

Одесский государственный экологический университет

ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОСТЕПНЫХ ОБЛАСТЕЙ УКРАИНЫ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВОЗДЕЛЫВАНИЮ КУКУРУЗЫ

Выполнены региональная оценка показателей биоклиматического потенциала территории лесостепных областей Украины, а также сравнительная оценка эффективности использования биоклиматического потенциала территории при возделывании кукурузы.

Ключевые слова: продуктивность климата, региональная оценка, биоклиматический потенциал, кукуруза, лесостепные области.

Введение. Климатические и погодные условия оказывают большое влияние на сельскохозяйственное производство. Они в значительной степени определяют урожаи сельскохозяйственных культур, качество сельскохозяйственной продукции, затраты на ее производство, особенности агротехнических и технических мероприятий, территориальную специализацию.

Кукуруза - одна из основных культур современного мирового растениеводства. Это связано с ее высокой урожайностью и разносторонним использованием. Кукурузу на зерно возделывают в основном в теплых регионах мира. Однако благодаря селекции раннеспелых гибридов она продвигается и в более северные регионы Европы.

В последнее время наблюдается негативная тенденция к сокращению посевных площадей под многими ценными и традиционными для сельского хозяйства Украины культурами, в частности - кукурузой. Это не может не сказываться отрицательно на всем сельскохозяйственном производстве Украины.

Основная цель исследований. Для рационального размещения посевных площадей необходимо всесторонне учитывать агроклиматические ресурсы территории. Целью данного исследования является оценка агроклиматических ресурсов и биоклиматического потенциала территории Лесостепных областей Украины (Сумской, Черкасской, Полтавской и Харьковской) применительно к возделыванию кукурузы.

Материалы и методы исследования.

Применительно к территории бывшего СССР для сравнительной оценки продуктивности климата наиболее известны исследования С.А. Сапожниковой [1], П.И. Колоскова [2], Д.И. Шашко [3]. В настоящее время на кафедре агрометеорологии и агрометпрогнозов ОГЭКУ З.А. Мищенко и Н.В. Кирнасовская [4] выполнили региональную оценку и районирование показателей биоклиматического потенциала земель на территории Украины при естественном и оптимальном увлажнении с учетом горных районов.

В основе данных исследований лежит предложенная Д.И. Шашко физико-статистическая модель расчета биоклиматического потенциала (БКП), который определяется в относительных значениях или баллах [3]. Биоклиматический потенциал характеризуется комплексом климатических факторов, определяющим возможности сельскохозяйственного производства. К их числу относятся показатели тепло и влагообеспеченности, совместное влияние которых на продуктивность растений выражается формулой для определения БКП применительно к крупной территории в виде

$$БКП = K_p \cdot \frac{\sum T_{c > 10^0 C}}{\sum T_{c(баз)}} \quad (1)$$

где BKP – относительное значение биоклиматического потенциала; K_p – коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения (Md); $\sum T_c > 10^0C$ – сумма активных среднесуточных температур воздуха за период активной вегетации; $\sum T_{C(баз)}$ – базисная сумма температур.

В приведенной формуле 1 коэффициент роста K_p представляет собой отношение урожайности культуры в данных условиях влагообеспеченности к максимальной урожайности в условиях оптимального увлажнения. Его значения подсчитываются по формуле

$$K_p = 1,5 \lg (20 Md) - 0,24 + 0,63Md - Md^2, \quad (2)$$

где Md – показатель атмосферного увлажнения, который рассчитывается по формуле

$$Md = \frac{\sum P}{\sum (E - e)}, \quad (3)$$

где $\sum P$ – количество осадков за год (мм), $\sum (E - e)$ – сумма дефицитов влажности воздуха за год.

Формулы для сравнительной оценки в баллах биологической продуктивности климата (B_k) относительно средней для страны продуктивности и продуктивности в оптимальных условиях роста растений ($B_{k(on)}$) имеют следующий вид:

$$B_k = K_p \frac{\sum T_c \cdot 100}{1900^0 C} = 55BKP, \quad (4)$$

$$B_{k(on)} = K_p \frac{\sum T_c \cdot 100}{3100^0 C} = 0,6B_k \quad (5)$$

Здесь 1900^0C и 3100^0C – базисные суммы температур для сравнения со средней по стране продуктивностью климата и для сравнения с продуктивностью в оптимальных условиях роста.

При оценке комплекса факторов биологической продуктивности ведущее звено – тепло и влага. Остальные сопутствующие факторы являются корректирующими. Их учет важен для региональной оценки продуктивности экологических типов сельскохозяйственных культур. Приходом тепла и влаги определяется биоклиматический потенциал местности, который можно принять за ведущее звено природного комплекса факторов. Поэтому в данной работе дана оценка биоклиматического потенциала, характеризующего биоклиматическую продуктивность климата при естественном увлажнении (BKP , B_k и $B_{k(on)}$) для 20 станций четырех областей Украины, находящихся в лесостепной зоне – Харьковской, Полтавской, Черкасской и Сумской.

Для каждой станции были рассчитаны значения сумм среднесуточных температур воздуха выше 10^0C за теплый период ($\sum T_{>10}$), годовые суммы дефицитов влажности воздуха ($\sum d$) и осадков ($\sum R$). Для каждой станции были определены даты

перехода температуры через 10°C весной (D_B) и осенью (D_O), а также продолжительность теплого периода ($N_{ТП}$). А дальше, используя описанные выше формулы, был рассчитан биоклиматический потенциал территории ($БКП$) при естественном увлажнении для сравнительной оценки биологической продуктивности климата по исследуемой территории. Балловая оценка биоклиматического потенциала территории была произведена по формулам 4 и 5.

Сумская область находится в северной части исследуемой территории. Для расчетов мы выбрали четыре станции, находящиеся во втором средневлажном умеренно-теплом районе. Это западные станции Конотоп и Ромны, восточная станция Сумы и южная – Лебедин. Только одна станция, находящаяся на северо-востоке Сумской области – Глухов, входит в первый влажный агроклиматический район.

Результаты расчетов представлены в табл.1. Анализируя суммы температур за теплый период, можно сказать, что в их распределении по территории области прослеживается четкая тенденция к увеличению с севера на юг. Например, на станции Глухов $\Sigma T > 10^{\circ}\text{C}$ равна 2424°C , а в районе Лебедина - 2640°C . Показатель увлажнения Md , предложенный Д.И. Шашко для характеристики условий увлажнения, изменяется от 0,46 до 0,40. Агроклиматологи считают, что при значениях $Md = 0,5$ создаются оптимальные условия для влагообеспеченности растений. Однако, в данном случае имеет место некоторый недостаток увлажнения территории, который снижает значения $БКП$ и его балловую оценку.

Таблица 1 – Количественная оценка биоклиматического потенциала при естественных условиях увлажнения по районам Сумской области

Станция	D_B	D_O	$N_{ТП}$	$\Sigma T > 10,^{\circ}\text{C}$	$\Sigma R, \text{мм}$	$\Sigma d, \text{мм}$	Md	k_p	$БКП$	B_K	$B_{K(оп)}$
Глухов	27.04	26.09	152	2424	600	1306	0,46	0,96	2,33	128	77
Конотоп	24.04	29.09	158	2580	590	1350	0,44	0,94	2,42	133	80
Сумы	24.04	29.09	158	2600	603	1386	0,44	0,94	2,44	134	81
Ромни	24.04	1.10	159	2614	628	1393	0,45	0,95	2,48	137	82
Лебедин	23.04	1.10	160	2640	586	1460	0,40	0,90	2,38	131	78

Например, в районе северной станции Глухов, где Md самый высокий – 0,46, значение $БКП$ не превышает 2,33, а в баллах – 128. В районе Лебедина (южная часть Сумской области) наблюдаются самые засушливые условия, здесь $Md = 0,40$, а $БКП$ равен 2,38, а в баллах, соответственно, 131.

Представляет интерес и сравнительная оценка биологической продуктивности относительно оптимальных условий роста. Выполнив соответствующие расчеты, можно сделать вывод, что на территории Сумской области самая низкая биоклиматическая продуктивность наблюдается в районе северо-восточной станции Глухов (77 баллов) и южной станции Лебедин (78 баллов). Поскольку $БКП$ – это комплексный показатель условий теплообеспеченности и увлажнения, можно сказать, что в первом случае снижение значений $БКП$ определяется недостатком тепла, а во втором – недостатком влаги. На остальной части территории значения B_K изменяются незначительно и равны 80-82 баллам.

Черкасская область расположена в западной части изучаемой территории. Станции, выбранные для исследований, расположены в северо-восточной части (Золотоноша), на западе (Жашков), на юго-западе (Умань), в центральной части

области (Звенигородка) и на юго-востоке (Чигирин). Результаты расчетов представлены в табл. 2. Суммы температур выше 10°C увеличиваются в направлении с запада и юго-запада на северо-восток и юго-восток. На западе и юго-западе области, судя по значениям показателя Md , наблюдаются лучшие условия увлажнения, здесь $Md = 0,42-0,45$. На юго-востоке, в районе Чигирина, условия наиболее засушливые. В целом, значения $B_{КП}$ и $B_{К(ОП)}$ равны по территории 2,39-2,47 и 131-136 соответственно, что практически аналогично показателям в Сумской области.

Таблица 2 – Количественная оценка биоклиматического потенциала при естественных условиях увлажнения по районам Черкасской области

Станция	D_B	D_O	$N_{ТП}$	$\Sigma T_{>10}$ °C	ΣR , мм	Σd , мм	Md	k_p	$B_{КП}$	B_K	$B_{К(ОП)}$
Золотоноша	22.04	05.10	165	2810	569	1496	0,38	0,88	2,47	136	82
Жашков	23.04	05.10	165	2600	618	1387	0,45	0,95	2,47	136	82
Звени- городка	23.04	06.10	166	2720	595	1607	0,37	0,88	2,39	131	79
Чигирин	20.04	07.10	169	2925	555	1680	0,33	0,82	2,40	132	79
Умань	23.04	04.10	164	2651	633	1496	0,42	0,92	2,44	134	80

Полтавская область характеризует центральную часть исследуемой территории. Для расчетов были выбраны следующие станции: Гадяч (север области), Гребенка и Лубны (северо-западная территория), Веселый Подол (запад области) и южная станция Кобеляки. Результаты расчетов представлены в табл.3.

Таблица 3 – Количественная оценка биоклиматического потенциала при естественных условиях увлажнения по районам Полтавской области

Станция	D_B	D_O	$N_{ТП}$	$\Sigma T_{>10}$ °C	ΣR , мм	Σd , мм	Md	k_p	$B_{КП}$	B_K	$B_{К(ОП)}$
Гадяч	25.04	01.10	158	2645	615	1533	0,40	0,90	2,38	131	79
Гребенка	24.04	03.10	161	2720	605	1533	0,39	0,90	2,45	135	81
Вес.Подол	24.04	03.10	161	2765	543	1533	0,35	0,85	2,35	129	78
Кобеляки	21.04	07.10	163	2950	524	1788	0,29	0,77	2,27	125	75
Лубны	22.04	03.10	164	2762	627	1569	0,40	0,90	2,49	137	82

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что теплый период в Полтавской области наступает в те же самые сроки, что и на территории соседней Черкасской области, но длится немного меньше. Наилучшие условия увлажнения наблюдаются в северо-западной и северной частях области, где значения Md равны 0,39-0,40, а самые засушливые условия наблюдаются на юге (в районе Кобеляк $Md = 0,29$). Рассчитав значения $B_{КП}$, его балловой оценки и величины $B_{К(ОП)}$, можно сказать, что из-за недостатка увлажнения на юге наблюдаются самые низкие их значения, тогда как на севере и северо-западе области $B_{КП}$ и B_K равны соответственно 2,38-2,49 и 131-137.

Харьковская область является самой восточной на исследуемой территории. Теплый период здесь (табл. 4) начинается в те же самые сроки, что и в Полтавской

области, но заканчивается на 2-3 дня раньше. Наибольшие суммы температур выше 10°C наблюдаются здесь в районе центральной станции Комсомольское и на востоке – в четвертом, наименее увлажненном районе, где расположена станция Купянск. Здесь же формируются наиболее засушливые условия ($Md = 0,29-0,31$). Значения BKP здесь самые низкие по всей территории исследования. Например, в районе Приколотного и Коломака $BKP = 2,37$, а в районе Комсомольского $BKP = 2,22$. Это самое низкое значение этого показателя на всей территории исследования.

BKP в баллах от оптимального выше всего в районе Приколотного (северо-восток) и Коломака (восток), а самое маленькое значение $B_{K(OП)}$ на всей исследуемой территории наблюдается также в Комсомольском и равняется 73. В целом же можно сказать, что наивысшая биологическая продуктивность климата наблюдается на территории Черкасской области, а с продвижением на восток она уменьшается.

Таблица 4 – Количественная оценка биоклиматического потенциала при естественных условиях увлажнения по районам Харьковской области

Станция	D_B	D_O	$N_{ТП}$	$\Sigma T_{>10}$ $^{\circ}\text{C}$	ΣR мм	Σd , мм,	Md	k_p	BKP	B_K	$B_{K(OП)}$
Комсо-мольское	22.04	04.10	164	2885	538	1369	0.39	0.89	2.57	141	85
Богодухов	24.04	2.10	160	2683	561	1150	0.49	0.99	2.66	146	88
Приколотное	24.04	01.10	159	2725	608	1204	0.50	1.00	2.73	150	90
Коломак	24.04	01.10	159	2720	576	1178	0.49	0.99	2.69	148	89
Купянск	22.04	03.10	163	2880	556	1341	0.42	0.92	2.65	146	88

Согласно общей шкале оценки общей биологической продуктивности, разработанной Д.И. Шашко, на территории бывшего СССР выделено семь регионов от очень низкой оценки ($BKP = 0,8$) до очень высокой оценки ($BKP > 3,4$). Исходя из полученных нами данных, территорию лесостепных областей Украины, а именно Черкасскую, Сумскую, Полтавскую и Харьковскую области, можно отнести к зоне повышенной биологической продуктивности климата.

При решении вопроса рационального размещения зерновых и технических культур необходимо проводить сравнительную оценку эффективности использования биоклиматического потенциала территории конкретными культурами в том или ином регионе Украины.

Мы сравнили с величиной BKP используемую каждой культурой часть общего биоклиматического потенциала в виде BKP_K . Он рассчитывается по формуле

$$BKP_K = K_p \cdot \frac{\Sigma T_{ВП}}{1000^{\circ}\text{C}}, \quad (6)$$

где сумма активных температур воздуха выше 10°C рассчитывается за период вегетации культуры.

BKP_K удобнее рассчитывать в баллах по формуле

$$B'_K = 55BKП_K \quad (7)$$

Тогда коэффициент эффективности использования биоклиматического потенциала территории культурой ($k_{\text{э}}$) можно рассчитывать по соотношениям

$$k_{\text{э}} = \frac{BKП_K}{BKП} \cdot 100\% \quad \text{или} \quad k_{\text{э}} = \frac{B'_K}{B_K} \cdot 100\% \quad (8)$$

По вышеизложенной методике нами выполнена сравнительная оценка использования биоклиматического потенциала на территории четырех лесостепных областей Украины применительно к кукурузе. Результаты представлены в табл. 5.

Анализируя результаты расчетов по территории Сумской области, можно сделать следующие выводы. Наименьшие значения $BKП_K$ для кукурузы наблюдаются в районе станции Глухов, которая характеризует северную часть исследуемой территории. Здесь $BKП_K$ равен 2,03, а его оценка равна 112 баллам.

Коэффициент эффективности использования ресурсов территории не превышает 67%. На западе и на востоке области биоклиматические ресурсы используются кукурузой более эффективно, здесь значения $k_{\text{э}}$ равны 70-71%. В целом же можно сказать, что кукуруза использует на территории Сумской области порядка 70% биоклиматических ресурсов.

Наибольшее в Черкасской области значение $BKП_K$, а именно 2,19 или 120 баллов наблюдается в районе западной станции Жашков (табл. 5). Здесь же кукуруза наиболее эффективно использует биоклиматические ресурсы территории, $k_{\text{э}}$ равен 73. В районе же северо-восточной станции Золотоноша, где значение $BKП$ такое же, как и в районе Жашкова, а именно 136 баллов, степень его использования кукурузой намного ниже: B'_K равен 113 баллов, а $k_{\text{э}}$ лишь 68. Очевидно, здесь сказывается недостаток тепловых ресурсов.

Самое низкое значение $BKП_K$ и его балловой оценки на территории Черкасской области наблюдается в районе Чигирина и равны они соответственно 1,99 и 110. Коэффициент эффективности использования $BKП$ территории здесь равен 66, что говорит о том, что на территории Чигиринского района недостаток влагообеспеченности создает преграду для более полного использования биоклиматических ресурсов. В целом же можно сказать, что кукуруза в Черкасской области использует также не более 70% биоклиматических возможностей территории.

В табл. 5 представлены результаты расчетов эффективности использования $BKП$ территории посевами кукурузы в Полтавской области. Можно видеть, что наибольшее значение $BKП_K$, а именно 2,13 или 117 баллов наблюдается в районе северо-западной станции Лубны. Здесь же кукуруза наиболее эффективно использует биоклиматические ресурсы территории, $k_{\text{э}}$ равен 70. В районе же южной станции Кобеляки наблюдается самое низкое значение $BKП_K$ и его балловой оценки на территории Полтавской области, которые соответственно равны 1,86 и 102. Коэффициент эффективности использования $BKП$ территории здесь равен 61, что говорит о том, что на юге Полтавской области недостаток влагообеспеченности также создает преграду для более полного использования биоклиматических ресурсов. В целом же можно сказать, что кукуруза в Полтавской области использует не более 67% биоклиматических возможностей территории.

Таблица 5 – Количественные показатели степени использования биоклиматического потенциала территории кукурузой по областям лесостепи Украины

Станция	k_p	B_k баллы	Даты		$\Sigma T_{вл}, ^\circ C$	$B_{КП К}$	$B_{К'}$, баллы	$кЭ$
			Посев	Полная спелость				
Сумская область								
Глухов	0,96	128	14.05	20.09	2115	2,03	112	67
Конотоп	0,94	133	10.05	18.09	2209	2,08	114	69
Сумы	0,94	134	6.05	16.09	2265	2,13	117	70
Ромны	0,95	137	6.05	17.09	2260	2,15	119	71
Лебедин	0,90	131	6.05	16.09	2275	2,05	113	68
Черкасская область								
Золотоноша	0,88	136	4.05	13.09	2345	2,06	113	68
Жашков	0,95	136	4.05	17.09	2305	2,19	120	73
Звенигородка	0,88	131	1.05	14.09	2365	2,08	115	69
Чигирин	0,82	132	2.05	11.09	2430	1,99	110	66
Умань	0,92	134	3.05	15.09	2294	2,11	116	70
Полтавская область								
Гадяч	0,90	131	7.05	16.09	2292	2,06	113	68
Гребенка	0,90	135	6.05	14.09	2310	2,08	114	69
Веселый Подол	0,85	129	4.05	12.09	2358	2,00	110	66
Кобеляки	0,77	125	3.05	9.09	2413	1,86	102	61
Лубны	0,90	137	6.05	14.09	2363	2,13	117	70
Харьковская область								
Комсомольское	0,89	141	5.05	12.09	2397	2,13	117	70
Богодухов	0,99	146	6.05	15.09	2304	2,28	125	75
Приколотное	1,00	150	6.05	15.09	2304	2,30	127	76
Коломак	0,99	148	6.05	13.09	2312	2,29	126	76
Купянск	0,92	146	6.05	13.09	2413	2,22	122	73

Как видно из таблицы 5, наибольшие значения $BKП_K$ для посевов кукурузы в Харьковской области наблюдаются в районе Приколотного и Коломака, т.е. в северо-восточной и в северо-западной частях Харьковской области. Здесь $BKП_K$ равен 2,29-2,30, а его балловая оценка – 126-127 баллов. Таким образом, степень эффективности использования биоклиматического потенциала этих районов для кукурузы равна 76%.

В районе Богодухова, который характеризует север области, $BKП_K$ равен 125 баллам, а в районе Купянска, который характеризуется самыми засушливыми условиями, $BKП_K$ равняется 122 баллам. В соответствии с величиной $BKП_K$ изменяется и $кЭ$: он находится в пределах 73-75 %.

Проведенные выше расчеты дают возможность оценить степень использования $BKП$ территории четырех областей Лесостепной зоны Украины такой важнейшей сельскохозяйственной культурой, как кукуруза.

Можно видеть, что $кЭ$ по всей исследуемой территории изменяется довольно существенно. Его значения находятся в пределах 57-76%. Среднее значение $кЭ$ на исследуемой территории порядка 70%. В Харьковской области же наблюдаются наивысшие значения $кЭ$, что говорит о том, что именно здесь кукуруза наиболее полно использует биоклиматические ресурсы территории.

Однако согласно шкале Д.И. Шашко территория Сумской, Черкасской, Полтавской и Харьковской областей является благоприятной зоной для растениеводства.

Выводы. В целях рационального использования биоклиматических ресурсов территории лесостепных областей Украины можно рекомендовать не сокращать посевные площади под такой ценной и ведущей для Украины сельскохозяйственной культурой, как кукуруза, а рационально использовать сельскохозяйственные угодья, повышать урожайность, используя засухоустойчивые сорта и различные приемы мелиораций, а также учитывать особенности местного климата.

Список литературы

1. Сапожникова С.А. Принципы сельскохозяйственной бонитировки климатов СССР // Труды Всесоюзного научного совещания. - 1963. - Т. 8. - С. 3-17.
2. Колосков П.И. О биоклиматическом потенциале и его распределении на территории СССР // Труды НИИАК. - 1963. - Вып. 23 - С. 90-111.
3. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 247 с.
4. Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В. Метод региональной оценки и районирования биоклиматического потенциала Украины с учетом микроклимата // Метеорология и гидрология. - 2005. - №5. - С. 72-81.

Оцінка біокліматичного потенціалу лісостепових областей України стосовно вирощування кукурудзи. Вольвач О.В.

Виконані регіональні оцінки показників біокліматичного потенціалу території лісостепових областей України, а також порівняльна оцінка ефективності використання біокліматичного потенціалу території при вирощуванні кукурудзи.

Ключові слова: продуктивність клімату, регіональна оцінка, біокліматичний потенціал, кукурудза, лісостепові області.

The assessment of bioclimatic potential in Ukrainian forest-steppe provinces related to maize growing. Volvach O. V.

Regional assessment of bioclimatic forest-steppe regions potential in Ukraine has been made, also have comparative evaluation of using bioclimatic region potential efficiency related to maize cultivation has been made.

Key words: climate productivity, regional assessment, bioclimatic potential, maize, forest-steppe region.