

М. А. Дюльгер

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЖНИВНОЙ ГРЕЧИХИ В УКРАИНЕ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Проведен анализ агроклиматических ресурсов пожнивного периода по продуктивности гречихи на территории Украины в условиях изменения климата. В результате расчетов была получена информация об агроклиматических условиях формирования четырех агроэкологических категорий урожайности для средних многолетних данных (1986–2005 гг.) и для основанного на сценарном изменении климата периода 2011–2030 гг. На основе проведенных расчетов были определены районы биологически возможного и экономически оправданного выращивания гречихи на территории Украины.

This article analyses the post-harvest agroclimatic resources based on the buckwheat productivity in Ukraine in changing climate conditions. The author performed calculations to obtain information on the agroclimatic conditions of the formation of four agroecological productivity categories for long-term annual average data (1986–2005) based on a climate change scenario for 2011–2030. The calculations made it possible to identify the areas of possible and economically feasible cultivation of buckwheat in Ukraine.

Ключевые слова: агроклиматические ресурсы, фотосинтетически активная радиация (ФАР), ПУ (потенциальный урожай), МВУ (метеорологически возможный урожай), ДВУ (действительно возможный урожай), УП (урожай в производстве).

Key words: agroclimatic resources, photosynthetically active radiation (PAR), PY (potential yield), MPY (meteorologically possible yield), PPY (practically possible yield), CY (commercial yield).

Введение

Увеличение производственного потенциала земли при сохранении и недопущении ухудшения ее состояния — необходимое условие перехода к устойчивому развитию. Потепление климата в настоящее время позволяет более полно использовать земельные ресурсы с целью получения второго урожая, то есть урожая пожнивных культур.



Позитивная составляющая современных климатических изменений — более продолжительный теплый период года, что даст возможность использовать для процессов фотосинтеза относительно теплую позднюю осень, мягкую зиму и раннюю весну. То есть период активного усвоения потока энергии ФАР солнца культурными растениями для нужд фотосинтеза с температурами воздуха 18–25 °С существенно увеличится, что откроет возможность возделывания не только раннеспелых, но и позднеспелых сортов пожнивных культур во всех агроклиматических зонах Украины.

Согласно климатическим сценариям, через 20–30 лет теплообеспеченность сельхозкультур в северной половине страны может достичь современного уровня теплообеспечения юга страны или превзойти его.

За счет пожнивных посевов с одной площади на протяжении года можно собрать два, а на орошаемых землях — и три урожая, что повышает коэффициент использования солнечной радиации, вследствие чего продуктивность гектара пашни возрастает в полтора-два раза [1, с. 136].

Пожнивные культуры позитивно влияют на плодородие почвы, поскольку накапливается больше растительных остатков в почве. Пожнивные посевы способствуют очищению полей от сорняков, вредителей и болезней. Почва под покровом живых растений меньше поддается неблагоприятному влиянию ветра, осадков, колебаний температур.

Пожнивные культуры, кроме агротехнического, имеют большое хозяйственное значение, их применяют на зеленый корм, для заготовки силоса, сенажа, травяной муки, на выпас и в качестве зеленого удобрения [2, с. 7].

В связи с изменением погодных условий существенно меняется химический состав урожая пожнивных культур. При ранних сроках сева пожнивные культуры развиваются в условиях повышенной летней температуры и уменьшенного количества влаги в почве. Такие условия способствуют большему накоплению в растениях азотистых веществ, поэтому урожай пожнивных культур богаче белковыми веществами [2, с. 5].

В южных районах, где земли плодородные, большое количество тепла и света, возделывание пожнивных культур часто сдерживается сухостью почвы. Этот недостаток устраняют посредством орошения, которое проводят перед основной обработкой почвы под пожнивные культуры [3, с. 213].

Цель данного исследования — проведение оценки агроклиматических ресурсов второй половины лета по продуктивности гречихи на территории Украины с учетом изменения климата.

Анализ последних исследований и публикаций

Направление исследований в области оценки агроклиматических ресурсов пожнивного периода в настоящее время слабо развито. Важную роль в развитии этого направления сыграла работа В.А. Смирнова [2]. Для оценки запасов тепла автор использует суммы средних суточных активных температур. Хотя они в силу некоторого непостоянства имеют только ориентировочное значение, все же вполне удо-



влетворительно отражают и потребность растений в тепле, и те возможности вегетационного периода, которые может предоставить климат.

Анализом агроклиматических ресурсов пожнивного периода в Белоруссии занимался В. Н. Шлапунов [4, с. 47–53]. Им был определен оптимальный набор культур для пожнивных посевов и разработаны технологии их выращивания. Были проведены опыты, подтверждающие рост урожайности зерновых культур, которые следовали за пожнивными.

Многими авторами изучался вопрос влияния сроков сева на урожайность пожнивных культур [5, с. 1; 6, с. 317].

В 70-х гг. прошлого века возникло новое направление в оценке агроклиматических ресурсов для отдельных сельскохозяйственных культур, которое основывается на сформулированной Х.Г. Тоомингом концепции максимальной продуктивности посевов [7, с. 10]. Данная концепция была успешно использована в решении задач агроклиматического районирования в работах Ю. В. Сепша, П. Х. Каринга [8, с. 22], А. Н. Витченко [9, с. 25], В. А. Жукова [10, с. 120], С. А. Даниелова и др. В Украине значительные разработки по созданию методов оценки агрометеорологических условий и прогнозированию урожайности сельскохозяйственных культур выполнены в рамках созданного В. П. Дмитренко [11, с. 25] направления на основе предложенной им модели урожайности.

Материал и методы исследования

Оценка агроклиматических ресурсов при возможных изменениях климата проводилась на основе сценария изменения климата в Украине — сценария A1B, региональной климатической модели MPI-M-REMO [12, с. 300], как наиболее достоверных на период до 2030 г. REMO объединяет бывшую численную модель прогноза погоды EUROPA — MODELL для расчетов термодинамических характеристик и блока глобальной климатической модели ECHAM4 [13, с. 250], в котором рассчитываются процессы облако- и осадкообразования, прохождение потоков солнечной радиации в атмосфере, влияние подстилающей поверхности на тепловые потоки с учетом альбедо и типа поверхности [14, с. 42].

Анализ тенденции изменения климата выполнен путем сравнения данных по климатическому сценарию и средних многолетних характеристик климатических и агроклиматических показателей за два периода: базовый (1986–2005) и сценарный (2011–2030) [15, с. 5–50].

Для основных почвенно-климатических зон Украины на основе средних многолетних метеорологических и агрометеорологических данных были проведены расчеты с помощью базовой агроклиматической модели продуктивности сельскохозяйственных культур А. Н. Полевого [16, с. 340], которая была модифицирована и адаптирована нами применительно к культуре пожнивной гречихи.

В этой модели используется концепция Х.Г. Тооминга о потенциальной и действительно возможной урожайности. Потенциальная урожайность (ПУ) представляет собой урожайность, которая обеспечивается приходом энергии фотосинтетически активной радиации (ФАР) при



оптимальных значениях климатических факторов, а метеорологически возможная урожайность (МВУ) — урожайность, определяемая потенциальной урожайностью и лимитирующим действием режима климатических факторов в течение вегетации. При формировании действительно возможной урожайности (ДВУ) ее уровень ограничивается уровнем естественного плодородия почвы. Получение уровня хозяйственной урожайности (УП) лимитируется уровнем культуры земледелия.

Расчет этих четырех характеристик в несколько модифицированном виде составляет основу данной модели, ориентированной на оценку продуктивности агроклиматических ресурсов применительно к возделыванию гречихи, а также на оценку изменения продуктивности растений при возможных изменениях климата.

Результаты исследований и их анализ

В расчетах в качестве даты сева принималась дата по прохождении десяти дней после сбора хлебов.

Продолжительность фенологических фаз гречихи определялась для основных почвенно-климатических зон Украины по суммам эффективных температур, необходимых для выращивания данной культуры при весеннем сроке сева [15, с. 43].

По таблице 1 видно, что в данных почвенно-климатических зонах Украины гречиху можно сеять уже в середине июля. Хорошо прогретая почва и наличие влаги в ней обеспечивают появление всходов в максимально короткие сроки — на 6–9-й день (по сравнению с 11–12 днями при весеннем посеве) [15, с. 93].

Начальный период развития и роста в условиях повышенной температуры воздуха и почвы также происходит достаточно бурно и превышает прирост растений весеннего срока сева в два-три раза и больше.

Для сценарного периода, в котором учитывается изменение климата (2011–2030), характерным является сокращение продолжительности фаз развития вегетации пожнивной гречихи (табл. 1). Так, созревание зерна в сценарном периоде наступит на 4–8 дней раньше, чем в базовом (1986–2005).

Таблица 1

Даты наступления фаз развития гречихи
по почвенно-климатическим зонам Украины

Период	Посев	Всходы	Появление соцветий	Цветение	Созревание
<i>Полесье</i>					
Базовый (1986–2005)	—*	—*	—*	—*	—*
Сценарный (2011–2030)	22.07	30.07	12.08	20.08	14.10



Период	Посев	Всходы	Появление соцветий	Цветение	Созревание
<i>Лесостепь</i>					
Базовый (1986–2005)	19.07	28.07	08.08	15.08	08.10
Сценарный (2011–2030)	19.07	29.07	08.08	16.08	03.10
<i>Северная степь</i>					
Базовый (1986–2005)	16.07	21.07	01.08	10.08	24.09
Сценарный (2011–2030)	16.07	20.07	30.07	07.08	16.09
<i>Южная степь</i>					
Базовый (1986–2005)	07.07	13.07	23.07	01.08	08.09
Сценарный (2011–2030)	07.07	13.07	23.07	31.07	04.09

Примечание. * – в данной зоне культура не созревает.

Для пожнивного периода важным является определение даты наступления первых осенних заморозков, которые существенно снижают урожайность сельскохозяйственных культур.

Для определения вероятности повреждения пожнивной гречихи первыми осенними заморозками для сценарного периода (2011–2030) были использованы средние многолетние данные вероятностей для базового периода (1986–2005), которые были смещены во времени на разницу в днях между датами перехода средней суточной температуры через 10 °С для обоих периодов.

В таблице 2 видно, что вероятность повреждения урожая гречихи незначительная. Наибольшее значение – 23 % (раз в четыре года) в лесостепной зоне. При реализации сценарных изменений климата на период 2011–2030 гг. возможным станет возделывание данной пожливной культуры в полесской зоне с вероятностью повреждения растений на стадии созревания 15 % (примерно раз в шесть лет).

Таблица 2

Вероятность повреждения пожнивной гречихи на дату созревания для базового (1986–2005) и сценарного (2011–2030) периодов

Район	Период	
	базовый (1986–2005)	сценарный (2011–2030)
Полесье	–	15 %/10.10
Лесостепь	23 %/9.10	5 %/3.10
Северная степь	8 %/22.9	0 %/13.9
Южная степь	1 %/6.9	0 %/4.9

Примечание. * – в данной зоне культура не созревает.



В результате расчетов получена ежелекдадная и осредненная за вегетационный период информация по агроклиматическим условиям формирования четырех агроэкологических категорий урожайности гречиши, представленная в таблице 3. Изменение агроклиматических условий возделывания пожнивной гречиши привело к изменению показателей фотосинтетической продуктивности посевов и, как следствие, изменению уровня урожая зерна.

Таблица 3

**Обобщенные характеристики агроклиматических ресурсов
пожнивной гречиши для базового (1986–2005)
и сценарного (2011–2030) периодов**

Общие показатели за период вегетации	Район							
	Полесье		Лесостепь		Северная степь		Южная степь	
	1986–2005	2011–2030	1986–2005	2011–2030	1986–2005	2011–2030	1986–2005	2011–2030
Сумма эффективных температур выше 5 °С за пожливный период, °С	835	1019	1009	1170	1132	1356	1476	1948
Сумма ФАР за пожливный период, Дж/см ²	—*	2369	2412	2303	2359	2076	2016	1946
Сумма ФАР, Дж/см ² на один день периода	—*	29,6	29,1	29,9	33,2	33,5	32,5	32,4
Средняя за период температура воздуха, °С	—*	11,5	11,3	12,7	14,0	15,8	16,9	17,6
Период вегетации, сут	—*	84	82	77	73	52	60	59
Балл почвенного плодородия, отн. ед.	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61	0,64	0,64
Сумма осадков, мм	—*	162	202	163	146	107	120	86
Потребность растений во влаге, мм	—*	178	144	131	117	110	109	106
Гидротермический коэффициент Селянинова, отн. ед. [17, с. 10]	1,5	1,2	1,4	1,0	1,0	0,8	0,8	0,6
ПУ зерна, ц/га	—*	36	36	35	26	23	24	23
МВУ зерна, ц/га	—*	54	53	49	46	42	45	43
ДВУ зерна, ц/га	—*	20	20	20	14	12	11	11
УП зерна, ц/га	—*	13	13	13	9	8	7	7

Примечание. * — в данной зоне культура не созревает.

Как видно, продолжительность вегетационного периода при летних сроках сева колеблется от 59 дней в Южной степи до 84 дней в По-



лесье. Для получения полноценного урожая гречихи необходимо 950°C эффективных температур выше 5°C . В Полесье в базовом периоде не хватает 115°C эффективных температур, что дает возможность выращивать данную культуру только на зеленую массу. При условии реализации сценария изменения климата суммы эффективных температур увеличатся до 1019°C , что сделает возможным получение полноценного урожая гречихи в данной зоне.

Благоприятными условиями увлажнения характеризуются зоны Полесья и Лесостепи (ГТК равен 1,5–1,4 отн. ед.). Согласно сценарию изменения климата (А1В) недостаточным увлажнением будут характеризоваться территории Северной и Южной степи, где ГТК будет равен 0,8–0,6 отн. ед.

Количество осадков по территории Украины за вегетационный период изменяется от 120 до 202 мм (базовый период). При условии реализации климатического сценария количество осадков уменьшится до 86 мм в Южной степи и 162 мм в Полесье.

Для наглядной картины распределения производственного урожая гречихи по территории Украины составлены соответствующие карты-схемы (рис. 1; 2).

На территории Украины значения производственных урожаев пожнивной гречихи для базового периода (рис. 1) изменяются от 7 до 14 ц/га. Максимальный урожай наблюдается в Донецкой области. Минимальными значениями УП гречихи (6–8 ц/га) характеризуются территория Южной степи (кроме Запорожской области) и правобережье Северной степи. Для остальной территории характерны урожаи порядка 11–13 ц/га.



Рис. 1. Карта-схема распределения производственного урожая гречихи для базового периода (1986–2005), ц/га

При условии реализации климатического сценария А1В (рис. 2) максимальные производственные урожаи будут наблюдаться на территории Сумской области (14 ц/га). По сравнению с базовым периодом к районам с уровнем урожая меньше 10 ц/га добавится район Донецкого кряжа. Для остальной территории потенциальных посевов поживной гречихи, включая Полесье, урожаи будут колебаться на уровне 11–13 ц/га.



Рис. 2. Карта-схема распределения производственного урожая гречихи для сценарного периода (2011–2030), ц/га

Выводы

Благоприятными условиями для выращивания поживной гречихи (базовый период) обладают обеспеченные достаточным количеством тепла и влаги территория Лесостепи и правобережье Северной степи. Наименее пригодны для выращивания гречихи районы Южной степи. На территории Полесья поживная гречиха может выращиваться только на зеленую массу, но при условии реализации климатического сценария А1В, данная территория будет обладать благоприятными условиями для получения полноценных урожаев.

Необходимое условие для получения высоких урожаев поживных культур в Южной степи — это восстановление и расширение оросительного и поливного земледелия.

В связи с потеплением климата агроклиматические ресурсы могут увеличиться и существенно повысить эффективность сельского хозяйства, расширив возможности аграрного сектора экономики Украины. Это возможно в случае подъема и кардинальной адаптации сельского хозяйства к климатическим условиям, синхронизированным с темпами изменения климата.



Список литературы

1. Гудзь В. П. Землеробство. Київ, 2010.
2. Смирнов В. А. Пожнивные культуры и климат. Л., 1960. С. 90.
3. Єщенко В. О. Загальне землеробство : підручник / за ред. В. О. Єщенко. Київ, 2004.
4. Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Капылович В. Л. Промежуточные посевы как резерв повышения продуктивности пашни // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. Земляробства і раслінаводства. 2007. № 3. С. 47–53.
5. Sharma K. H., Mirsa R. D., Lai P. Response of varieties of Triticum aestivum and T. durum. Dest. to date of sowing. Ann. report of res. 1972–73 and 1973–74 (combined) G. B. Pant University of agriculture and technology. Pantnagar, 1975. P. 1.
6. Yubbela Y. H. Interaction of cultivar sowing date and sowing rate on loading, yield and seed weight of buckwheat // Plant Sci. 1977. Vol. 57, № 2. P. 317–321.
7. Тооминг Х. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л., 1984. С. 265.
8. Каринг П. Агроклиматическая оценка и методы использования ресурсов и микроклимата в сельском хозяйстве. Л., 1991. С. 64.
9. Витченко А. Н. Методика агроэкологической оценки сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов Белоруссии. М., 1986. С. 56.
10. Жуков В. А. Математические методы оценки агроклиматических ресурсов. Л., 1989. С. 207.
11. Дмитренко В. П. О моделях расчета урожайности сельскохозяйственных культур с учетом гидрометеорологических факторов. М., 1971. С. 84.
12. Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change / N. Nakicenovic and R. Swart (Eds.). Cambridge, 2000. P. 599.
13. Roeckner E., K. Arpe L. Bengtsson M. Christoph et al. The atmospheric general circulation model ECHAM4: Model description and simulation of present-day climate // Max-Planck-Institute fur Meteorologie, Report 1996. No. 218. P. 356.
14. Краковська С. В., Паламарчук Л. В., Шеденко І. П. и др. Верифікація даних світового кліматичного центру (CRU) та регіональної моделі клімату (REMO) щодо прогнозу приземної температури повітря за контрольний період 1961–1990 рр. // Наук. праці УкрНДІГМІ. 2008. № 257. С. 42–60.
15. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенка. Кам'янець-Подільський, 2011.
16. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроecosystem. Київ, 2007. С. 348.
17. Селянинов Г. Т. Происхождение и динамика засух // Засухи в СССР. Их происхождение, повторяемость и влияние на урожай / под ред. А. И. Руденко. Л., 1958.

Об авторе

Мария Александровна Дюльгер – асп., Одесский государственный экологический университет.

E-mail: masha.dyulger@ukr.net

About the author

Maria Dyulger, PhD student, Odessa State Environmental University.

E-mail: masha.dyulger@ukr.net