

ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ДИНАМИКУ ПРИРОСТОВ УРОЖАЙНОСТИ ПРОСА В СЕВЕРНОЙ СТЕПИ

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

Ключевые слова: *просо, продуктивность, урожайность, приросты, испарение, испаряемость, температурный оптимум, температура воздуха.*

Введение. Просо относится к числу важных в нашей стране крупяных культур. Из него получают пшено, которое по вкусовым качествам и пищевым достоинствам занимает одно из первых мест среди других круп. Оно отличается повышенным содержанием белка и жира, уступая только овсяной крупе, легкой разваримостью и хорошей усвояемостью.

Просо – одна из самых засухоустойчивых и жаростойких культур, способная противостоять запалам и захватам, что весьма важно для засушливых районов и в засушливые годы, когда другие зерновые культуры сильно снижают урожай. Просо меньше других культур страдает от вредителей и болезней [2].

Просо – теплолюбивое растение. Высокие температуры просо переносит лучше, чем другие хлеба. К влаге просо менее требовательно, чем другие хлеба. Корневая система обладает большой сосущей силой и способна извлекать из почвы влагу даже при ее содержании, близком к полуторной гигроскопичности.

Засухоустойчивость его объясняется способностью временно приостанавливать рост, свертывать листья и расстилать надземную часть по земле, что уменьшает испарение влаги.

Просо – светолюбивое растение; ему необходимо накопить большое количество органического вещества за короткий период вегетации. Это типичное растение короткого дня.

В отличие от других злаковых зерновых культур потребление элементов питания продолжается почти до самого созревания [4].

Просо обладает рядом ярко выраженных биологических особенностей. Эта культура относится к растениям C_4 , т.е. с типом фотосинтеза в два этапа - сначала накопления углекислоты, потом усвоения её в цикле Калвина. Эта тонкая физиологическая особенность фотосинтеза проса влечёт за собой множество важных последствий.

У растений типа C_4 практически отсутствует фотодыхание, поэтому они не снижают продуктивности при высоких температурах и повышенном радиационном режиме в отличие от C_3 -растений. Культура теплолюбивая, отличается жаростойкостью. При температуре 38-40 °С клетки устьиц проса сохраняли эластичность в течение 48 ч, а у пшеницы паралич наступает через 15-25 ч, у овса через 4-5 ч. Растение короткого дня; видимо, перспективно для возделывания в горах; так как наиболее продуктивно использует синий свет [3].

Фотосинтез проса экономичен в отношении влаги. C_4 - растения производят почти вдвое больше углеводов на единицу поглощенной воды, чем C_3 - растения. При повышении температуры эта разница увеличивается. Транспирационный коэффициент проса равен 200-300 (один из самых низких для всех зерновых и крупяных культур). Наличие запасов углекислоты спасает растение в засушливых, жарких условиях, когда углекислый газ из атмосферы становится недоступным из-за закрытых устьиц при

водном стрессе. Растение не погибает, а замирает, находится в состоянии анабиоза по данным, [3] до 40-50 дней. После дождей или полива жизнедеятельность растений возобновляется с небольшой потерей урожайности. Корневая система проса способна извлекать из почвы влагу даже при малом её содержании, близком к мертвому запасу. По засухоустойчивости просо занимает одно из первых мест среди полевых культур, что делает его незаменимой культурой в засушливых районах.

Кроме того, просо обладает способностью более эффективно, чем культуры C_3 , использовать азот и создавать большую сухую массу на единицу усвоенного азота.

Все выше сказанное о культуре C_4 можно свести к заключению о более высокой продуктивности фотосинтеза проса, типичного представителя C_4 , более чем в два раза превышающего продуктивность культур с типом фотосинтеза C_3 .

При этом просо отличается большой биологической пластичностью и высоким коэффициентом размножения, в метелке проса в зависимости от сорта и условий обитания может сформироваться от 100 до 3000 зерен. Однако неравномерность и недружность созревания, склонность к осыпанию могут служить причиной потерь урожая [3].

В агрометеорологической литературе культуре просу до сих пор уделяется мало внимания.

Материалы и методы исследования. Целью исследования являлось изучение влияния агроклиматических условий на формирование продуктивности проса в Северной Степи. Для достижения поставленной цели необходимо оценить влияние агроклиматических условий на динамику приростов различных уровней агроэкологической урожайности. В качестве исходной информации использовались среднеобласные данные наблюдений на сети гидрометеорологических и агрометеорологических станций Украинской Гидрометслужбы.

В качестве теоретической основы использована базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур [1].

Результаты исследования и их анализ. Большая изменчивость урожаев проса (от 0,01 т/га до 20,1 т/га), технологические особенности возделывания культуры, недостаточная изученность культуры по сравнению с другими злаками, малый объем агрометеорологических наблюдений создают известные трудности в прогнозировании урожая проса. Однако, такие попытки предпринимались, и для ряда регионов страны есть локальные, часто несовместимые методы прогноза урожая проса. Объединяет их то, что в них применяют в качестве математического аппарата корреляционный и регрессионный анализ, а в качестве предикторов берут соотношения тепла и влаги за большие периоды вегетации. В схемах прогноза используют: почвенное плодородие или уровень агротехники; особенности циркуляции атмосферы или другие геофизические особенности, данные об уже сложившихся условиях погоды и состоянии растений; инерционные факторы (запасы влаги, густота, высота) [3].

Первые разработки по определению условий формирования высокого и низкого урожая были осуществлены И.А. Пульманом. По его мнению, решающее влияние на урожай проса оказывает температура воздуха в период "выметывание - 20 дней после выметывания". Определение потенциальной урожайности проса в зависимости от осадков на территории Казахстана было предложено Д.И. Колосковым. За основу расчетов положена формула:

$$R = \frac{H_a - (Q + A)}{T}, \quad (1)$$

где R - урожайность проса; H_a - сумма осадков за холодный период плюс первые три месяца вегетации; Q - поверхностный сток; A - физическое испарение; T - транспирационный коэффициент.

Нами выполнена адаптация базовой модели оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур [3] применительно к культуре проса. На этой основе выполнены оценки агроэкологических уровней урожайности в условиях Северной Степи.

При оптимальной обеспеченности растений влагой, теплом и минеральным почвенным питанием максимальный прирост фитомассы посевов проса определяется приходом фотосинтетически активной радиацией (ФАР) за период и коэффициентом ее использования.

В табл. 1 представлены агроклиматические условия формирования агроэкологических категорий урожайности проса в Северной Степи.

Рассмотрим динамика приростов потенциальной урожайности (ПУ) проса и ход декадных интенсивностей ФАР за вегетационный период в Днепропетровской области (табл. 1).

В начале вегетации уровень интенсивности ФАР составляет 0,235 кал/см² сутки. В следующей декаде эта интенсивность увеличивается до 0,259 кал/см² сутки. Далее интенсивность ФАР постепенно возрастает и в восьмой декаде достигает максимума и составляет 0,295 кал/см² сутки. Далее идет постепенное понижение и в конце вегетации интенсивность ФАР составляет 0,217 кал/см² сутки.

Прирост ПУ, как видно из табл. 1, в первой декаде составляет 25,7 г/м²дек. В следующей декаде прирост ПУ резко возрастает и достигает отметки 67,1 г/м²дек. Далее прирост ПУ постепенно увеличивается и достигает максимума также в восьмой декаде и составляет 94,2 г/м²дек. После этого он начинает постепенно снижаться и в конце вегетации составляет 18,6 г/м² дек.

Уровень ПУ лимитируется фактором тепла и влаги. Эти два фактора определяют уровень следующей агроэкологической категории урожайности – метеорологически возможный урожай (МВУ).

Рассмотрим динамику показателей влаго-температурного режима в течении вегетации проса в Днепропетровской области.

Как видно из табл. 1, нижний предел температурного оптимума для фотосинтеза этой культуры начинается с температуры 11,7 °С, поднимается до максимума в восьмой декаде – 19,6 °С и к концу периода составляет 18,4 °С.

Верхний предел температурного оптимума начинается с температуры 15,1 °С, достигает максимума в девятой декаде – 22,7 °С и снижается до 21,6 °С в конце декады.

Кривая хода среднедекадной температуры воздуха (рис. 1) начинается с отметки 15,8 °С, далее плавно поднимается, достигает максимума в восьмой декаде и составляет 22,2 °С. В дальнейшем она выходит за пределы температурного оптимума, снижаясь до отметки 15,6 °С.

В начальный период вегетации (рис. 1) прирост МВУ составляет 23,3 г/м² дек. Далее кривая резко поднимается в следующей декаде до 60,2 г/м² дек. В последующие периоды наблюдается ее плавный рост. Максимальное значение наблюдается в восьмой декаде и составляет 77,4 г/м² дек. Затем приросты МВУ плавно снижаются и в конце вегетации происходит резкое снижение приростов МВУ до 13,6 г/м² дек.

Суммарное испарение в первой декаде от всходов составляет 14,3 мм (рис. 2), затем по мере роста температуры воздуха суммарное испарение возрастает до 32 мм во второй декаде. Затем медленно снижается и к концу вегетации составляет 5,8 мм.

Таблица 1 – Агроклиматические условия формирования агроэкологических категорий урожайности проса в Северной Степи

Декады вегетации	Интенсив- ность ФАР за декаду, кал/см ² сутки	Оптимальные температуры воздуха для фотосинтеза, °С		Средняя температура воздуха за декаду, °С	Суммар- ное испа- рение, мм	Испаря- емость, мм	Относи- тельная влажнос- ть, отн.ед.	Запасы влаги в слое 0-100 см	Приросты агроэкологических категорий урожайности, г/м ² дек			
		нижний предел	верхний предел						ПУ	МВУ	ДВУ	УП
1	0,235	11,7	15,1	15,8	14,3	19,5	0,73	126	25,7	23,3	14,0	10,9
2	0,259	13,5	16,5	17,1	32,0	48,3	0,66	123	67,1	60,2	36,1	28,1
3	0,260	15,1	17,9	18,2	28,3	48,8	0,59	123	66,6	59,7	35,8	27,9
4	0,261	16,6	19,2	19,2	26,8	48,8	0,55	117	71,8	66,1	39,6	30,9
5	0,266	17,8	20,4	20,1	26,8	53,6	0,50	108	77,2	70,4	42,2	32,9
6	0,272	18,8	21,4	21,1	25,9	58,5	0,44	101	81,4	72,4	43,4	30,1
7	0,277	19,4	22,1	21,9	23,3	58,5	0,40	90	83,2	71,5	42,9	29,7
8	0,295	19,6	22,6	22,2	23,0	64,3	0,36	78	94,2	77,4	46,4	32,1
9	0,271	19,5	22,7	21,9	18,5	58,5	0,32	67	73,6	57,6	34,5	23,9
10	0,265	19,2	22,6	21,0	17,6	58,5	0,30	58	65,5	50,4	30,2	20,9
11	0,275	18,8	22,2	19,5	18,3	59,0	0,31	54	66,1	50,7	30,4	21,1
12	0,228	18,5	21,8	17,8	14,1	43,9	0,32	56	43,4	38,3	20,0	13,8
13	0,217	18,4	21,6	15,6	5,8	17,1	0,34	56	18,6	13,6	8,1	5,6

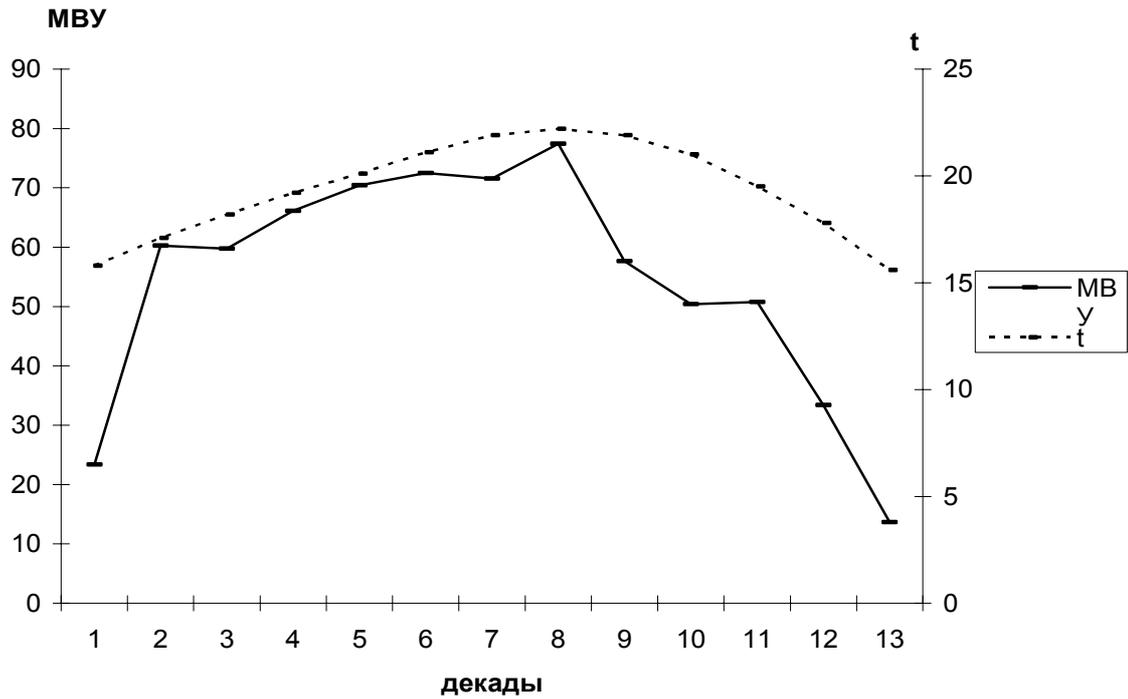
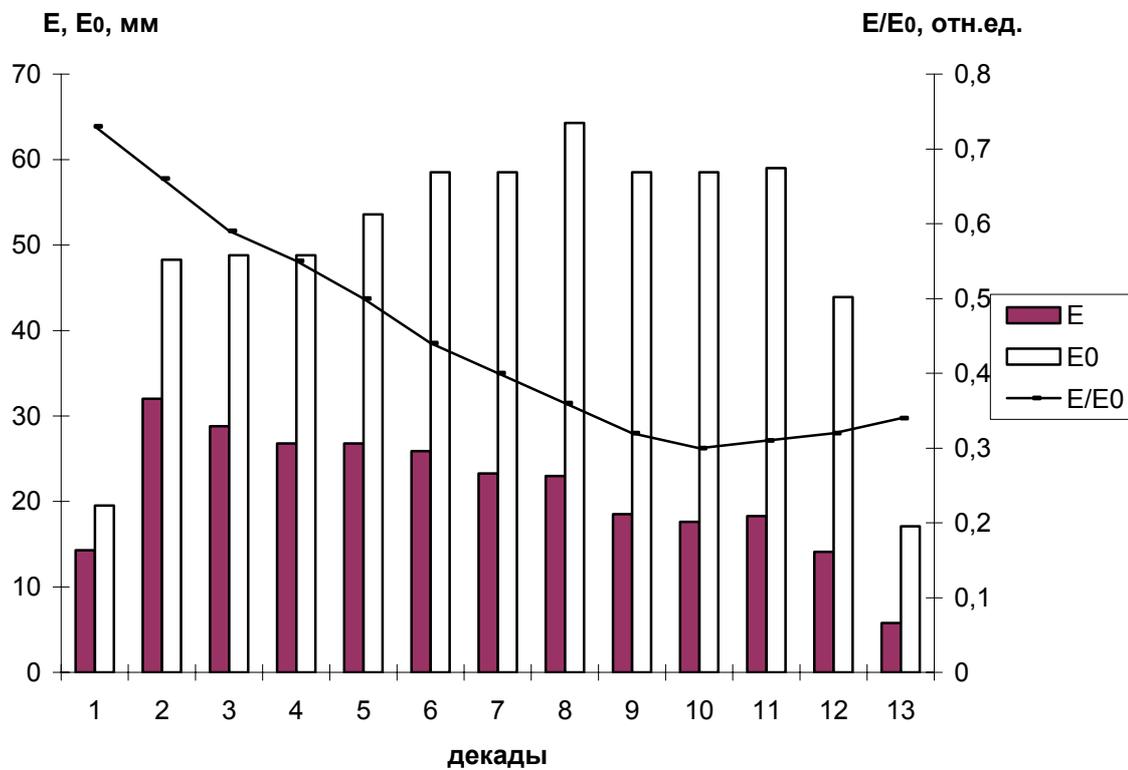


Рис. 1. Декадный ход приростов метеорологически возможного урожая (МВУ) и температуры воздуха (t) пшеницы в Северной Степи.



E – испарение; E_0 – испаряемость; E/E_0 - относительная влагообеспеченность посевов.

Рис. 2. Декадный ход характеристик водно-теплового режима посевов пшеницы в Северной Степи.

Испаряемость в начальный период вегетации проса составляет 19,5 мм. Далее во второй декаде происходит резкое повышение испаряемости до 48,3 мм. Затем в последующие декады идет плавное повышение испаряемости и в восьмой декаде испаряемость достигает максимального значения и составляет 64,3 мм. В девятой и десятой декадах испаряемость снизилась до 58,5 мм, а в одиннадцатой декаде повысилась до 59,0 мм. В конце вегетации испаряемость резко снизилась до 17,1 мм.

Отношение суммарного испарения к испаряемости (E/E_0) характеризует влагообеспеченность посевов.

Рассмотрение динамики отношения E/E_0 (рис. 2) показывает, что в начале вегетации проса она находится на отметке 0,73 отн. ед., постепенно снижаясь достигает наиболее низких значений за весь период и составляет 0,30 отн. ед. и несколько повышается к концу вегетации и составляет 0,34 отн. ед.

Как видно из табл. 1, максимальное значение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы наблюдалось в первой декаде и составило 126 мм. Во второй и третьей декадах запасы влаги незначительно снизились до отметки 123 мм. Далее запасы влаги постепенно снижаются и в одиннадцатой декаде достигли минимального значения 54 мм. После чего несколько возросли и в 12,13 декадах составили 56 мм.

Ход динамики приростов действительно-возможной урожайности (ДВУ) представлен в табл. 1. Величины приростов начинаются с отметки 14,0 г/м² дек, далее резко возрастают в следующей декаде до 36,1 г/м²дек. В третьей декаде величина ДВУ незначительно снижается до 35,8 г/м²дек, после чего ДВУ начинает расти, достигая максимума в восьмой декаде и составляет 46,4 г/м²дек. к концу вегетационного периода приросты ДВУ снижаются до 8 г/м²дек.

Приросты урожайности на уровне УП начинаются с отметки 10,9 г/м²дек, после чего резко возрастают во второй декаде и составляют 28 г/м²дек. Затем плавно поднимаются, то снижаются и составляют 32,1 г/м²дек. В конце вегетационного периода УП резко снижаются до отметки 5,6 г/м²дек.

Выводы. Выполнена оценка ежедекадной динамики показателей приростов агроэкологических категорий урожайности под влиянием светового, теплого и водного режимов для Северной Степи (на примере Днепропетровской области). Для этих условий максимальные приросты потенциального урожая составляли 94,2 г/м² дек, приросты метеорологически возможного урожая – 77,4 г/м² дек, действительно возможного урожая – 46,4 г/м² дек и урожая в производстве 32,1 г/м² дек наблюдались при интенсивности ФАР 0,295 кал/ см² минуту.

Установлены различия в оптимальных значения интенсивностей ФАР, температуры воздуха и характеристик увлажнения для Северной Степи.

Список литературы

1. Полевой А.Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2004. – вип. 48. – с. 195-206.
2. Вавилов П.П. Растениеводство. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
3. Просвиркина А.Г. Гидрометеорология. Сер. Метеорология. Обзорная информация, 1985, вып.4, - 28 с.
4. Физиология сельскохозяйственных растений. Том 6. М.: Московский университет, 1970. – 654 с.

5. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоздат, 1984. -264 с.

Вплив агро кліматичних умов на динаміку приростів урожайності проса в Північному Степу.

Сиряк Н.В.

Встановлені закономірності впливу агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів врожайності проса.

Ключові слова: *просо, продуктивність, врожайність, прирости, випаровування, випаровуванність, температурний оптимум, температура повітря.*

Influence of agro climatic terms on the dynamics of increases of productivity of millet in North Steppe.

Siryak N.

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

Keywords: *millet, productivity, productivity, increases, evaporation, evaporated, temperature optimum, temperature of air.*