УДК 658.51:631.3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІНІВ ПОЧАТКУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ СІВБИ ОЗИМИХ КУЛЬТУР НА ПІДСТАВІ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

О. Сидорчук, д.т.н., І. Івасюк, здобувач В. Українець, здобувач
ННЦ Інститут механізації та електрифікації сільського господарства
П. Луб, к.т.н., І. Тригуба, к.т.н.
Львівський національний аграрний університет

Ключові слова: агрометеорологічні умови, озимі культури, сівба, комплекс машин, стохастичність показників, ефективність.

Наведено результати дослідження агрометеорологічно зумовлених термінів початку сівби озимих культур.

Постановка проблеми. Терміни виконання механізованих процесів вирощування сільськогосподарських культур значною мірою залежать від впливу агрометеорологічних умов. Мінливість та некерованість їх зміни, в реальних виробничих умовах, є причиною флуктуацій функціональних показників ефективності відповідних комплексів машин. Тому встановлення статистичних характеристик об'єктивно (агрометеорологічно) зумовлених термінів початку, тривалості та завершення робіт на полі є важливою передумовою узгодження сезонних обсягів робіт із параметрами технологічних комплексів машин, а відтак розроблення науково - обґрунтованих рекомендацій щодо їх розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що на сьогодні питання впливу агрометеорологічних умов на ефективність відповідних проектів рільництва розглядалося вченими неодноразово. Проте всі вони розглядали вплив агрометеорологічних умов тільки на окремих етапах процесів механізованого вирощування сільськогосподарських культур: 1) підготовки ґрунту [3]; 2) хімічного захисту посівів [6]; 3) збирання [4] тощо. Аналіз положень, викладених у цих працях, свідчить про вагомість впливу агрометеорологічних та предметних умов на показники ефективності відповідних комплексів машин, а також про те, що вони ще потребують доопрацювання.

Мета завдання. – узагальнити результати дослідження агрометеорологічно зумовлених термінів початку сівби озимих культур та їх

статистичних характеристик.

Виклад основного матеріалу. Завершальним етапом механізованих процесів, що виконуються в літньо-осінній період на полях під озимі культури, є технологічна операція сівби. Календарні терміни початку виконання цих робіт на практиці формуються відповідно до агротехнічних рекомендацій та багаторічного досвіду щодо наступного розвитку агрометеорологічних умов.

Загальновідомо, що в основі методу визначення календарних термінів сівби (τ_c^o) озимих культур лежить потреба врахування біологічних особливостей їх росту та розвитку в осінній період. Сутність цих особливостей зводиться до забезпечення сприятливих умов для гартування сходів озимих культур та досягнення ними фенологічної фази кущення на початок зимового періоду. У цьому разі рослина краще зимує, протистоїть хворобам та негативній дії низьких температур тощо [5]. Зокрема багато вчених агрономів рекомендують виконувати сівбу озимих культур з огляду на тенденції розвитку агрометеорологічних умов та з такого розрахунку, щоб за період осінньої вегетації рослина встигла накопичити певну суму ефективних (понад +5^{o}C) середньодобових температур ($\Sigma_{Teф}$). Так, для озимої пшениці $\Sigma_{Teф}$ повинна знаходитись в межах 300^{o}C [2; 5], для озимого жита – на 50^{o}C більше [5], для озимого ріпаку відповідно у межах 700^{o}C [1].

Враховуючи цю біологічну особливість росту та розвитку озимих культур, нами розроблено метод визначення агрометеорологічно зумовленого часу початку (τ_c^o) технологічної операції сівби (рис. 1), яка ґрунтується на врахуванні тенденцій розвитку агрометеорологічних умов літньо-осіннього періоду та, зокрема, такого показника як сума ефективних температур.

Проміжок часу, за якого агрометеорологічні умови літньо-осіннього періоду забезпечать необхідну для озимих культур суму ефективних середньодобових температур, визначали відносно часу (τ_n^o) припинення їх осінньої вегетації.

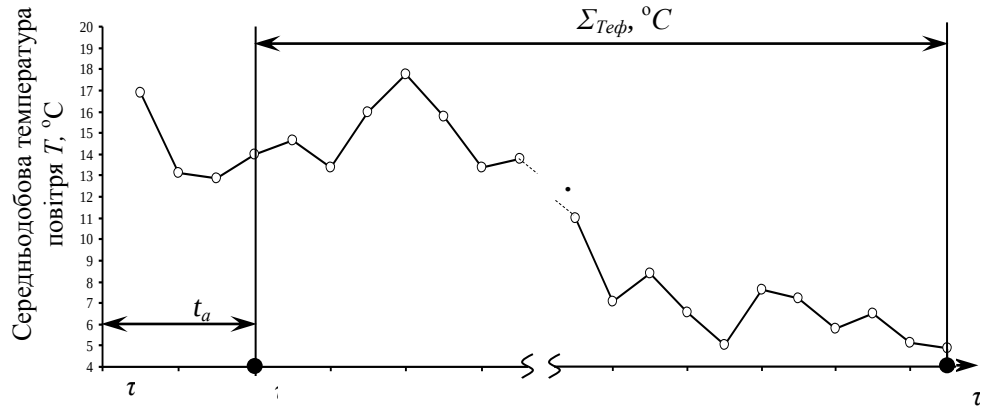

Рис. 1. Графічна інтерпретація методу визначення агрометеорологічно зумовленого часу початку сівби озимих культур: τ_c^o – *агрометеорологічно зумовлений час початку сівби культури, доба;* τ_n^o *– час припинення осінньої вегетації озимої культури, доба;* t_{ac} *– агротехнічно дозволена тривалість технологічної операції сівби, діб*

Відомо [5], що осіння вегетація озимих культур відбувається до моменту "стійкого переходу" через середньодобову температуру повітря +5°С. Тоді, володіючи базою метеорологічних даних щодо середньодобових температур повітря для 21-річного періоду (1990-2010 рр.) та календарного проміжку від 1 серпня до 15 грудня, можливо встановити агрометеорологічно зумовлені терміни τ_n^o та τ_c^o.

Зокрема встановлення останнього показника здійснено на підставі комп'ютерного моделювання тенденцій зміни температурних умов упродовж літньо-осіннього періоду (для умов Дубенського району Рівненської області). Для цього використано: 1) закономірність зміни середньодобової температури повітря в розрізі календарного проміжку літньо-осіннього періоду; 2) розподіл відхилення середньодобової температури повітря від її середньобагаторічного значення.

Використання цієї методики дає змогу визначити статистичні характеристики та обґрунтувати розподіл τ_c^o, а також об'єктивно відтворити у статистичній імітаційній моделі ґрунтообробно-посівних процесів терміни виникнення потреби виконання технологічної операції сівби та терміни, за яких оцінюють несвоєчасність робіт і визначають технологічні втрати у технологічній системі.

Виконання комп'ютерних експериментів та опрацювання їх результатів щодо встановлення агрометеорологічно зумовленого часу початку сівби озимого ріпаку ($\tau_c^{р}$), озимого жита ($\tau_c^{ж}$) та озимої пшениці ($\tau_c^{п}$) дало змогу встановити теоретичний розподіл цих випадкових величин (рис.

2). Застосування критерію X^2 Пірсона для перевірки близькості емпіричного розподілу τ_c із нормальним теоретичним законом розподілу дало змогу підтвердити висунуту гіпотезу. Диференціальні функції та головні статистичні характеристики τ_c наведені у таблиці. Необхідно зазначити, що довірчий інтервал τ_c^p лежить у межах 220…234 доба, $\tau_c^{ж}$ відповідно в межах 238…253 доба, τ_c^n – 243…258 доба.

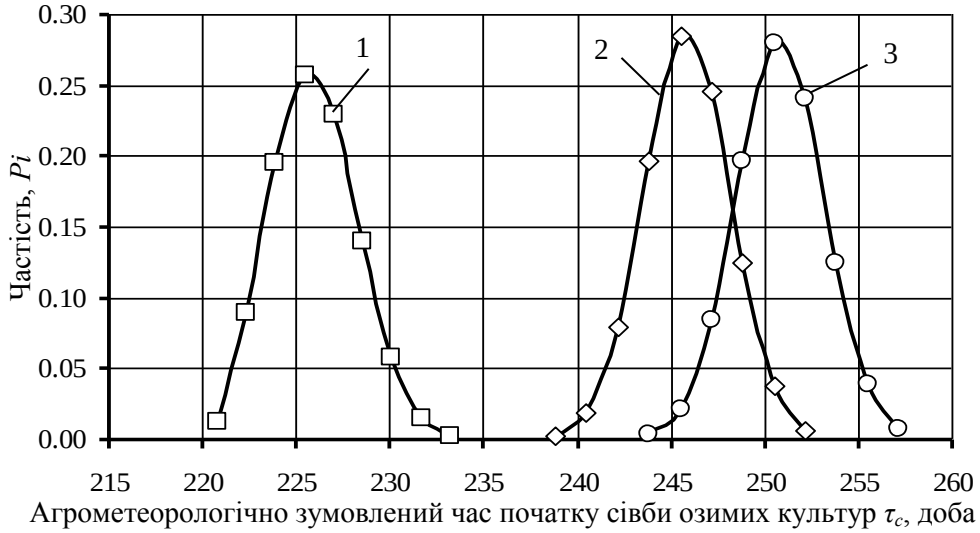

Рис. 2. Теоретичні криві розподілу агрометеорологічно зумовленого часу початку сівби озимих культур для умов Дубенського району Рівненської області: *1 – озимий ріпак; 2 – озиме жито; 3 – озима пшениця*

Аналізуючи отримані результати, доходимо висновку, що вони відтворюють результати агрономічних досліджень окремих науковців. Зокрема встановлені в результаті комп'ютерних експериментів терміни початку сівби озимих культур τ_c^p, $\tau_c^{ж}$ та τ_c^n відповідають агрономічним рекомендаціям [2;5]. Окрім того, межі календарного періоду, за якого виникають оптимальні терміни сівби озимих культур, згідно із результатами комп'ютерних експериментів, лежать у межах 14 діб, що відповідає агрономічним дослідженням різних науковців [2;5].

Таким чином, розроблення методів та моделей, що дають змогу врахувати специфіку впливу агрометеорологічних умов на терміни виконання механізованих процесів обробітку ґрунту та сівби, є важливим етапом розроблення статистичних імітаційних моделей віртуальних проектів і оцінення на їх підставі ефективності управлінських рішень щодо параметрів цих технологічних систем.

Таблиця.

Диференціальні функції розподілу та оцінки статистичних характеристик агрометеорологічно зумовленого часу початку сівби озимих культур

Культура	Диференціальна функція розподілу	Оцінки статистичних характер-к	
		$\bar{M}[\tau_c]$, доба	$\bar{\upsilon}[\tau_c]$
Озимий ріпак (Нормальний)	$f(\tau_c^p) = 0{,}172 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_c^p - 225{,}973)^2}{10{,}717}\right]$	225,9	0,388
Озиме жито (Нормальний)	$f(\tau_c^{ж}) = 0{,}173 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_c^{ж} - 245{,}858)^2}{10{,}604}\right]$	245,8	0,293
Озима пшениця (Нормальний)	$f(\tau_c^n) = 0{,}17 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_c^n - 250{,}833)^2}{11{,}056}\right]$	250,8	0,300

Висновки. Процеси обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур характеризуються технологічним ризиком, некерованою причиною виникнення якого є вплив агрометеорологічних умов. Застосування методів статистичного імітаційного моделювання агрометеорологічних умов літньо-осіннього періоду, що побудовані за даними спостережень метеорологічних станцій, дає змогу встановити природно зумовлені терміни початку, тривалості та завершення відповідних механізованих процесів. Врахування стохастичності цих термінів під час дослідження функціональних показників технологічних комплексів машин має важливе значення для розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо реалізації ефективної технічної політики у рільничих сільськогосподарських підприємствах України.

Бібліографічний список

1. Запрудский А. А. Сравнительная продуктивность гибридов и сортов озимого рапса в зависимости от приемов возделывания в условиях северо-восточной части Беларуси : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук : спец. 06. 01. 09 "Растениеводство" / А. А. Запрудский. – Горки, 2012. – 20 с.

2. Курдюков Ю. Ф. Оптимальные и предельные сроки посева озимых культур в Поволжье / Ю. Ф. Курдюков, Н. Г. Левицкая, Л. П. Лощинина // Агро XXI, – 2008. – № 7-9. – С. 27-29.

3. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук, О. В. Корнійчук ; За ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. – 3-є вид., виправ., доповн. – Львів : НФВ "Українські технології", 2010. – 1088 с.

4. Луб П. М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / П.М. Луб. – Львів, 2006. – 20 с.

5. Панюра Я. Й. Методи та моделі управління змістом та часом у проектах збирання зернових культур : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / Я. Й. Панюра. – Львів, 2010. – 20 с.

6. Шолудько П. В. Ситемно-подієві засади планування проектів захисту рослин обприскуванням : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / П. В. Шолудько. – Львів, 2011. – 20 с.

Sydorchuk O., Ivasyuk I., Ukrainec' V., Lub P., Triguba I. Research results of technological operations of winter crops sowing terms on the basis of statistical imitation modeling methods.

The research results of the agrometeorological provided time of winter crops sowing are given.

Key words: agrometeorological conditions, winter crops, sowing, complex machines, stochastic indicators, efficiency.

Сидорчук О., Ивасюк И., Украинец В., Луб П., Тригуба І. Результаті исследования сроков начала технологических операций посева озимых культур на основе методов статистического имитационного моделирования.

Наведены результаты исследования агрометеорологически сложившихся сроков начала посева озимых культур.

Ключевые слова: агрометеорологические условия, озимые культури, посев, комплекс машин, стохастичность показателей, еффективность.