

Кривобок О.А.¹
Кривошеїн О.О.¹
Адаменко Т.І.²
Рубан Т.М.¹

Оцінка стану озимої пшениці після перезимівлі з використанням системи CGMS

¹Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС України та НАН України, м. Київ,

²Український гідрометеорологічний центр, м. Київ,

e-mail: kryvobok@uhmi.org.ua, krivoshein@uhmi.org.ua, adamenko@meteo.gov.ua, Ruban@uhmi.org.ua

Анотація. Проведено оцінку стану озимої пшениці після перезимівлі в рамках системи CGMS (Crop Growth Monitoring System). На основі отриманих результатів було проаналізовано стан посівів озимої пшениці та отримано значення кількості загиблої біомаси в межах областей та районів України протягом двох зим. Проаналізовано узгодженість між фактичними даними критичної температури на глибині вузла кущіння та змодельованими значеннями загиблої біомаси за методикою CGMS для зими 2011-2012 років.

Ключові слова: оцінка стану озимої пшениці, перезимівля, CGMS, моделювання, біомаса.

Вступ

Складні осінньо-зимові умови - головний чинник зниження врожайності озимої пшениці. Умови перезимівлі визначають територію районування та ступінь промислової придатності сортів. Навіть морозостійкі сорти можуть в суворі зими сильно порідшати або загинути. Пошкоджені рослини уповільнюють свій ріст, запізнюються із дозріванням, через що знижується стійкість проти хвороб і, як наслідок, врожайність. В окремі роки посіви гинуть на великих площах (так сталося в 2003 році, коли загинуло майже 70% посівів озимої пшениці в Україні).

На сьогоднішній день в українській практиці агрометеорологічного обслуговування сільськогосподарського виробництва використовується декілька підходів для здійснення оперативного моніторингу умов росту і розвитку сільськогосподарських культур та прогнозування їх врожайності [1-3], але серед них є лише невелика кількість моделей, які включають моделювання зимових умов. Всі ці методи мають територіальну обмеженість, тобто вони характеризують стан посівів окремого поля чи господарства, в той час як наше дослідження потребує оцінки стану посівів озимих культур на районному, обласному та державному рівнях. Тому виникла необхідність у застосуванні розрахункового блоку моделі WOFOST (WORLD FOOD STUDIES), в основі якого лежить зв'язок і залежність життєздатності рослин від метеорологічних факторів, які піддаються точному виміру (мінімальна температура повітря, товщина снігового покриву, температура ґрунту на глибині вузла кущіння) [4]. Принцип моделювання стану озимої пшениці цієї моделі в зимовий період заснований на визначенні індексу загартовування, що є комплексною характеристикою і залежить від температури на глибині вузла кущіння, снігового покриву та сортів рослини.

Для оцінки умов перезимівлі озимих культур необхідно знати зміну температури ґрунту на глибині залягання вузла кущіння. Знаючи мінімальну температуру ґрунту і зіставляючи її з критичною температурою рослини, тобто з тією температурою, при якій гине рослина, можна отримати уявлення про умови перезимівлі та дати прогноз, щодо весняного стану посівів.

Температура ґрунту на глибині вузла кущіння – один із головних агрометеорологічних факторів для оцінки умов перезимівлі та визначення стану озимих культур. Зазвичай загибель рослин під впливом низьких температур трапляється в результаті пошкодження вузла кущіння. Вузли кущіння озимих культур знаходяться на глибині від 1 до 6 см від поверхні ґрунту. Температуру ґрунту прийнято вимірювати на середній глибині залягання вузла кущіння, рівній 3 см від поверхні ґрунту. Температуру вимірюють щодня протягом зимового періоду за допомогою мінімального термометра, що розміщується в коробці Нізенькова. Так само використовують термометри, які записують максимальну і мінімальну температуру ґрунту на глибині вузла кущіння [5].

Основна мета дослідження на цьому етапі полягала в розрахунку загиблих посівів та оцінці можливих площ пересіву озимої пшениці на основі системи CGMS в межах адміністративних областей та районів України внаслідок перезимівлі.

Методи оцінки стану озимої пшениці в період зими за системою CGMS

У практиці дуже часто доводиться визначати стан озимих посівів на полях, де не проводять спостережень за температурою ґрунту на глибині 3 см. У цих випадках її знаходять розрахунковим шляхом. Ряд дослідників отримали розрахункові формули, графіки і таблиці для обчислення температури ґрунту на глибині 3 см, однак ці формули виявилися дуже складними, а розрахунки по них громіздкими [5].

Тому в практичній роботі вони не отримали широкого застосування. Найбільш виправданий метод базується на визначенні залежності мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння від мінімальної температури повітря та товщини снігового покриву[6]. Ця методика лягла й в основу блоку перезимівлі системи CGMS. На рисунку 1 представлена залежність мінімальної температури ґрунту на глибині залягання вузла кущіння від мінімальної добової температури повітря і товщини снігового покриву. Розрахунковий графік побудовано наступним чином. На осі абсцис відкладені значення мінімальної температури повітря, а на осі ординат – значення мінімальної температури на глибині вузла кущіння, характер зображення ліній на графіку відповідають висоті снігового покриву (см). Отже, знаючи мінімальну добову температуру повітря і висоту снігового покриву, можна за формулою (1) підрахувати мінімальну температуру ґрунту на глибині вузла кущіння.

$$T_{BK} = T_{\text{мін}}(a + b(sp - 15)^2) \quad (1)$$

де T_{BK} – температура ґрунту на глибині вузла кущіння, °С;

$T_{\text{мін}}$ – мінімальна температура повітря, °С;

сп – товщина снігового покриву, см;

a, b – коефіцієнти регресії, a = 0.4, b = 0.0018

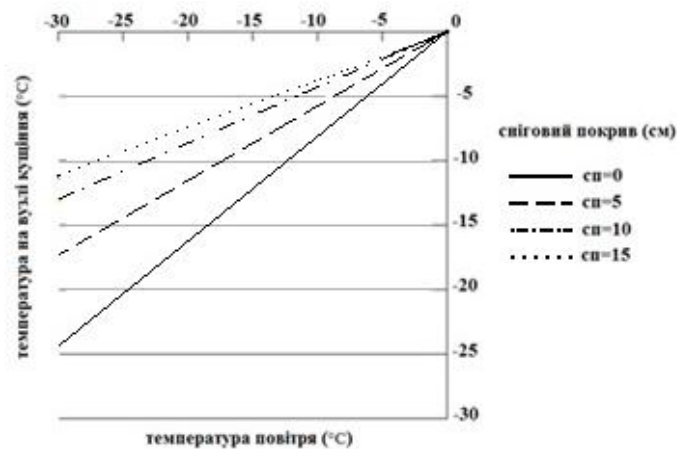


Рис.1. Визначення температури на глибині вузла кущіння по формулі 1 в залежності від товщини снігового покриву

Треба зазначити, що у формулі визначення температури на глибині вузла кущіння (1) є певна умова – значення сп (сніговий покрив) не повинно перевищувати 15см. Це пов'язано з тим, що якщо товщина снігового покриву становить, наприклад, 30 см, то значення температури на глибині вузла кущіння буде такою самою як і при товщині снігового покриву 0 см. Саме через це в моделі і вводиться дана умова.

Для встановлення точності розрахункових значень температури ґрунту на глибині вузла кущіння за цим методом була проведена порівняльна характеристика з фактичними даними, що були надані нам Українським ГМЦ. Результати порівняння зображені на рисунку 2.

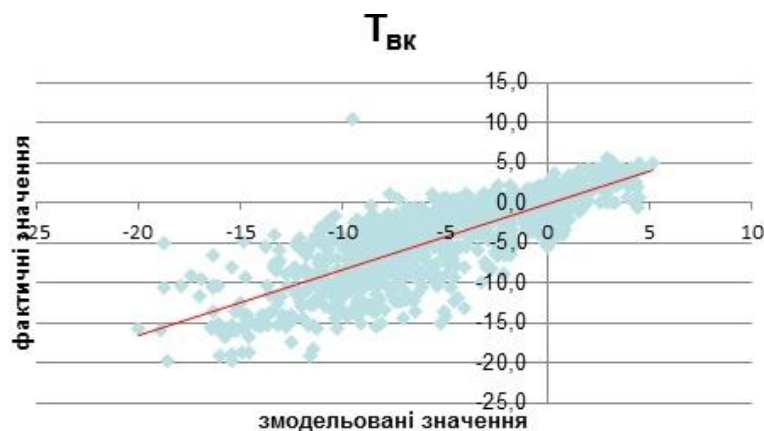


Рис.2. Порівняння змодельованих та фактичних вимірювань температури ґрунту на глибині вузла кущіння

Порівняння показало, що застосований нами метод дає відносно хороші результати (на графіку порівняння ми бачимо лінійну залежність). Тобто, за відсутності спостережень за температурою ґрунту на глибині вузла кущіння можна користуватися запропонованим методом.

Індекс загартовування використовується для визначення порогового значення температури на глибині вузла кущіння, нижче якої рослина гине. В системі CGMS був реалізований підхід щодо врахування індексу загартовування рослин, який базується на двох етапах. Перший етап загартовування потребує середню температуру ґрунту на глибині вузла кущіння від -1 до +8°C протягом 10 днів. Другий етап загартовування характеризується від'ємною температурою на глибині вузла кущіння протягом 12 днів. Проходження двох етапів призводить до повного загартовування рослини. Послаблення загартовування відбувається за температурою вище 10 °С. За таких умов добова норма послаблення для другого етапу становить

$$0,04*(T_{\text{макс}} - 10) \quad (2)$$

де $T_{\text{макс}}$ – денна максимальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння, i – для першого етапу :

$$0,02*(T_{\text{макс}} - 10) \quad (3)$$

Порогове значення температури ґрунту на глибині вузла кущіння ($T_{\text{пор}}$), нижче якого рослина гине визначається наступним чином:

$$T_{\text{пор}} = -6 * (1+NI) \quad (4)$$

де NI – індекс загартовування.

Це порогове значення порівнюється з мінімальною температурою на глибині вузла кущіння. Якщо значення температури на глибині вузла кущіння нижче за порогове на 7°C, то це призводить до загибелі 95% рослин[6].

Моделювання параметрів продуктивності озимої пшениці з урахуванням блоку перезимівлі в системі CGMS

Моделювання загиблої біомаси озимої пшениці з урахування блоку перезимівлі в системі CGMS проводилось протягом двох зим (2011-2012 та 2012-2013 років).

Аналіз зими 2011 – 2012 років показав, що станом на 30 листопада 2011 року агрометеорологічні умови були сприятливими для озимої пшениці перед входженням до зими, але в січні – лютому відбувалося значне зниження температури. По даним Українського ГМЦ фактична температура на глибині вузла кущіння, що представлена на рис.3, у деяких районах становила < -15°C. Так, як індекс загартування був досить низький у цей період, порівняно з середніми багаторічними (рис.4), температура на глибині вузла кущіння менш ніж -15°C рахується критичною, що є основною причиною значної кількості загиблих посівів озимої пшениці в зимовий період.

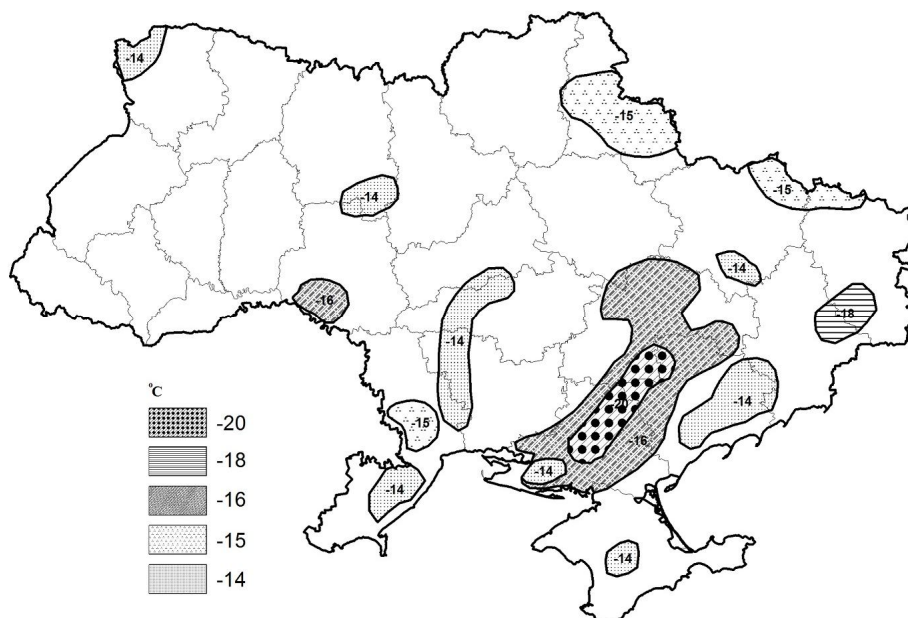


Рис.3. Фактичні вимірювання температури ґрунту на глибині вузла кущіння (Дані УкрГМЦ)

На рисунку 5 зображені змодельовані значення загиблої біомаси, що розраховані за системою CGMS. Карта була побудована таким чином, щоб виділити найбільш критичні райони областей України, де за даними моделі можлива значна кількість загиблих посівів озимої пшениці.

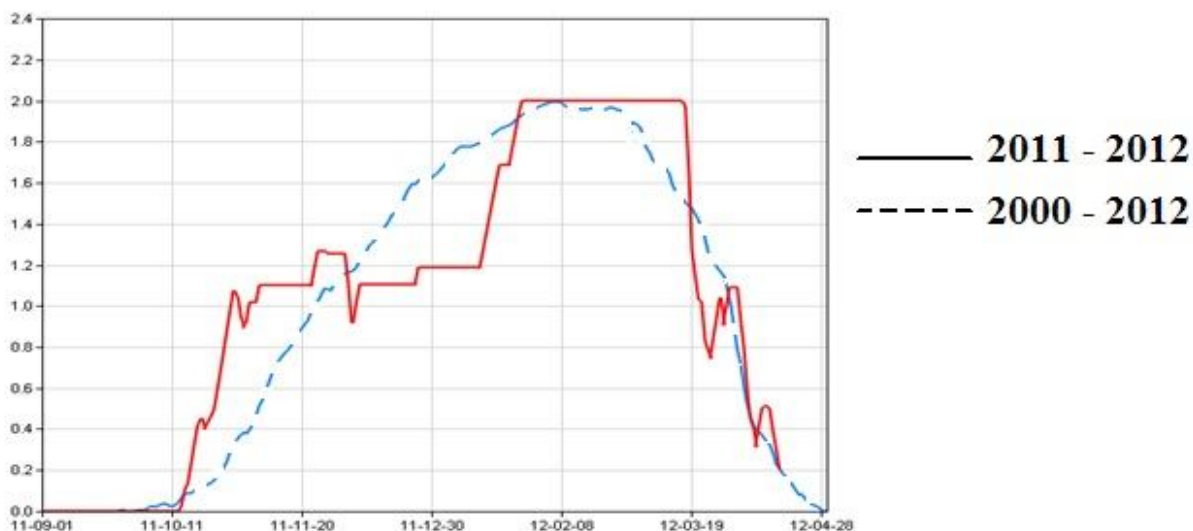


Рис.4. Індекс загартовування озимої пшениці в період 01.09.2011 – 26.04.2012

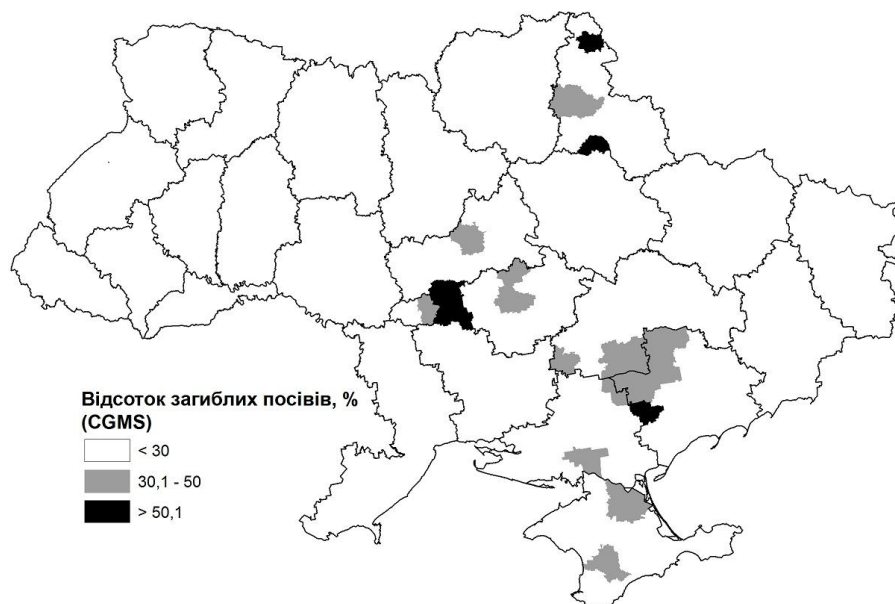


Рис.5. Можлива кількість загиблих посівів озимої пшениці станом на 20 лютого (CGMS)

Як видно з рисунку 6 фактичні значення критичної температури на глибині вузла кущіння (рис. 3) досить непогано узгоджуються із значеннями загиблої біомаси розрахованими за системою CGMS (рис.5). Так, найбільша узгодженість фактичних значень із змодельованими спостерігається в районах Сумської, Кіровоградської, Дніпропетровської областей, в північно-західних районах Запорізької області, в окремих районах Херсонської області та в Криму. Найбільша розбіжність у значеннях спостерігається у Харківській, Луганській, Донецькій, Одеській та Вінницькій областях, що пов'язано із високим значенням індексу загартовування в районах цих областей. Так, наприклад, індекс загартовування для Великобурлуцького, Дворічанського та Троїцького районів Харківської та Луганської областей за розрахунками CGMS склав більше 0,8, що за умов снігового покриву протягом зими 2011-2012 років дозволяє витримати температуру на глибині вузла кущіння більше ніж -18°C . Проте, в районах Житомирської та Волинської областей відсутність узгодженості між фактичними та змодельованими значеннями швидше за все пов'язана із недосконалим відпрацюванням моделі, адже індекс загартовування в цих районах мав низькі значення (близько 1) і за умов характеру снігового покриву протягом всієї зими там була зафіксована значна кількість загиблих посівів озимої пшениці.

Фактичні дані щодо реальної кількості загиблих посівів зими 2011-2012 років у територіальному відношенні по Україні не були доступні. Проте, після відрахування змодельованої кількості загиблих посівів ми отримали близьке до фактичного значення валового збору врожаю озимої пшениці (15,6 млн. тонн за моделлю та приблизно 16 млн. тонн за фактичними даними).

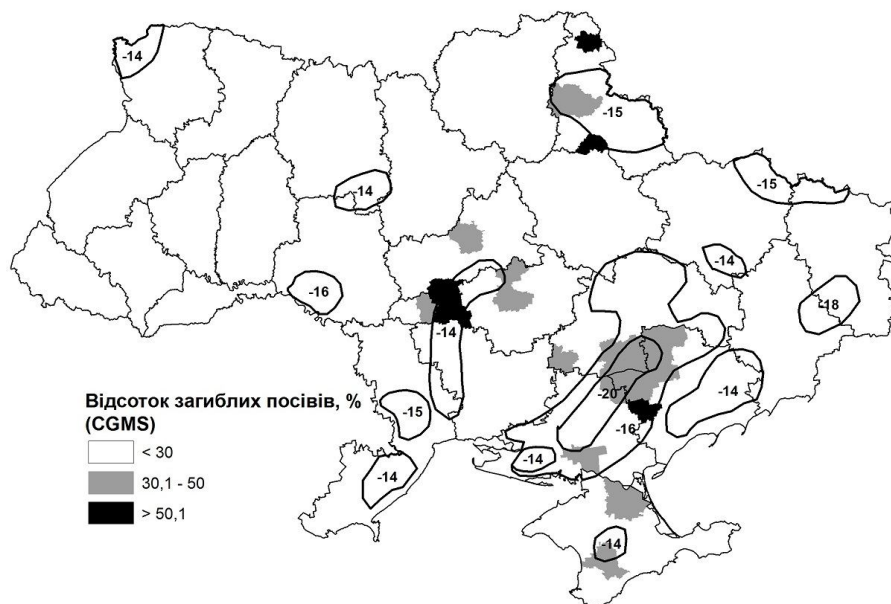


Рис.6. Карта узгодженості фактичних значень температури на глибині вузла кущіння із значеннями загиблї біомаси розрахованими за системою CGMS

Щодо зими 2012-2013 років, то вона має дещо інший характер від вище розглянутої. Входження озимої пшениці в зимовий період супроводжувалося сприятливими агрометеорологічними умовами, які зберігалися протягом всієї зими. Сніговий покрив був значним на більшій частині території України, а температура досить висока для цієї пори року (рис.7). Саме через сприятливі зимові умови кількість загиблих посівів по Україні 2012-2013 років була мінімальною (рис.8).

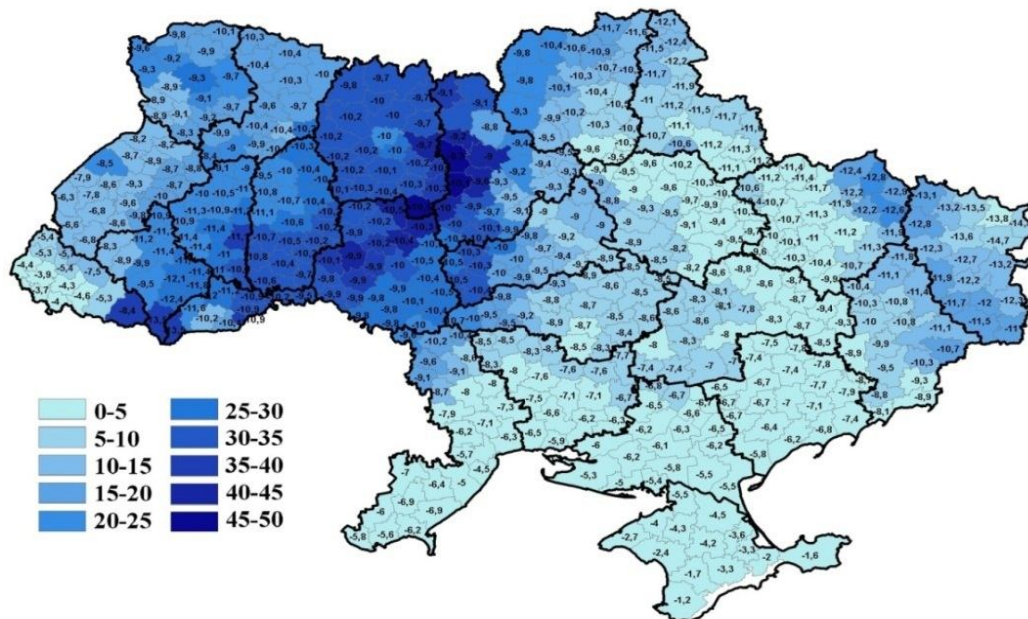


Рис.7. Розподіл снігового покриву та мінімальна температура на території України за січень-лютий 2013 року

За даними фахівців агрометеорологічного відділу Українського ГМЦ змодельовані дані щодо кількості загиблих посівів озимої пшениці після зими 2012-2013 років майже повністю відповідали дійсності, що вказує на надійність застосованих підходів до моделювання стану озимих культур.

Висновки

Таким чином було апробовано оцінку стану озимої пшениці після перезимівлі в рамках системи CGMS. На основі отриманих результатів було проаналізовано стан посівів озимої пшениці та отримано значення кількості загиблї біомаси в межах областей та районів України протягом двох зим.

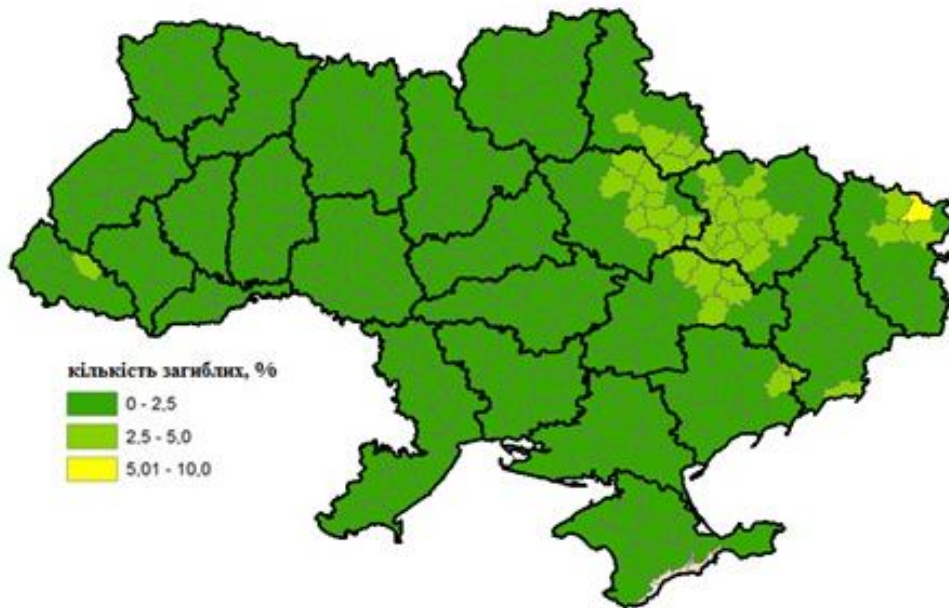


Рис.8. Кількість загиблих посівів озимої пшениці за розрахунком системи CGMS станом на 20 березня

Проаналізовано узгодженість між фактичними даними критичної температури на глибині вузла куціння та змодельованими значеннями загубленої біомаси за методикою CGMS. Порівняння отриманих результатів з фактичними даними кількості загублених посівів були проведені частково, через відсутність інформації на обласному та районному рівнях. Проте, порівняння змодельованого валового збору озимої пшениці з відрахуванням загублених посівів та фактичного валового збору на рівні країни показало досить непогану узгодженість (модель – 15,6 млн.тонн, фактичні дані – близько 16 млн.тонн).

Література

1. Кобець М. І. Використання сучасних інформаційних технологій в системах сільськогосподарського менеджменту / М. І. Кобець. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://undp.org.ua/agro/pub/ua/P2005_05_08_05.pdf
2. Куссуль Н. М. Оценка состояния растительности и прогнозирование урожайности озимых культур Украины по спутниковым данным / Н. М.Куссуль, М. І. Ильїн, С. В. Скаун, А. М. Лавренюк. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sci-gems.math.bas.bg/jspui/bitstream/10525/1064/1/IBS-03-p16.pdf>
3. Адаменко Т. І. Особливості адаптації системи CGMS для оперативної оцінки стану та прогнозу врожайності озимої пшениці в Україні / Т. І. Адаменко, О. А. Кривобок, О.О. Кривошеїн // Праці УкрНДГМІ. - 2001. - №261. - 118 – 129 с.
4. CGMS version 9.2. User manual and technical documentation [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.marsop.info/marsopdoc/cgms92/3_7_en.htm
5. Личикаки В. М. Перезимовка озимых культур / В. М. Личикаки. – москва «колос» 1974. – 205 с.
6. Ritchie J. T. Wheat Phasic Development. Modelling Plant and soil Systems / J. T. Ritchie // Agronomy Monograph. - №31. - p.31-53

Анотація. А. А. Кривобок, А. О. Кривошеїн, Т. І. Адаменко, Т. Н. Рубан **Оценка состояния озимой пшеницы после перезимовки с использованием системы CGMS.** Проведена оценка состояния озимой пшеницы после перезимовки в рамках системы CGMS. На основе полученных результатов было проанализировано состояние посевов озимой пшеницы и получено значение количества погибшей биомассы в пределах областей и районов Украины в течение двух зим. Проанализирована согласованность между фактическими данными критической температуры на глубине узла кущения и смоделированными значениями погибшей биомассы по методике CGMS для зимы 2011-2012 годов.

Ключевые слова: оценка состояния озимой пшеницы, перезимовка, CGMS, моделирование, биомасса.

Abstract. О. А. Kryvobok, О. О. Kryvoshein, Т. І. Adamenko, Т. М. Ruban **Winter wheat crop condition assessment after overwintering using CGMS system.** Winter wheat crop condition assessment after wintering within the CGMS was conducted. Based on these results, the values of winter killed biomass within the regions and districts of Ukraine for two winters were obtained. The consistency between the measured crown temperature and winter killed biomass, simulated by CGMS for 2011-2012 winter was analyzed.

Keywords: crop condition assessment of winter wheat, overwintering, CGMS, modeling, biomass.

Поступила в редакцию 16. 01.2014 г.