

АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

L.M. Popytchenko

AGROCLIMATIC ASSESSMENT OF WINTER WHEAT PRODUCTIVITY FORMATION IN THE CONDITIONS OF DONBASS

Попытченко Л.М. – канд. геогр. наук, доц. каф. земледелия и агроэкологии Луганского национального аграрного университета, Луганская Народная Республика, г. Луганск.
E-mail: popytchenko@mail.ru

Popytchenko L.M. – Cand. Geogr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agriculture and Agroecology, Lugansk National Agrarian University, Lugansk National Republic, Lugansk.
E-mail: popytchenko@mail.ru

Цель исследования – оценка продуктивности озимой пшеницы по температуре воздуха и количеству осадков для разных агроклиматических районов Донбасса. Задачи исследования: расчет коэффициентов продуктивности по температуре воздуха и количеству осадков по периодам вегетационного цикла озимой пшеницы для разных агроклиматических районов Донбасского региона; оценка изменения продуктивности озимой пшеницы с изменением климатических показателей. Объектами исследований являются агроклиматические ресурсы районов Донбасского региона и культура озимой пшеницы. Для проведения исследования использован материал агроклиматических справочников по температуре воздуха и количеству осадков для метеостанций (МС) Луганск, Сватово, Дарьевка, Беловодск, Троицкое, Артемовск, Красноармейск, Дебальцево, Донецк, Амвросиевка, Волноваха, Мариуполь. Для оценки агроклиматических ресурсов территории и обеспеченности растений теплом и влагой в течение вегетационного периода был использован коэффициент продуктивности по В.П. Дмитренко. Проанализированы агроклиматические ресурсы для разных агроклиматических районов Донбасского региона (Луганская и Донецкая области). Рассчитаны коэффициенты продуктивности по температуре воздуха, количеству осадков, совместные коэффициенты продуктивности по периодам вегетационного цикла озимой пшеницы. В связи с потеплением климата и небольшим увеличением количества осадков в осенне-зимне-весенний период продуктивность озимой пше-

ницы в центральных районах Луганской области повысилась за последние десятилетия в осенний период на 4–5 %, улучшились условия в период перезимовки на 21 %. В период формирования зерна агроклиматические условия складываются неблагоприятные во всех агроклиматических районах Донбасса, отмечено снижение оценки продуктивности на 8 % за последние десятилетия.

Ключевые слова: климат, температура воздуха, осадки, продуктивность, оценка, озимая пшеница, Донбасс, Луганская область, Донецкая область, коэффициент продуктивности.

The purpose of the researches was the assessment of winter wheat efficiency depending on air temperature and the amount of precipitation for different agroclimatic areas of Donbass. The research problems were the calculation of coefficients of efficiency for air temperature and the amount of precipitation for the periods of a vegetative cycle of winter wheat for different agroclimatic areas of Donbass Region; the assessment of change of efficiency of winter wheat with change of climatic indicators. The objects of the researches were agroclimatic resources of areas of Donbass Region and culture of winter wheat. For carrying out the researches material of agroclimatic reference books on air temperature and the amount of precipitation for meteorological stations (MS) Lugansk, by Svatovo, Daryevka, Belovodsk, Troitsk, Artemovsk, Krasnoarmeysk, Debaltsevo, Donetsk, Amvrosievsk, Volnovakha, Mariupol was used. For the assessment of agroclimatic resources of the territory and security of plants with heat and moisture during

vegetative period the efficiency coefficient according to V.P. Dmitrenko was applied. Agroclimatic resources for different agroclimatic areas of Donbass Region (Lugansk and Donetsk areas) were analyzed. Efficiency coefficients on air temperature, the amount of precipitation, joint coefficients of the efficiency on the periods of a vegetative cycle of winter wheat were calculated. Due to climate warming and a slight increase in rainfall amount in autumn-winter-spring period, the productivity of winter wheat in the center of Lugansk area increased by 4–5 % in autumn in recent decades, the conditions during wintering period improved by 21 %. During the period of grain formation agroclimatic conditions were unfavorable in all areas of Donbass, the productivity declined by 8 % in previous decades.

Keywords: *climate, air temperature, rainfall, efficiency, assessment, winter wheat, Donbass, Lugansk area, Donetsk area, productivity coefficient.*

Введение. В последние годы учеными особенно активно проводятся исследования по оценке реакции зерновых культур на изменение климата. Развивается идеология агрометеорологических стратегий адаптации земледелия и сельскохозяйственных культур, разработанная и изложенная в работах ведущих ученых Украины и России (В.П. Дмитренко, О.Д. Сиротенко, Е.К. Зоидзе и др.) [5, 7, 8].

Эффективное и рациональное развитие сельского хозяйства требует научного обоснования размещения культурных растений и их сортов по территории. Знание общих агроклиматических ресурсов отдельных районов для таких целей недостаточно, поэтому нами были проведены агроклиматические исследования по оценке условий произрастания озимой пшеницы и агроклиматическое районирование территории Донбасского региона применительно к данной культуре в условиях потепления климата [6, 7]. Основное внимание уделялось количественной оценке агроклиматических ресурсов в связи с продуктивностью культуры.

Цель исследования: оценка формирования продуктивности озимой пшеницы по температуре воздуха и количеству осадков для разных агроклиматических районов Донбасса в условиях потепления климата.

Задачи исследования: расчет коэффициентов продуктивности по температуре воздуха и количеству осадков по периодам вегетационного цикла озимой пшеницы для разных районов Донбасского региона; оценка изменения продуктивности озимой пшеницы с изменением климатических показателей.

Материалы и методика исследования. Для проведения исследования использован материал агроклиматических справочников Донбасского региона по температуре воздуха и количеству осадков по следующим метеостанциям (МС): Луганск, Сватово, Дарьевка, Беловодск, Троицкое, Артемовск, Красноармейск, Дебальцево, Донецк, Амвросиевка, Волноваха, Мариуполь [1–3]. Также использованы метеорологические показатели температуры воздуха и количества осадков по МС Луганск за период с 1981 по 2016 г. Для проведения исследования использованы климатические показатели по МС Луганск, рассчитанные за 4 временных периода: 1891–1958, 1961–1986, 1981–2005, 1981–2016 гг.

Оценку агроклиматических ресурсов территории и обеспеченность растений теплом и влагой в течение вегетационного периода рассчитывали по методике В.П. Дмитренко [4]. При расчете коэффициента продуктивности учитывали, что его нулевое значение указывает на крайне низкую урожайность и продуктивность, а 100 % – максимально возможную. Для проведения исследования использованы коэффициенты продуктивности по температуре воздуха $\eta(T)$, количеству осадков $\eta(R)$, совместные коэффициенты продуктивности $\eta(T,R)$ за каждый период вегетационного цикла и суммарные коэффициенты продуктивности $S(T,R)$ за весь вегетационный период.

Результаты исследования. Проведен расчет коэффициентов продуктивности по средне-многолетней температуре воздуха и количеству осадков для периодов вегетационного цикла озимой пшеницы по всем агроклиматическим районам Донецкой и Луганской областей (табл. 1, 2).

Как видим из таблицы 1, в условиях Донецкой области совместный коэффициент продуктивности $\eta(T,R)$ понижается до неблагоприятных и удовлетворительных значений в период формирования зерна и созревания. Коэффициент $\eta(T,R)$ изменяется в эти периоды от 40 до 67 %. Особенно неблагоприятные условия – на юге области (МС Мариуполь).

**Коэффициенты продуктивности по температуре воздуха $\eta(T)$ и количеству осадков $\eta(R)$
по периодам вегетации озимой пшеницы в Донецкой области**

№ п/п	Период вегетационного цикла, месяц	$\eta(R)$	$\eta(T)$	$\eta(T,R)$	α	$\alpha \eta(T,R)$
1	2	3	4	5	6	7
МС Артемовск						
1	VII–VIII	97	82	80	0,07	5,6
2	IX–X	88	99	87	0,07	6,09
3	XI	75	89	67	0,05	3,35
4	XII–II	97	84	81	0,29	23,49
5	III–V	98	100	98	0,36	35,28
6	VI	59	85	50	0,09	4,5
7	VII	67	100	67	0,07	4,69
S(T,R) = 83 %						
МС Дебальцево						
1	VII–VIII	99	89	88	0,07	6,16
2	IX–X	89	96	85	0,07	5,95
3	XI	75	84	63	0,05	3,15
4	XII–II	98	77	75	0,29	21,75
5	III–V	98	100	98	0,36	35,28
6	VI	62	93	58	0,09	5,22
7	VII	59	98	58	0,07	4,06
S(T,R) = 82 %						
МС Красноармейск						
1	VII–VIII	96	64	61	0,07	4,27
2	IX–X	91	99	90	0,07	6,3
3	XI	74	90	67	0,05	3,35
4	XII–II	97	86	83	0,29	24,07
5	III–V	98	100	98	0,36	35,28
6	VI	55	86	47	0,09	4,23
7	VII	67	100	67	0,07	4,69
S(T,R) = 82 %						
МС Донецк						
1	VII–VIII	97	88	85	0,07	5,95
2	IX–X	87	97	84	0,07	5,88
3	XI	73	91	66	0,05	3,3
4	XII–II	97	85	82	0,29	23,78
5	III–V	98	100	98	0,36	35,28
6	VI	62	92	57	0,09	5,13
7	VII	67	99	66	0,07	4,62
S(T,R) = 84 %						
МС Амвросиевка						
1	VII–VIII	96	77	74	0,07	5,18
2	IX–X	91	100	91	0,07	6,37

1	2	3	4	5	6	7
3	XI	81	93	75	0,05	3,75
4	XII-II	99	99	99	0,29	28,42
5	III-V	98	99	97	0,36	34,92
6	VI	57	83	47	0,09	4,23
7	VII	70	100	70	0,07	4,9
S(T,R) = 87 %						
МС Волноваха						
1	VII-VIII	96	82	79	0,07	5,53
2	IX-X	90	99	89	0,07	6,23
3	XI	75	98	74	0,05	3,7
4	XII-II	97	90	87	0,29	25,23
5	III-V	98	98	96	0,36	34,56
6	VI	58	90	52	0,09	4,68
7	VII	67	100	67	0,07	4,69
S(T,R) = 85 %						
МС Мариуполь						
1	VII-VIII	95	52	49	0,07	3,4
2	IX-X	91	96	87	0,07	6,09
3	XI	81	99	80	0,05	4
4	XII-II	98	99	97	0,29	28,13
5	III-V	98	94	92	0,36	33,12
6	VI	57	71	40	0,09	3,6
7	VII	70	92	64	0,07	4,48

Примечание: S(T,R) = 83 %.

Причиной такой низкой продуктивности является повышенный температурный режим в период формирования зерна (выше на 2–3 °С в сравнении с оптимальной температурой). Суммарный коэффициент продуктивности S(T,R) за весь вегетационный период практически по всем агроклиматическим районам области соответствует удовлетворительным условиям, кроме МС Амвросиевка и МС Волноваха (благоприятные условия).

В Луганской области по всем агроклиматическим районам складываются удовлетворительные условия вегетации в целом за весь вегетационный период (табл. 2). Если рассматривать влияние температуры воздуха и осадков на продуктивность культуры в отдельные периоды, то в основном условия удовлетворительные и

неблагоприятные осенью в период роста побегов (XI), а в период формирования зерна и созревания условия неблагоприятные – совместный коэффициент продуктивности составил 44–63 %. Повышенный температурный режим в эти периоды отрицательно сказывается на продуктивности культуры в центральных районах области – МС Луганск. Здесь условия удовлетворительные по температуре воздуха – $\eta(T) = 79\%$.

В остальных районах температурные условия благоприятные. Снижение оценки продуктивности культуры от совместного влияния температуры воздуха и осадков во всех районах наблюдается по причине существенного отклонения количества фактических осадков от оптимальных для данного периода.

**Коэффициенты продуктивности по температуре воздуха $\eta(T)$ и количеству осадков $\eta(R)$
по периодам вегетации озимой пшеницы в Луганской области**

№ п/п	Период вегетационного цикла, месяц	$\eta(R)$	$\eta(T)$	$\eta(T,R)$	α	$\alpha \eta(T,R)$
МС Троицкое						
1	VII–VIII	100	90	90	0,07	6,3
2	IX–X	93	94	87	0,07	6,1
3	XI	73	52	38	0,05	4,4
4	XII–II	91	82	75	0,29	21,75
5	III–V	97	100	97	0,36	34,9
6	VI	47	94	44	0,09	3,96
7	VII	52	99	51	0,07	3,57
S(T,R) = 81 %						
МС Луганск						
1	VII–VIII	99	73	72	0,07	5,04
2	IX–X	91	99	90	0,07	6,3
3	XI	73	90	66	0,05	3,3
4	XII–II	94	92	86	0,29	24,94
5	III–V	97	90	87	0,36	31,32
6	VI	58	79	46	0,09	4,14
7	VII	57	99	56	0,07	3,92
S(T,R) = 79 %						
МС Беловодск						
1	VII–VIII	99	86	85	0,07	5,95
2	IX–X	93	95	88	0,07	6,16
3	XI	75	82	62	0,05	3,1
4	XII–II	97	86	83	0,29	24,07
5	III–V	97	100	97	0,36	34,92
6	VI	60	91	55	0,09	4,95
7	VII	58	99	57	0,07	3,99
S(T,R) = 83 %						
МС Сватово						
1	VII–VIII	98	86	84	0,07	5,88
2	IX–X	96	96	92	0,07	6,44
3	XI	79	84	66	0,05	3,3
4	XII–II	96	88	84	0,29	24,36
5	III–V	98	99	97	0,36	34,92
6	VI	55	90	50	0,09	4,5
7	VII	62	100	62	0,07	4,34
S(T,R) = 84 %						
МС Дарьевка						
1	VII–VIII	99	83	82	0,07	5,74
2	IX–X	93	97	90	0,07	6,3
3	XI	85	80	68	0,05	3,4
4	XII–II	100	84	84	0,29	24,36
5	III–V	98	100	98	0,36	35,28
6	VI	52	91	47	0,09	4,23
7	VII	63	100	63	0,07	4,41

Примечание: S(T,R) = 84 %.

В период зимнего покоя в некоторых районах Донбасса по температуре воздуха складываются удовлетворительные условия из-за повышенного температурного режима (Артемовск, Троицкое, Дарьевка). Зимой частые оттепели, что снижает закалку растений, их зимостойкость и морозостойкость. В период возобновления вегетации – образования вегетативных органов температурные условия благоприятные во всех районах Донбасса.

Таким образом, можно сделать вывод, что повышение температуры воздуха в предпосевной период, в период перезимовки, летней вегетации, избыток осадков в период формирования зерна и созревания озимой пшеницы приводят к снижению продуктивности и урожайности культуры.

В нашем исследовании также проведена сравнительная оценка продуктивности озимой пшеницы по климатическим показателям на 1958 г. и в современных условиях. Отмечена тенденция снижения продуктивности культуры. Подобные исследования проведены учеными России для различных стран СНГ и в том числе по разным регионам России. По данным О.Д. Сиротенко и И.Г. Грингофа, в Украине урожайность озимой пшеницы снизится на 20 % в ближайшие десятилетия [7]. При применении адаптационных технологий возделывания озимой пшеницы урожайность обычно получают в хозяйствах 50–60 ц/га, а при нарушении технологии возделывания культуры – около 20 ц/га.

Этой проблеме в своих работах много внимания уделяют ученые отдела агрометеорологии УкрНИГМИ, Луганского национального аграрного университета, Российского НИИСХМ и другие. Среднемноголетнее годовое количество осадков по МС Луганск на 2016 г. увеличилось на 34 мм в сравнении с данными на 1958 г., в зимние месяцы осадки увеличились на 7–13 мм, в летние месяцы наблюдается увеличение осадков в июне-июле на 4–8 мм, а вот в августе отмечено снижение осадков на 10 мм. По климатическим данным на 2016 г. рост температуры наблюдается почти во все месяцы. Температура летних и осенних месяцев повысилась несущественно (до 0,7 °С), в зимние месяцы наблюдается существенное повышение температуры (на 2,4–2,8 °С). В целом за год температура воздуха составила 9,0 °С, что выше многолетней температуры 1958 г. на 1,2 °С [6]. Сумма активных температур выше 10 °С за период вегетации культур составила 3 246 °С, что выше многолетней климатической нормы на 1958 г. на 209 °С. Такой быстрый рост температуры за последние десятилетия не мог не отразиться на продуктивности культуры.

По климатическим данным для МС Луганск рассчитали коэффициенты продуктивности по температуре воздуха, количеству осадков в разные периоды вегетации и проанализировали тенденцию их изменения по годам (табл. 3).

Таблица 3

Изменение продуктивности озимой пшеницы в зависимости от агроклиматических условий в центральной части Луганской области

Период	Месяц	Совместные коэффициенты продуктивности по многолетним данным осадков и температуры воздуха $\eta(T,R)$, % на годы			
		1891–1957	1961–1990	1986–2005	1981–2016
Предпосевной	VII–VIII	78	76	79	72
Посев – укоренение	IX–X	85	89	88	90
Рост побегов – прекращение вегетации	XI	62	62	66	66
Зимний покой	XII–II	65	66	82	86
Возобновление вегетации – образование генеративных органов	III–V	98	97	95	87
Формирование зерна	VI	54	57	52	46
Созревание	VII	59	63	57	56
Суммарный коэффициент за вегетацию	S (T,R)	77	78	82	79

Как видим из таблицы 3, в предпосевной период условия вегетации сохраняются удовлетворительные, но коэффициент продуктивности снижается. Благоприятные условия сохраняются в сентябре-октябре в период посев – укоренение. В ноябре месяце в период роста стеблей условия улучшились до удовлетворительной оценки (66 %). Значительно улучшились условия в зимний период. Совместный коэффициент продуктивности повысился с 65 до 86 %. Наблюдается устойчивое снижение оценки продуктивности по погодным факторам в весенний период с 98 до 87 %, но условия еще сохраняются благоприятные. В период формирования зерна в июне месяце условия вегетации складываются неблагоприятные. Совместный коэффициент продуктивности по температуре воздуха и количеству осадков на 2016 г. составил 46 %, на 1957 г. – 54 %. Значит, за последние десятилетия оценка продуктивности снизилась на 8 %. В период созревания озимой пшеницы агроклиматические условия сохраняются на уровне неудовлетворительных.

Суммарный коэффициент продуктивности по температуре воздуха и количеству осадков для озимой пшеницы за весь вегетационный период на 2016 г. соответствует удовлетворительным условиям, но за последнее десятилетие оценка снизилась на 3 %, что также свидетельствует об ухудшении агроклиматических условий выращивания озимой пшеницы в условиях Луганской области. Необходима разработка адаптационных мероприятий. Снижение оценки продуктивности за несколько десятилетий свидетельствует о том, что при сохранении прежних темпов повышения температуры воздуха в ближайшее десятилетие снизится оценка продуктивности культуры до удовлетворительного уровня, что приведет к существенному снижению урожайности озимой пшеницы.

Выводы

1. В связи с ухудшением агроклиматических условий выращивания озимой пшеницы в отдельных районах Донбасского региона необходима разработка адаптационных мероприятий для стабилизации условий формирования продуктивности и урожайности культуры.

2. Во всех агроклиматических районах Донбасса (кроме МС Мариуполь и МС Луганск) коэффициент продуктивности по температуре воздуха высокий, температурные условия благоприятные во все периоды вегетационного цикла. Только в южных районах Донецкой области и центральных районах Луганской области условия неблагоприятные и удовлетворительные в предпосевной период и период налива зерна ($\eta(T) = 52$ и $71-79$ % соответственно).

3. Условия увлажнения по всем агроклиматическим районам Донбасса удовлетворительные осенью в период роста стебля (XI) и неблагоприятные в период налива зерна ($\eta(R)=47-62$ %).

4. Во всех агроклиматических районах Донецкой области в период налива зерна складываются неблагоприятные условия от совместного влияния осадков и температуры воздуха ($\eta(T,R)=40-58$ %). В весенний период (III-V) условия вегетации благоприятные по климатическим факторам.

5. В связи с потеплением климата и небольшим увеличением количества осадков в осенне-зимне-весенний период продуктивность озимой пшеницы в центральных районах Луганской области повысилась за последние десятилетия в осенний период на 4-5 %, в период перезимовки – на 21 %. В период формирования зерна условия складываются неблагоприятные, отмечено снижение оценки продуктивности на 8 %.

Литература

1. Агроклиматический справочник по Луганской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1958. – 96 с.
2. Агрокліматичний довідник по Луганській області. (1986–2005 р.р.) – Луганськ: Віртуальна реальність, 2011. – 216 с.
3. Кліматологічні стандартні норми (1961–1990) / за ред. В.М. Бабіченко. – Київ: Укр. НДГМІ, 2002.
4. Дмитренко В.П. Методическое пособие по анализу и оценке агрометеорологических условий выращивания зерновых культур в отдельном районе. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – С. 20–30.
5. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. – Київ: Ніка-Центр, 2010. – 618 с.

6. *Попытченко Л.М.* Тенденция изменения агроклиматических условий для выращивания озимой пшеницы в Луганской области // Сучасні екологічні проблеми та їх вирішення (Луганський інститут МАУП, 19 грудня 2012 р.): матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. – Луганськ: Віртуальна реальність, 2013. – С. 48–52.
7. *Сиротенко О.Д., Грингоф И.Г.* Оценка влияния ожидаемых изменений климата на сельское хозяйство Российской Федерации // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 8. – С. 92–101.
8. *Сиротенко О.Д., Абашина Е.В.* Современные климатические изменения продуктивности биосферы России и сопредельных стран // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 4. – С. 101–107.
3. *Klimatologichni standartni normi (1961–1990) / za red. V.M. Babichenko.* – Kiïv: Ukr. NDGMI, 2002.
4. *Dmitrenko V.P.* Metodicheskoe posobie po analizu i ocenke agrometeorologicheskikh uslovij vyrashhivaniya zernovyh kul'tur v ot-del'nom rajone. – L.: Gidrometeoizdat, 1980. – S. 20–30.
5. *Dmitrenko V.P.* Pogoda, klimat i urozhaj pol'ovih kul'tur. – Kiïv: Nika-Centr, 2010. – 618 s.
6. *Popytchenko L.M.* Tendencija izmenenija agroklimaticeskikh uslovij dlja vyrashhivaniya ozimoi pshenicy v Luganskoj oblasti // Suchasni ekologichni problemi ta ih virishennja (Lugans'kij institut MAUP, 19 grudnja 2012 r.): materiali III Mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii. – Lugans'k: Virtual'na real'nist', 2013. – S. 48–52.
7. *Sirotenko O.D., Gringof I.G.* Ocenka vlijanija ozhidaemyh izmenenij klimata na sel'skoe hozjajstvo Rossijskoj Federacii // Meteorologija i gidrologija. – 2006. – № 8. – S. 92–101.
8. *Sirotenko O.D., Abashina E.V.* Sovremennye klimaticheskie izmenenija produktivnosti biosfery Rossii i sopredel'nyh stran // Meteorologija i gidrologija. – 2008. – № 4. – S. 101–107.

Literatura

1. *Agroklimaticeskij spravocnik po Luganskoj oblasti.* – L.: Gidrometeoizdat, 1958. – 96 s.
2. *Agroklimatichnij dovidnik po Lugans'kij oblasti. (1986–2005 r.r.)* – Lugans'k: Virtual'na real'nist', 2011. – 216 s.

