2015-17 рр. з верхнього (0-3 см) шару нееродованих та еродованих відмін. Також вивчалася вітростійкість піщаних субстратів Нижньодніпровських пісків Херсонської області та супіщаних темно-каштанових ґрунтів, які територіально примикають до цих пісків.

Показник вітростійкості, а також макроструктурний і мікроагрегатний склад, від якого, як відомо, певною мірою залежить і

показник вітростійкості, змінюються в різні пори року та залежать від обробітку ґрунту. Намагаючись виключити цей вплив, відбір зразків проводився весною (березень-квітень) в найбільш дефляційно небезпечний період року. Сільськогосподарське використання і обробіток ґрунтів в час відбору зразків були також приблизно однаковими – культивовані пари, зяби чи посіви озимих в фазі 2 – 4 листочків. Таким чином, кількісні відмінності в структурному і мікроагрегатному складі ґрунтів, показнику вітростійкості можна пов'язати з конкретними хімічними та фізико-хімічними властивостями цих ґрунтів. Дослідження агрохімічних параметрів проводили в трикратній повторності. Визначення показників стану ґрунтів згідно зі стандартними та стандартизованими методами за ISO; ДСТУ 2002-2007 рр., а саме: гранулометричний склад ґрунту методом піпетки в модифікації О.Н. Соколовського; агрегатний аналіз ґрунту – за Н.І. Саввіновим. Визначення ЕГЧ і мікроагрегованості проводили за оригінальними методиками. Вітростійкість (протидефляційну

стійкість) ґрунту визначали в лабораторній аеродинамічній установці власної конструкції [1,7].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Прямі визначення протидефляційної стійкості ґрунтів в лабораторній аеродинамічній установці власної конструкції [1,7] показали (табл.), що найбільший показник протидефляційної стійкості мають чорноземи звичайні легкогоглинисті (переліг) – 65,2%. Наступна велика група ґрунтів з приблизно однаковими значеннями показників протидефляційної стійкості (рілля): темно-каштанові легкосуглинкові – 62,8%, чорноземи південні легкогоглинисті – 61,5%, темно-каштанові супіщані – 58,5%, чорноземи звичайні легкогоглинисті – 59,9%, темно-каштанові важкосуглинкові – 47,4% та чорноземи південні важкосуглинкові з показником протидефляційної стійкості в діапазоні 40,5-44,8%. Найменшу протидефляційну стійкість мають пухкі та зв'язні піски (переліг), у яких цей показник становить від 0 до 4% та дерново-піщані ґрунти (рілля) з показником протидефляційної стійкості – 19,5%.

Таблиця 1

### Основні протидефляційні характеристики ґрунтів Південного та Сухого Степу України

№ ключової ділянки	Координати		Характер використання ґрунтів	Проти-дефляційна стійкість %	Уміст агрегатів, %		Уміст часток < 0,01, %	Уміст гумусу, %
	Північна широта	Східна довгота			> 1 мм	< 0,25 мм		
Чорнозем звичайний легкогоглинистий								
1.	47°51,050	31°34,467	рілля	54,7	68,8	8,9	60,2	3,7
7.	47°53,431	31°33,255	переліг	65,2	83,2	3,4	70,7	4,2
Чорнозем південний легкогоглинистий								
10.	46°50,766	32°13,183	рілля	61,5	80,2	3,1	61,2	2,6
Чорнозем південний важкосуглинковий								
12.	46°58,702	32°10,118	рілля	44,8	62,4	6,6	58,7	2,5
14.	46°56,441	31°40,348	рілля	40,5	57,4	8,9	56,7	2,4
Темно-каштановий важкосуглинковий								
19.	46°53,913	31°40,397	рілля	47,4	69,4	6,3	53,3	2,6
Темно-каштановий супіщаний								
25.	46°41,189	31°52,421	рілля	58,4	76,7	7	17,3	1
Темно-каштановий легкосуглинковий								
24.	46° 23,774	33°06,191	рілля	62,8	80,6	6,2	23,9	1,5
Темно-каштановий середньосуглинковий								
20.	46° 41,197	31°50,471	рілля	41,5	54,9	19,7	43,8	2,4
Дерново-піщаний ґрунт								
26.	46°31,453	32°56,928	рілля	19,5	54,7	12,3	9,2	0,9
Піщаний (пісок зв'язний)								
27.	46°31,571	32°57,220	переліг	4,2	32,8	20,2	6,8	0,5
Піщаний (пісок пухкий)								
28.	46°31,606	32°58,026	переліг	0,0	1,4	65,4	1,4	0,4

Стосовно наведеного вище групування ґрунтів за прямим показником визначення протидефляційної стійкості ґрунтів в лабораторній аеродинамічній установці власної конструкції, слід зазначити, що він досить тісно пов'язаний з вмістом вітростійкої фракції більше ніж 1 мм у верхньому 0-5 см шарі ґрунту. Встановлено, що поріг протидефляційної стійкості знаходиться в межах 50% - і грудкуватості. Але на протидефляційну стійкість ґрунтів впливає не лише наявність вітростійкої фракції більше ніж 1 мм, а і механічна зв'язність (міцність) ґрунтових агрегатів. Цей процес видно на прикладі темно-каштанових важкосуглинкових і середньосуглинкових ґрунтів. При вмісті в цих ґрунтах вітростійкої фракції (1 мм) більше ніж 55% їх прямий показник протидефляційної стійкості визначений в лабораторній аеродинамічній установці є меншим за 50%. Дерново-піщані ґрунти (рілля) з

показником протидефляційної стійкості – 19,5% мають вміст вітростійкої фракції (1 мм) на рівні 55%. Тобто агрегація та механічна міцність ґрунтових агрегатів в цих ґрунтах пов'язані з процесом, подібним до коагуляції. Це пов'язано зі щільністю складення цих ґрунтів і пористістю окремих ґрунтових агрегатів. Цей механізм агрегації [8] характерний для агрегатів 0,25-5 мм і може свідчити про поступове наростання агрегату із елементарних механічних елементів та поступове його зміцнення. Такий процес призводить до помітної диференціації порового простору. Різноманітність агрегатів зі збільшенням їх розміру поступово зменшується, а після 5 мм і взагалі зникає.

Також одним із основних показників дефляційної небезпеки може бути вміст фракцій < 0,25 мм, яка найшвидше видувається сильними вітрами (рис.1).

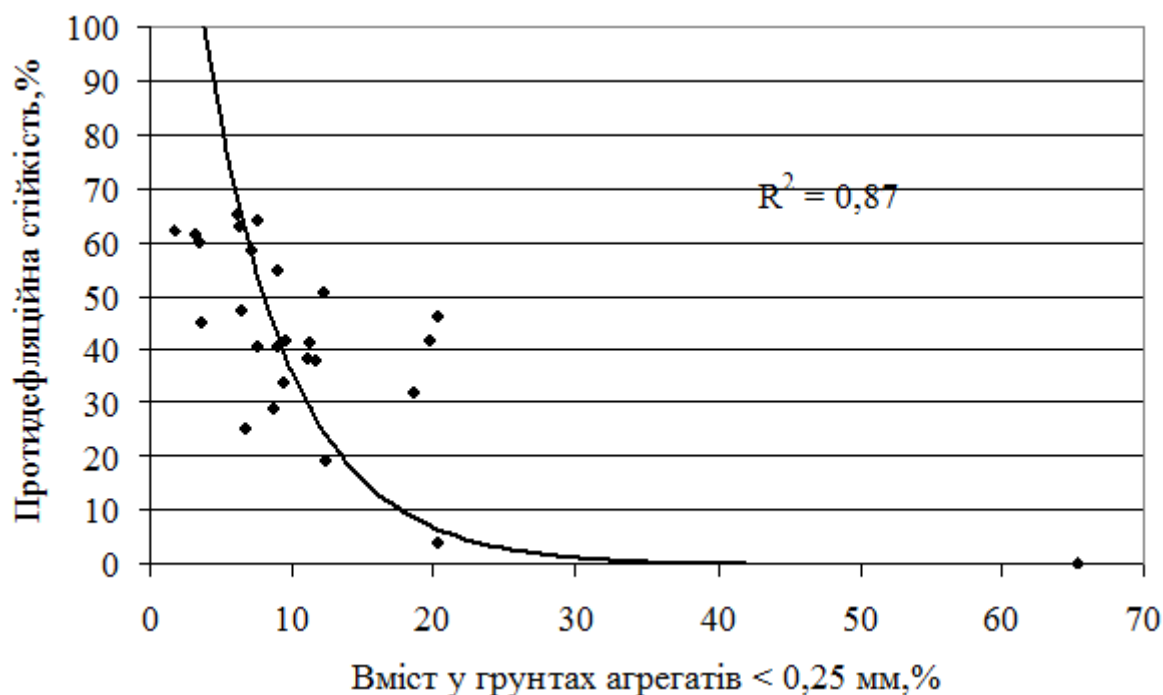


Рис. 1. Залежність протидефляційної стійкості ґрунтів від вмісту в них агрегатів < 0,25 мм, %

Як свідчать дані (див. рис.1), за наявності великої кількості в ґрунті фракції менше ніж 0,25 мм в діапазоні від 20 до 65% протидефляційна стійкість ґрунтів знаходиться в дуже низькому діапазоні від 0 до 5%. При зменшенні вмісту в ґрунтах фракції менше ніж 0,25 мм до 10-20% їх протидефляційна стійкість зростає і складає 20-50%. Високу протидефляційну стійкість 55-65% мають ґрунти, в яких вміст фракції менше 0,25 мм знаходиться в діапазоні від 2 до 9%.

Тобто, зважаючи на вище наведені дані можна сказати, що протидефляційна стійкість ґрунту зростає майже одночасно зі зменшенням у ґрунтах дефляційно небезпечної фракції < 0,25 мм. Про це свідчить коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,87$ , що вказує на дуже тісний зв'язок між цими параметрами.

Ще одним з основних параметрів, що впливає на протидефляційну стійкість ґрунтів, є вміст в них фракції < 0,01 мм, %.

Залежність між вмістом у ґрунтах фракції < 0,01 мм, % та їх протидефляційною стійкістю, % наведено на рис.2.

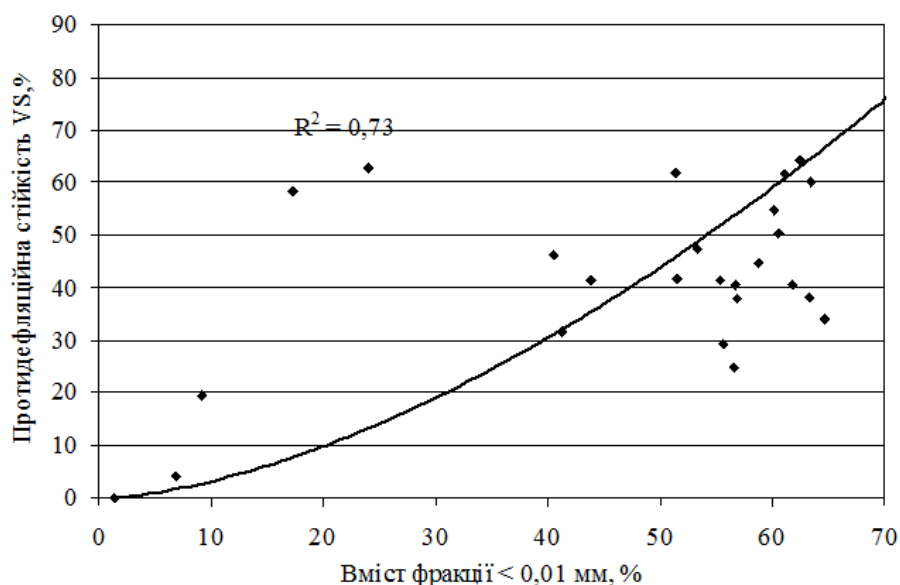


Рис. 2. Залежність між вмістом у ґрунтах фракції < 0,01мм та їх протидефляційною стійкістю, %

Як видно (рис. 2), зі збільшенням у ґрунтах вмісту фракції < 0,01 мм показник протидефляційної стійкості зростає. Отже можна сказати, що між вмістом у ґрунтах фракції < 0,01 мм та показником протидефляційної стійкості існує досить тісний зв'язок. На це вказує і коефіцієнт детермінації, який становить  $R^2=0,73$ .

Такий, досить тісний, ступінь залучення в агрегати характерний і найбільш закономірний для гранулометричних елементів < 0,001 мм і поступово знижується для крупнопилуватих гранулометричних елементів < 0,05 мм. На легких за гранулометричним складом ґрунтах агрегація ґрунтів значно посилюється, а з нею зростає і протидефляційна стійкість ґрунтів з

підвищенням вмісту в ґрунтах частинок фізичної глини, але до певної межі (до 25%). Для середньо і важкосуглинкових ґрунтів така залежність проявляється значно слабше [8]. Це прослідковується і в наших дослідженнях.

Також в результаті дослідження було встановлено, що при вмісті елементарних ґрунтових частинок до 10–12% показник протидефляційної стійкості чорноземів і темно-каштанових ґрунтів є найвищим, а коли вміст елементарних ґрунтових частинок перевищує цю межу, то показник протидефляційної стійкості цих та інших ґрунтів починає суттєво знижуватися (рис.3).

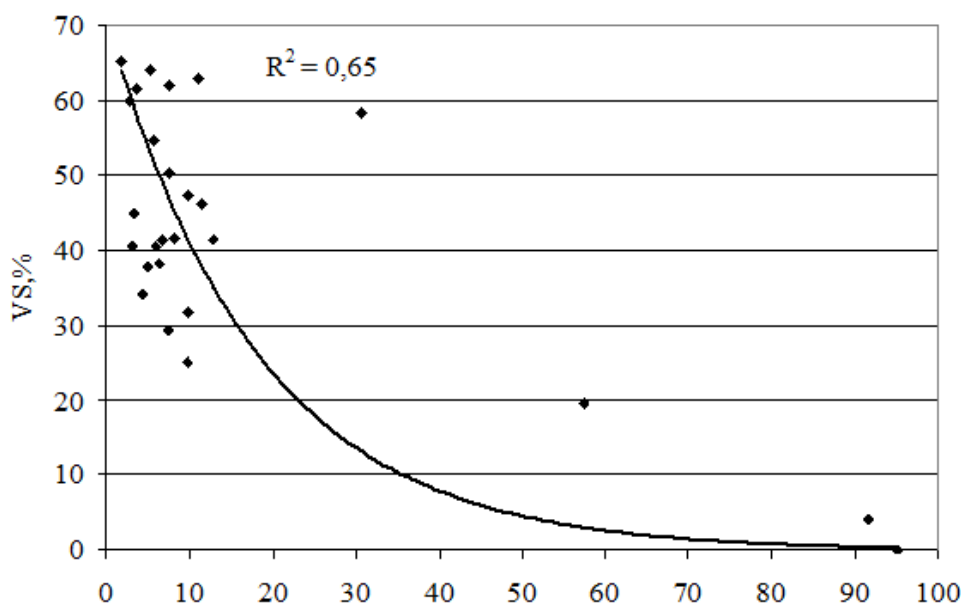


Рис. 3. Залежність між вмістом в ґрунтах ЕГЧ та вітростійкістю, %

Тобто, між вмістом у ґрунтах елементарних ґрунтових частинок та показником протидефляційної стійкості ґрунту існує тісний зв'язок. Про це свідчить і коефіцієнт детермінації, який становить  $R^2=0,65$ . Отже, можна сказати, що ЕГЧ беруть досить тісну участь в утворенні ґрунтових агрегатів.

На основі побудованого вище графіку залежності та використовуючи метод регресійного аналізу було отримано рівняння залежності між ЕГЧ в % та вмістом в ґрунтах фізичної глини та гумусу в %. Рівняння має такий вигляд:

$$\text{ЕГЧ} = e^{(4,57 - 0,48 \ln FG - 0,8 \ln G)} \quad (1);$$

де FG – вміст в ґрунті фізичної глини; G – вміст в ґрунті гумусу.

Також було отримано рівняння залежності показника вітростійкості ґрунтів від вмісту в них елементарних ґрунтових частинок. Рівняння має такий вигляд:

$$VS = 73,9e^{0,06\text{ЕГЧ}} \quad (2).$$

Унаслідок підстановки рівняння (1) в рівняння (2) був отриманий показник протидефляційної стійкості ґрунтів (VS, %) як функція від вмісту в них тільки фізичної глини та гумусу:

$$VS = 73,9 \exp[0,06 \exp(4,57 - 0,48 \ln FG - 0,8 \ln G)] \quad (3);$$

де FG – вміст фізичної глини, %, G – вміст гумусу, %.

На основі розрахунків за формулою (3) було виділено декілька груп ґрунтів за показником

протидефляційної стійкості залежно від умісту в них фізичної глини та гумусу. До першої найбільш вітростійкої групи ґрунтів з показником протидефляційної стійкості 50% і більше належать ґрунти, в яких вміст фізичної глини складає 30-60% та вміст гумусу 2,5-4,0%.

До другої групи ґрунтів (слабо вітростійких) належать ґрунти в яких показник протидефляційної стійкості складає 20-50%. У цих ґрунтах вміст фізичної глини коливається в досить широкому діапазоні 5-60%, а вміст гумусу змінюється в межах 1,0-2,5%. До третьої групи не вітростійких ґрунтів з показником протидефляційної стійкості 0-20% належать ґрунти, в яких вміст фізичної глини становить 5-15%, а вміст гумусу 0,5-1,5%.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Виявлено залежність між протидефляційною стійкістю ґрунту та вмістом гумусу та вмістом фізичної глини при гранулометричному аналізі ґрунту. Проведено класифікацію вітростійкості ґрунтів Степу України за цими показниками, що дає змогу на основі цих стандартних ґрунтових показників спростити визначення кількісних показників продефляційної стійкості ґрунтів, що полегшує впровадження заходів, які запобігають дефляції. Наведене групування ґрунтів за показником протидефляційної стійкості лише на основі вмісту гумусу і вмісту фізичної глини при гранулометричному аналізі ґрунту є математично доведеним, але потребує більш детального вивчення в наступних наукових дослідженнях.

#### Список використаних джерел:

1. Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів/ С.Ю. Булигін. – К. : Урожай, 2005.– 300 с.
2. До питання моніторингу дефляції ґрунтів / Булигін С.Ю., Тімченко Д.О., Діденко В.І., Зуза В.А. // Вісник аграрної науки. – Київ, 2002. – № 1. – С. 58-60.
3. Воронін А.Д. Основы физики почв / Воронін А.Д. – М.: МГУ, 1986. – с. 244
4. Долгилевич М.И. Пыльные бури и агролесомелиоративные мероприятия / Долгилевич М.И. – М. : Колос, 1978. – 234 с.
5. Зайцева А.А. Борьба с ветровой эрозией почв / Зайцева А.А. – М. : Колос, 1970.– С. 152.
6. Милашич А.В., Чорний С.Г., Письменний О.В. Патент на корисну модель №29131. Спосіб визначення протидефляційної стійкості ґрунтів. 2008. – С. 1-4.
7. Можейко Г.А. Лесо-аграрные ландшафты Южной и Сухой Степи Украины (природа и конструирование) / Г.А. Можейко – Харьков : Эней, 2000. – 312 с.
8. Медведев В.В. Структура почв. Харьков: Дом "13 Преса". 2008. – С. 406.
9. Пилові бурі на Півдні України / С.Г. Чорний, О.В. Письменний, О.М. Хотиненко, Т.М. Чорна // Вісник аграрної науки. – Київ, 2008. – № 9. – С. 46-51.
10. Черный С.Г. Изменение климата и проблема дефляции в Южной и Сухой степи Украины / Черный С.Г., Хотиненко О.М. // Инновации, землеустройство и ресурсосберегающие технологии. – Курск, 2007.–С.124-129.
11. National Agronomy Manual. Part 502. Wind Erosion. USDA. NRCS. P. 2002 - 227.
12. Hagen, L.J. Skidmore E.L., Saleh A. Wind erosion: predication of aggregate abrasion coefficients // Transaction of the ASAE, 1992, VOL. 35(6). P. 1847-1850.

#### **О. В. Письменный. Протидефляционная устойчивость почв Степи Украины в зависимости от содержания элементарных почвенных частиц.**

*В статье представлены результаты исследования показателя протидефляционной устойчивости почв Степи Украины в зависимости от содержания элементарных почвенных частиц (ЭПЧ). Было установлено, что при содержании ЭПЧ (до 10-12%) показатель протидефляционной устойчивости черноземов и темно-каштановых почв есть самым высоким ( $R^2=0,65$ ), а когда содержание ЭПЧ превышает этот предел, то протидефляционная устойчивость этих почв начинает существенно снижаться. С помощью регрессионного анализа было выделено три группы почв. К первой наиболее ветроустойчивой группе относятся тяжелые и среднесуглинистые почвы ( $VS > 50\%$ ) с содержанием гумуса 2,5-4,0%, ко второй ветроустойчивой – легкосуглинистые и супесчаные почвы ( $VS 20-50\%$ ) с содержанием гумуса 1,0-2,5%, а к третьей не ветроустойчивой – песчаные и частично супесчаные почвы ( $VS 0,7-20\%$ ) с содержанием гумуса 0,5-1,5%.*

**Ключевые слова:** элементарные почвенные частицы, структура, почвы, протидефляционная устойчивость.

#### **O. Pysmennyi. Anti-deflation stability at the soils of Steppe in Ukraine at depends on content elemental soil particles.**

*The article presents the results of the study of the index of anti-deflation stability at the soils of Steppe in Ukraine at depending on the content of elemental soil particles (ESP). It was found that when the content of ESP (up to 10-12%) is the highest, the index of anti-deflation stability of chernozems and dark chestnut soils is the highest ( $R^2= 0,65$ ), and when the content of ESP exceeds this limit, then the anti-deflation resistance of these the soil begins to decrease substantially. With employ a regression method we nominate three groups of soils for wind-resistant. On the first group, most wind-resistant been a load and average clay soils ( $VS > 50\%$ ) with content organic matter 2,5-4,0%, to the second wind-resistant: light clay and sandy soils ( $VS 20-50\%$ ) with content organic matter 1,0-2,5%, to the third no wind-resistant coming a sandy soils ( $VS 0,7-20\%$ ) with content organic matter 0,5-1,5%.*

**Key words:** elementary soil particles, structure, soil, anti-deflation stability.