

ДИНАМІКА ПРИРОСТІВ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ КАТЕГОРІЙ УРОЖАЙНОСТІ ПОЖНИВНОГО ПРОСА В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ

Виявлено закономірності впливу агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів урожайності пожнивного проса в умовах Центрального лісостепу.

Ключові слова: *пожнивні культури, вегетаційний період, активні температури, фотосинтетично активна радіація (ФАР), випаровуваність, випаровування, просо, продуктивність, температурний оптимум*

Вступ. Після збору основної культури залишається досить багато теплих днів, число яких зростає у зв'язку з потеплінням клімату. Тривалість вегетації для більшості основних сільськогосподарських культур набагато менша за вегетаційний період. Вирощування пожнивних культур сприяє більш виробничому використанню агрокліматичних ресурсів (опаді, тепло, світло), сприяючи тим самим інтенсифікації землеробства.

Пожнивні культури позитивно впливають на родючість ґрунту, оскільки накопичується більше рослинних решток у ґрунті. Крім того, перебуваючи довше під покривом живих рослин, ґрунт менше піддається несприятливому впливу вітру, опадів, коливань температур. У ґрунті довше активно протікають біологічні процеси за участі живих рослин, що також позитивно впливає на ґрунтотвірний процес.

У спеціалізованих сівозмінах пожнивні посіви сприяють очищенню полів від бур'янів, шкідників та хвороб.

При пожнивному вирощуванні кормових культур головний період їх росту проходить в інших умовах, ніж при посіві цих же культур навесні. Тому у хімічному складі зеленої маси підвищується білковість та зменшується клітковина. Це приводить до підвищення загальної харчової цінності корму.

Головним є те, що застосовуючи пожнивні посіви, з однієї і тієї ж площі можна одержати додаткову кількість сільськогосподарської продукції, яка являє собою не лише корм чи сировину для легкої промисловості, а й повноцінний продукт.

Просо – одна із найбільш засухостійких та жаростійких культур, що є важливим для посушливих районів і у посушливі роки, коли інші зернові культури сильно знижують урожай. Просо, у порівнянні з іншими культурами, менше страждає від шкідників та хвороб. Це світлолюбна рослина, якій необхідно накопичити велику кількість органічних речовин за короткий період вегетації. Просо - типова рослина короткого дня. На відміну від інших злакових зернових культур споживання харчових елементів продовжується майже до самого дозрівання [1].

Просо є однією з найбільш оптимальних культур для вирощування у пожнивний період. Його висока продуктивність зумовлена тим, що при достатній вологості в умовах скороченого дня другої половини літа воно розвивається швидше, ніж за звичайних посівів.

Метою даного дослідження є вивчення впливу агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних категорій урожайності пожнивного проса в центральному районі Лісостепу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У 70-х роках минулого століття виник новий напрям в оцінці агрокліматичних ресурсів для окремих с/г культур, який ґрунтується на сформованій Х. Г. Тоомінгом концепції максимальної продуктивності посівів [2]. Суть цієї концепції полягає у тому, що в період вегетативного росту посів

намагається максимізувати свою продуктивність, і одержанню максимальних урожаїв перешкоджає, в основному, невідповідність динаміки факторів зовнішнього середовища (сонячна радіація, водний режим, температура і т.д.) динаміці оптимальних значень факторів середовища, що регулюють інтенсивність процесів фотосинтезу, дихання, росту, розвитку рослин впродовж вегетаційного періоду.

Концепція максимальної продуктивності була успішно використана при вирішенні завдань агрокліматичного районування у роботах Х. Г. Тоомінга [2], Ю. В. Сеппа, П. Х. Карінга [3], А. П. Федосєєва [4], А. Н. Вітченка, А. М. Польового [5], В. А. Жукова, А. М. Польового, А. Н. Вітченка, С. А. Данієлова [6] та ін.

В Україні значні розробки зі створення методів оцінки агрометеорологічних умов та прогнозування урожайності сільськогосподарських культур виконані у рамках створеного В. П. Дмитренком [7] напряму на основі запропонованої ним моделі урожайності сільськогосподарських культур.

Матеріал і методи дослідження. На основі середніх багаторічних метеорологічних та агрометеорологічних спостережень [8] були виконані розрахунки за допомогою базової агрокліматичної моделі продуктивності с/г культур А. М. Польового [9].

У цій моделі використовується концепція Х. Г. Тоомінга потенційної і дійсно можливої урожайності, а також сформульовані в роботах А. М. Польового [10] положення про моделювання впливу факторів зовнішнього середовища на урожайність сільськогосподарських культур. Потенційна урожайність (ПУ) являє собою урожайність, яка забезпечується надходженням енергії фотосинтетично активної радіації (ФАР) при оптимальних значеннях кліматичних факторів, а метеорологічно можлива урожайність (ММУ) – це урожайність, що визначається потенційною урожайністю та лімітуючою дією режиму кліматичних факторів протягом вегетації. При формуванні дійсно можливої урожайності (ДМУ) її рівень обмежується рівнем природної родючості ґрунту. Отримання рівня господарської урожайності (УВ) лімітується рівнем культури землеробства.

Розрахунок цих чотирьох характеристик у дещо модифікованому вигляді становить основу даної моделі, орієнтованої на оцінку продуктивності агрокліматичних ресурсів для вирощування пожнивного проса, а також на оцінку зміни продуктивності рослин за можливих змін клімату.

В основі моделі лежить оцінка рівня потенційної урожайності:

$$ПУ^{j+1} = ПУ^j + \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t}, \quad (1)$$

де $\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t}$ – приріст потенційної урожайності за декаду, г/(м² · дек);

j – номер розрахункової декади.

Приріст потенційної урожайності за декаду визначається в залежності від інтенсивності ФАР і біологічних особливостей культури з урахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації:

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{фар}}^j \cdot d v^j}{q}, \quad (2)$$

де α_{ϕ} – онтогенетична крива фотосинтезу;

η – КПД посівів, відн.од.;

$Q_{\text{фар}}$ – сума ФАР за один день розрахункової декади, кДж/(см² · д);

$d\nu$ – число діб у розрахунковій декаді, д.;

q – калорійність, кДж/г.

Результати досліджень та їх аналіз. Нами виконана адаптація базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур [3] для проса. На цій основі виконані оцінки агроекологічних рівнів урожайності в умовах Центрального лісостепу.

В табл. 1 представлені агрокліматичні умови формування агроекологічних категорій урожайності пожнивного проса в Центральному лісостепу.

Таблиця 1 – Агрокліматичні умови формування агроекологічних категорій урожайності пожнивного проса в Центральному лісостепу

№ п/п	Загальні показники		Декади вегетації				
			1	2	3	4	5
1	Прирости агроекологічних категорій урожайності, г/(м ² · дек)	ПУ	139,8	264,3	215	210,7	180,3
		ММУ	116,5	264,2	215	205,9	165,4
		ДМУ	70,9	160,7	130,7	125,2	100,6
		УВ	45,6	103,3	84	80,5	64,6
2	Оптимальні температури повітря для фотосинтезу, °С.	нижня межа	13,1	16,7	19,1	20,6	21,4
		верхня межа	17,9	20,1	21,8	23	23,9
3	Середня температура повітря за декаду, °С.		19,4	20,3	20,1	19,2	17,6
4	Сумарне випаровування, мм		18,4	32,6	28,8	27,9	26
5	Випаровуваність, мм		23,4	42,9	39	39	37,5
6	Запаси вологи у шарі 0-100 см, мм		125	113	108	95	113
7	Інтенсивність ФАР за декаду, кал/(см ² · д)		0,257	0,283	0,251	0,264	0,235

При оптимальному забезпеченні рослин вологою, теплом і мінеральним живленням максимальний приріст фітомаси посівів проса визначається надходженням ФАР за період та коефіцієнтом її використання.

Динаміка приростів потенційної урожайності проса та хід декадних сум ФАР за період сходи – повна стиглість представлена на рисунку 1. Аналіз ходу декадних сум ФАР показує, що в першій декаді вегетації (рис.1) сума ФАР становить 637 Дж/(см² · дек). Це значення є максимальним для всього періоду вегетації. Період цвітіння характеризується різким спадом значень до рівня 490 Дж/(см² · дек), причому спад продовжується до кінця вегетації, де й досягається мінімум 290 Дж/(см² · дек).

Динаміка приростів ПУ характеризується тим, що прирости починаються з позначки 264 г/(м² · дек), яка є максимальним значенням. Період кушіння характеризується спадом приростів до рівня 214 г/(м² · дек). Період від початку цвітіння до повної стиглості характеризується різким зниженням приростів ПУ з 180 до 109 г/(м² · дек).

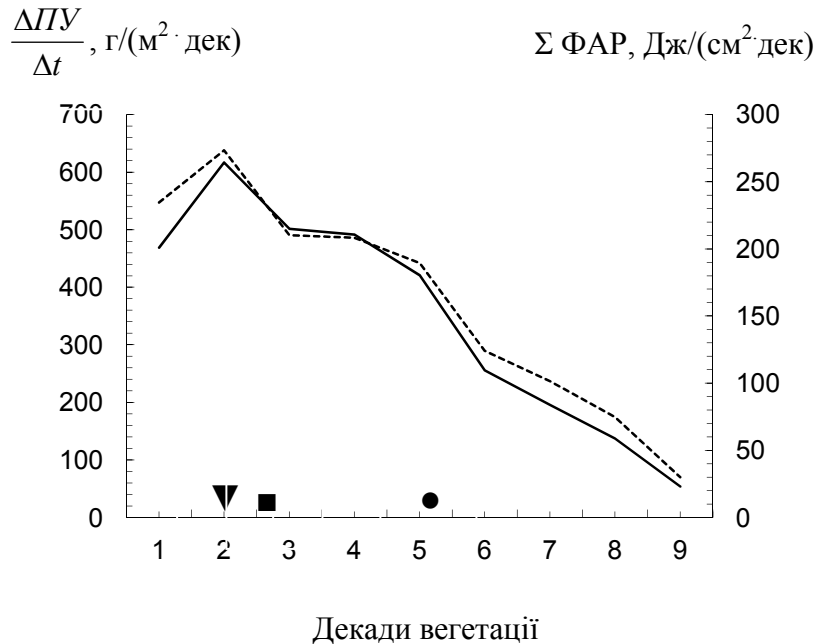


Рис. 1 - Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР (ΣФАР) проса в центральному районі Лісостепу

— $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$, - - - ΣФАР, ▼ посів, ■ поява сходів, ● кінець вегетації

Як відомо, рівень ПУ лімітується фактором тепла і вологи. Ці два фактори визначають рівень наступної агроекологічної категорії урожайності – ММУ. Розглянемо динаміку оптимальних значень температури в центральному районі Лісостепу, враховуючи хід середньодекадної температури повітря впродовж вегетації.

Якщо температура повітря буде близькою до оптимальної t_{opt} , то досягатиметься максимальна продуктивність посівів. Природньо, що значення оптимальної температури повітря змінюються протягом вегетації. Будемо розглядати щодокадну динаміку нижньої (t_{opt1}) та верхньої (t_{opt2}) границь оптимальних значень температури повітря для проса і хід середньодекадної температури повітря впродовж вегетації у порівнянні з ходом оптимальних значень температури.

Нижня границя оптимальної температури повітря t_{opt1} починається з позначки 13 °С (рис. 2). Потім плавно піднімається і від початку цвітіння до повної стиглості знаходиться в межах від 21,3 до 21,6 °С. Останнє значення є максимумом, що припадає на період дозрівання. Верхня границя оптимальної температури повітря t_{opt2} починається з 17,9 °С, поступово піднімається і в кінці вегетації складає 24,3 °С.

У першу декаду вегетації середньодекадна температура повітря дорівнює 20,3 °С. Починаючи з цієї позначки, вона входить у інтервал оптимальних значень, де знаходиться до середини періоду виходу в трубку. Після чого спостерігається поступовий спад кривої. У кінці вегетації досягається мінімум 14,8 °С.

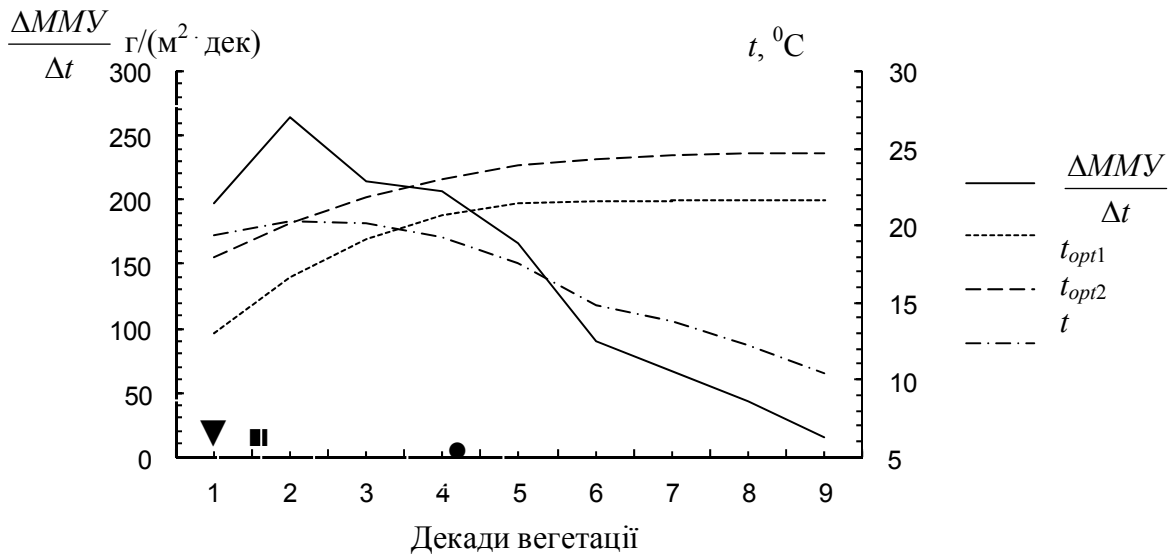


Рис. 2 - Декадний хід приростів ММУ ($\frac{\Delta MMU}{\Delta t}$) проса у центральному районі Лісостепу

▼ посів, ■ поява сходів, ● кінець вегетації

До вологи просо менш вибагливе, ніж інші хліба. Потреба проса у волозі змінюється в онтогенезі. Просо краще переносить засуху в період від появи сходів до виходу в трубку. Період від кінця кушіння до утворення зерна – критичний для проса щодо потреби у волозі.

Як показано на рис. 3, на початку вегетації сумарне випаровування за декаду складає 33 мм, що є максимумом для усього вегетаційного періоду. Починаючи від періоду кушіння до початку цвітіння, рівень сумарного випаровування поступово знижується до позначки 26 мм. Після чого йде різкий спад до 17 мм у кінці вегетації.

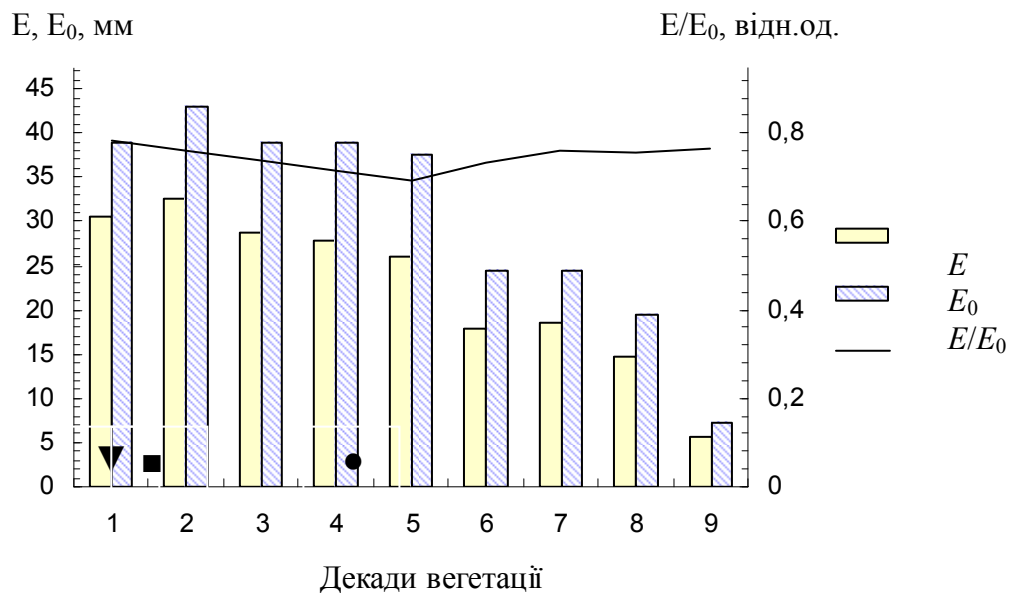


Рис. 3 - Декадний хід характеристик водно-теплого режиму у центральному районі Лісостепу

▼ посів, ■ поява сходів, ● кінець вегетації

Відношення сумарного випаровування до випаровуваності (E/E_0) характеризує вологозабезпеченість посівів.

Величина відношення сумарного випаровування за декаду до випаровуваності E/E_0 найвища у першій декаді вегетації (0,76 відн.од.). Плавню знижуючись, вона досягає найменших значень у період викидання волоті та складає 0,69 відн.од. До кінця вегетаційного періоду рівень вологозабезпеченості підвищується до 0,73 відн.од.

Комплексний вплив основних метеорологічних факторів відображає метеорологічно можлива урожайність, яка є інтегральною характеристикою агрометеорологічних ресурсів. Хід кривої приростів ММУ (рис. 2) починається з позначки $264 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{дек})$, яка є максимальною. Весь хід кривої характеризується різкими спадами. На кінець вегетації досягається мінімум $90 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{дек})$.

Прирости дійсно можливих урожаїв $\frac{\Delta \text{ДМУ}}{\Delta t}$ (рис. 4) починаються з позначки $161 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{дек})$. Починаючи з періоду кушення до кінця періоду вегетації йде поступове зниження приростів ДМУ до $101 \text{ г}/\text{м}^2$.

Для динаміки приростів на рівні УВ характерні певні особливості (рис. 4). Крива ходу $\frac{\Delta \text{УВ}}{\Delta t}$ починається з позначки $103 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{дек})$, що є максимумом. Хід кривої подібний до ходу кривої $\frac{\Delta \text{ДМУ}}{\Delta t}$, тобто, починаючи з періоду кушення і до кінця періоду вегетації, йде поступове зниження приростів УВ, досягаючи мінімуму $65 \text{ г}/\text{м}^2 \cdot \text{дек}$.

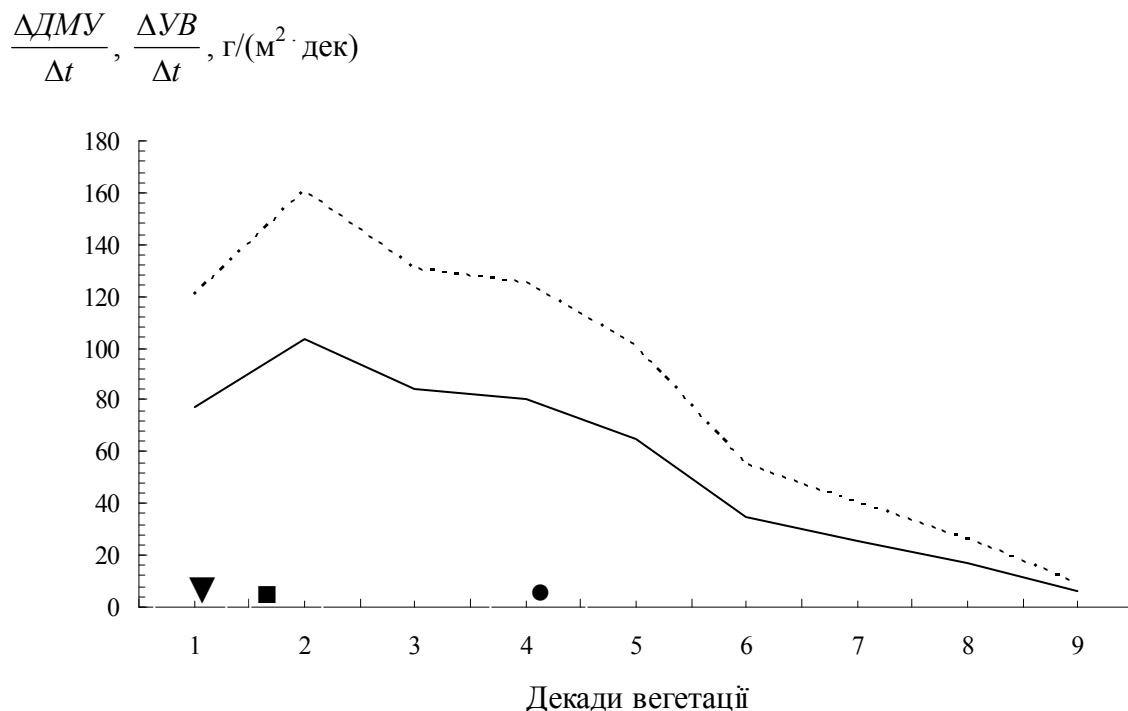


Рис. 4 - Динаміка приростів ДМУ та приростів УВ проса в центральному районі Лісостепу ▼ посів, ■ поява сходів, ● кінець вегетації

$$\text{---} \frac{\Delta \text{ДМУ}}{\Delta t}, \quad \text{—} \frac{\Delta \text{УВ}}{\Delta t}$$

Висновки. Виконано оцінку щорічної динаміки показників приростів агроекологічних категорій урожайності під впливом світлового, теплового и водного режимів для Центрального лісостепу (на прикладі Вінницької області). Для цих умов максимальні прирости потенційного врожаю склали $264,3 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{дек})$, прирости метеорологічно можливого врожаю – $264,2 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{дек})$, дійсно можливого врожаю – $160,7 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{дек})$ та врожаю у виробництві $103,3 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{дек})$ спостерігались за інтенсивності ФАР $0,283 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{хв})$.

Встановлені відмінності в оптимальних значеннях інтенсивності ФАР, температури повітря і характеристик зволоження для Центрального лісостепу.

Список літератури

1. *Вавилов П.П.* Растениеводство. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
2. *Тооминг Х.Г.* Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 264 с.
3. *Каринг П.Х.* Агроклиматическая оценка и методы использования ресурсов и микроклимата в сельском хозяйстве: Автореф. докт. дисс. ... – Л.: АФИ. – 1991. – 64 с.,
4. *Федосеев А.П.* Погода и эффективность удобрений. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 144 с.
5. *Витченко А. Н., Полевой А. Н.* Методика агроэкологической оценки сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов Белоруссии. // В сб.: Вестник Белорусского университета. Сер. 2. химия, биология, география. – 1986. - № 2. – С. 56–59.
6. *Жуков В. А., Полевой А. Н., Витченко А. Н., Даниелов С. А.* Математические методы оценки агроклиматических ресурсов. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 207 с.
7. *Дмитренко В. П.* О моделях расчета урожайности сельскохозяйственных культур с учетом гидрометеорологических факторов // Метеорология и гидрология. – 1971. №5. – С. 84–91.
8. Агрокліматичний довідник по території України / За ред.: Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка. – Кам'янець - Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. – 108 с.
9. *Польовий А.М.* Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агрокосистем: Навчальний посібник. – К.: КНТ, 2007. – 348 с.
10. *Полевой А.Н.* Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.

Динамика приростов агроэкологических категорий урожайности пожнивного проса в условиях Центральной лесостепи.

Дюльгер М. А.

Установлены закономерности влияния агроклиматических условий на динамику формирования приростов различных уровней урожайности пожнивного проса.

Ключевые слова: *пожнивные культуры, вегетационный период, активные температуры, фотосинтетически активная радиация (ФАР), испаряемость, испарение, просо, продуктивность, температурный оптимум*

Dynamics of forming of increases of different levels of productivity of crop millet in Central forest-steppe.

Dyulger M.

Conformities to the law of influencing of agroclimatic terms on the dynamics of forming of increases of different levels of productivity of crop millet are set.

Keywords: *crop cultures, vegetation period, active temperatures, photosynthetic active radiation (PAR), evaporating, evaporation, millet, productivity, temperature optimum*