

УДК 631.4:551.525:551.4.06  
© 2013

**П.Г. Назарок**

ІНЦ «Інститут  
грунтознавства та агрохімії  
ім. О.Н. Соколовського»

\* **Науковий керівник —  
доктор сільсько-  
господарських наук  
В.А. Величко**

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ГІДРОТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ СХИЛОВИХ ҐРУНТІВ\***

*Наведено алгоритм визначення просторового розподілу гідротермічного коефіцієнта територій умовного полігону, розташованого на межі Харківського та Чугуївського районів Харківської області і представленого катенарним рядом чорноземів типових. На основі цього показника можливе виділення ділянок з однорідними ґрунтоутворювальними умовами, тобто первісне обґрунтування структури ґрунтового покриву конкретної ділянки, що передують польовому обстеженню.*

**Ключові слова:** гідротермічний коефіцієнт, коефіцієнт відносної акумуляції гумусу, коефіцієнт профільного нагромадження гумусу, чорнозем типовий, кластерний аналіз, схилі ґрунти.

Нині в Україні 30–60% сільськогосподарських угідь розташовано на схилах залежно від фізико-географічного регіону [8]. За цих екологічних умов формується своєрідний гідротермічний режим і відповідно структура біоценозу. Це спричинило формування ксероморфних ґрунтів із певними морфологією горизонтів і параметрами їхніх властивостей та продуктивності.

Враховуючи, що достовірність даних щодо структури ґрунтового покриву за генетичним статусом становить лише 35–50% [1], дослідження схилового ґрунтоутворення за великомасштабного дослідження ґрунтів України є нині надзвичайно актуальними. Зокрема, результати таких наукових розробок є необхідними як на підготовчому етапі великомасштабного дослідження ґрунтового покриву за розроблення карти-версії, так і в процесі створення нормативних документів — науково обґрунтованих рекомендацій щодо раціонального природокористування на схилових територіях [10].

Прогнозування структури ґрунтового покриву схилових земель частково можливе за допомогою аналізу просторового розподілу кліматичного фактора. Таке доведення є спрощеним з причини рівнозначності та незмінності факторів ґрунтоутворення — клімату, організмів, материнської та підстилаючої порід. Однією з найбільш ємнісних характеристик кліматичного фактора є гідротермічний коефіцієнт, на підставі значень якого можна виділити структуру з однорідними ґрунтоутворювальними умовами.

**Мета досліджень** — прогнозування просторового розподілу значень гідротермічного коефіцієнта за Г.Т. Селяниновим (ГТК) в умовах

ускладненого рельєфу та аналіз його показників на основі коефіцієнтів профільного нагромадження та відносної акумуляції гумусу (КПНГ та КВАГ).

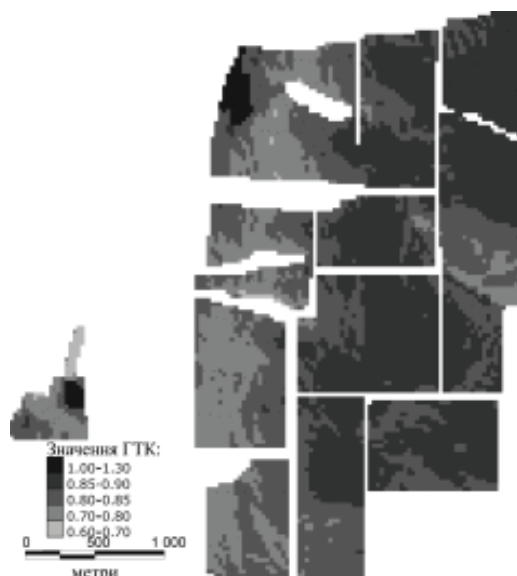
**Об'єкти, методи та умови досліджень.** За об'єкт дослідження було взято ділянку ґрунтового покриву території умовного полігону, розташовану між селищами Комунист і Зелений Колодязь (Харківського та Чугуївського районів Харківської обл.). Полігон представлений катенарним рядом чорноземів типових важкосуглинкових.

Для досягнення поставленої мети за лініями стоку в польових умовах закладено 73 ґрунтових розрізи (метод шурфу) та відібрано 70 ґрунтових проб із шару 0–30 см. Визначено вологість ґрунту за масою (ДСТУ ISO 11465:2001) по 3 середніх ліній стоку у верхній, середній та нижній частинах схилу, через кожні 10 см у метровій товщі ґрунту (2 рази за вегетаційний період). У лабораторних умовах встановлено вміст гумусу (ДСТУ 4289:2004), гранулометричний склад (ДСТУ 4289:2004); розраховано КПНГ, КВАГ [6–8].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Визначення розподілу значень гідротермічного коефіцієнта проведено за формулою Г.Т. Селянинова:

$$\text{ГТК} = \frac{P_c \times 10}{\Sigma_t}, \quad (1)$$

де  $P_c$  — кількість опадів за вегетаційний період, яка припадає на ділянку схилу, мм;  $\Sigma_t$  — сума додатних температур за період активної вегетації між датами переходу її через 10°C весною та восени, °C.



**Рис. 1. Картограма розподілу гідротермічного коефіцієнта за Г.Т. Селяниновим у межах досліджуваної ділянки**

Чисельник формули 1 розраховано за таким алгоритмом: а) проведено межі водозбірних басейнів; б) на основі кластерного аналізу моделі крутизни визначено вододільний простір та елементи схилу (верхня, середня та нижня частини, підніжжя); в) для розрахунків ГТК у межах вододільного простору і 3-х перших елементів схилу використано формулу 2 [2]; г) розраховано об'єм стоку для підніжжя схилу за балансовою схемою.

$$P_c = P \times e^{-0,002 \times i}, \quad (2)$$

де  $P$  — кількість опадів за вегетаційний період, мм;  $e$  — основа натуральних логарифмів;  $i$  — крутизна схилу в промілі.

Знаменник формули 1 визначено у такій послідовності [4, 5, 11, 12]:

1. Розраховано схилення Сонця ( $\delta$ , °) за формулами:

$$L = 280,459 + 0,98564736 \times D, \quad (3)$$

$$G = 357,529 + 0,98560028 \times D, \quad (4)$$

$$\lambda = L + 1,915 \times \sin(g) + 0,020 \times \sin(2g), \quad (5)$$

$$e = 23,439 - 0,00000036 \times D, \quad (6)$$

$$\delta = \arcsin(\sin(e) \times \sin(\lambda)), \quad (7)$$

де  $D$  — кількість днів, що минули з епохи J2000.0;  $L$  — середня довгота Сонця;  $g$  — се-

редня аномалія Сонця;  $\lambda$  — екліптична довгота Сонця;  $e$  — середній нахил екліптики.

Значення схилення Сонця можна визначити, користуючись табличними даними [12].

2. Визначено кількість прямої сонячної радіації:

$$S_c = \frac{S_b}{\sin(h_\theta)} \times (\sin(h_\theta) \times \cos(\alpha) - \cos(h_\theta) \times \sin(\alpha) \times \cos(\psi_c)), \quad (8)$$

де  $S_c$  — потік прямої сонячної радіації на похилу поверхню, Дж/м<sup>2</sup>;  $S_b$  — потік прямої сонячної радіації на горизонтальну поверхню, Дж/м<sup>2</sup>;  $\alpha$  — кут нахилу поверхні до горизонту, °;  $\psi_c$  — азимут проекції нормалі до схилу на горизонтальну поверхню;  $h_\theta$  — висота Сонця, °, яку розраховано за формулою:

$$h_\theta = (90 - \varphi) + \delta, \quad (9)$$

де  $\varphi$  — географічна широта, °.

3. Розсіяну сонячну радіацію на схилі розраховано за формулою:

$$D_c = D_b, \quad (10)$$

де  $D_c$  — потік розсіяної сонячної радіації на похилу поверхню, а  $D_b$  — потік розсіяної сонячної радіації на горизонтальну поверхню, Дж/м<sup>2</sup>.

4. Ефективне випромінювання на схилі розраховано за формулою:

$$F_c = F_b \times \cos(\alpha), \quad (11)$$

де  $F_c$  — потік ефективного випромінювання з похилої поверхні, а  $F_b$  — потік ефективного випромінювання з горизонтальної поверхні, Дж/м<sup>2</sup>.

5. На основі використання формул (3)—(11) визначено радіаційний баланс:

$$R_c = (S_c + D_c) \times (1 - A) - F_c, \quad (12)$$

де  $R_c$  — радіаційний баланс, МДж/(м<sup>2</sup>×год);  $A$  — альbedo.

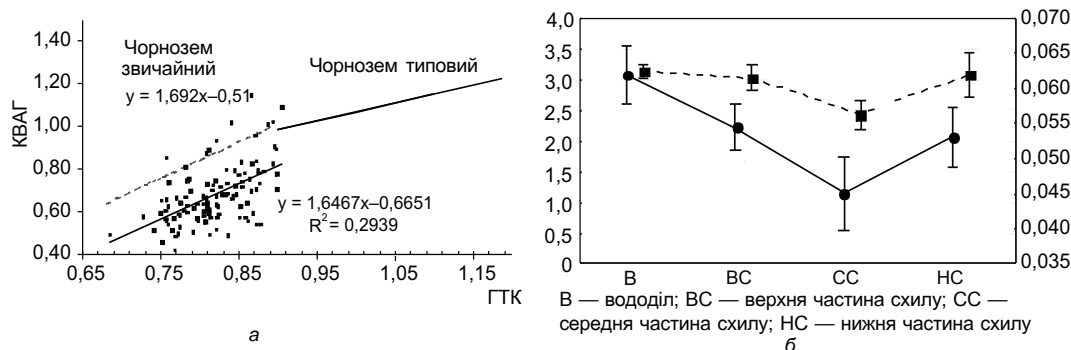
6. Значення  $\Sigma_t$  розраховано за допомогою рівняння регресії за Ф.Ф. Давітая [3]:

$$\Sigma_t = (R_c - 415,723) / 0,5066. \quad (13)$$

У результаті розрахунків побудовано картограму розподілу гідротермічного коефіцієнта за Г.Т. Селяниновим у межах досліджуваної ділянки (рис. 1).

Через кореляційний аналіз встановлено вірогідний зв'язок між вологістю ґрунту та ГТК. Для глибин 0–10, 10–20 см значення коефіцієнта кореляції становили відповідно 0,81 та 0,74.

Для виділення можливих ареалів проаналізовано класифікаційні показники КПНГ і КВАГ [8]. КПНГ та КВАГ мають вірогідний прямо про-



**Рис. 2.** Графіки залежностей КВАГ, КПНГ та вмісту гумусу в профілі (%) від гідротермічних (орографічних) умов: **а** — графіки залежностей КВАГ і ГТК: типові [8], знайдені під час дослідження; **б** — графіки залежностей КПНГ і вмісту гумусу в профілі (%) від орографічного положення; —●— — КПНГ; —■— — гумус, %

порційний зв'язок з ГТК (рис. 2). Кутові коефіцієнти знайдених лінійних рівнянь залежностей між КПНГ, КВАГ та ГТК тотожні наведеним у «Класифікації ґрунтів України» [8], а вільні члени рівнянь приблизно на 20% менші, що пояснюється дегуміфікацією. Однак застосування КПНГу неможливе з причин нетотожності сум елементарних ґрунтових процесів, під дією яких формуються вододільні та схилі ґрунти. За-

гальними рисами цих процесів є слабка спряженість катенарної зміни вмісту гумусу та потужності профілю, зміна пропорцій горизонтів ґрунтового профілю в бік зростання потужності гумусового горизонту, а також латеральна диференціація глинистої фракції.

Зменшення значень КВАГ зі зменшенням ГТК на схилих ґрунтах враховано у менших за рангом ґрунтових таксонах.

## Висновки

Наведений алгоритм розрахунків задовільно описує просторовий розподіл ГТК у межах території умовного полігону з чорноземами типовими. Він дає можливість каме-

рального встановлення еколого-генетичного та агропродовольчого статусів ґрунту; розмежування статусу ґрунту на ксероморфні — еродовані.

## Бібліографія

1. Великомасштабне дослідження ґрунтового покриву України — стратегічний захід ефективного збалансованого його використання/В.Ф. Петриченко, А.С. Заришняк, С.А. Балюк, М.І. Полупан та ін.//Вісн. аграр. науки. — 2013. — № 5. — С. 5–13.
2. Галущенко Н.Г. Типизация кривых выпитывания по экспериментальным данным/Н.Г. Галущенко//Труды УкрНИГМИ. — 1967. — Вып. 69. — С. 72–74.
3. Давитая Ф.Ф. Проблема прогноза, испаряемости и оросительных норм/Ф.Ф. Давитая, Ю.С. Мельник. — Л.: Гидрометеиздат, 1970. — 71 с.
4. Клімат України/За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.
5. Кондратьев К.Я. Радиационный режим наклонных поверхностей/К.Я. Кондратьев, З.И. Пивоварова, М.П. Федорова. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — 215 с.
6. Медведев В.В. Гранулометрический состав почв Украины/В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова. — Х.: Апостроф, 2011. — 292 с.
7. Полевой определитель почв/Под ред. Н.И. Полупана и др. — К.: Урожай, 1981. — 320 с.
8. Полупан М.І. Класифікація ґрунтів України/М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко; за ред. М.І. Полупана. — К.: Аграр. наука, 2005. — 300 с.
9. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т. 1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты/Под ред. Н.И. Полупана. — К.: Урожай, 1988. — 296 с.
10. Природний механізм захисту силієвих ґрунтів від ерозії/за ред. М.І. Полупана/М.І. Полупан, С.А. Балюк, В.Б. Соловей та ін. — К.: Фенікс, 2011. — 144 с.
11. Романова Е.Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата/Е.Н. Романова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 215 с.
12. Twelve Year Planetary Ephemeris Directory [Electronic resource]. Mode of access: <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/TYPE/TTYPE.html>. — System requirements: IBM; Internet Explorer.

Надійшла 02.07.2013.