

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ В ЧЕРКАССКОЙ ОБЛАСТИ

Изложены результаты численных экспериментов влияния факторов света, тепла и влаги на накопление биомассы отдельных органов растения и формирования урожайности в целом применительно к условиям Черкасской области.

Ключевые слова: картофель, урожайность, модель, свет, тепло, влага.

Введение. Картофель является второй ценной продовольственной и технической культурой Украины. Колебания его урожайности от года к году, которые определяются в основном влиянием погодных условий, достаточно велики, что делает необходимым оценить воздействие агрометеорологических условий на процесс формирования урожая этой культуры.

Картофель – культура довольно широких температур, чем больше температура среды произрастания отличается от температуры родины картофеля, тем больше снижается его урожайность [4]. По агрометеорологической классификации он относится к культурам умеренного, влажного климата и рыхлых почв [3]. На родине культурного картофеля Чили он возделывается в течение многих тысячелетий в условиях обильного увлажнения (до 3000 мм) при средних суточных температурах до 15-16 °С, продолжительности дня 12-15 часов, слабовыраженных суточных амплитудах температуры, крайне редких заморозков в период вегетации и относительной влажности воздуха более 75 % [2].

Лучшая температура для прорастания клубней 18-20 °С. Всходы в этом случае на 10-12 день после посадки, в то время как при устойчивом падении температуры ниже 7,0 °С всходы нередко появляются через 30-35 дней и даже через 50 дней [3].

Пониженные температуры также отрицательно влияют на рост растения картофеля. Так, нарастание вегетативной массы почти полностью прекращается при температуре ниже 7 °С, а фотосинтез, хотя и продолжается вплоть до заморозков, происходит очень медленно.

Менее опасны пониженные температуры в начале вегетации, так как в молодом возрасте растения картофеля обладают хорошей регенерационной способностью.

Ботва картофеля (листья и стебли) при выращивании его на умеренно влажных почвах лучше развиваются при температуре воздуха 18-25 °С. В таких условиях ассимиляция двуокси углерода и образование углеводов также происходит наиболее интенсивно. При температуре воздуха 40-41 °С фотосинтез полностью прекращается [2]. Для ранних сортов картофеля наиболее благоприятной температурой клубнеобразования является 17 °С, для среднеспелых сортов 19 °С.

Высокие температуры угнетающе действуют на клубнеобразование картофеля. Особенно не благоприятно такие температуры воздействуют на ранние сорта. По данным [2] при выращивании картофеля в течении 2-х месяцев при разных температурах и одинаковых других условиях отмечено полное прекращение клубнеобразования в вариантах с температурой почвы 29 °С. В этих опытах резкое торможение процесса клубнеобразования отмечено уже при температуре почвы выше 20 °С.

Как установлено экспериментально [2], уровень температуры, кроме непосредственного влияния, имеет большое значение для ферментативных

превращений углеводов, обеспечивающих отток ассимилятов и накопление крахмала в клубнях.

Проблема оценки агрометеорологических условий формирования продуктивности сельскохозяйственных культур является одной из главных проблем агрометеорологии.

Цель этой работы – изучение оценки влияния агрометеорологических условий (засушливых и среднемноголетних) на формирование урожайности картофеля применительно к условиям Черкасской области.

К **задачам** данной работы следует отнести проведение численного эксперимента по оценке влияния засушливых агрометеорологических условий на формирование урожайности картофеля и проведение сравнительной оценки со среднемноголетними агрометеорологическими условиями.

Материалы и методы исследования. Формирование урожая рассматривается как сложная совокупность процессов фотосинтеза, дыхания, роста и развития растений, которые определяются как биологическими особенностями культуры, так и факторами внешней среды.

Черкасская область – наименьшая по площади (20,9 тыс. км², 3,5 % территории страны) и самая молодая область Центральной Украины. Она образована в 1954 году из южных районов Киевской области и левобережного Золотоношского района – Полтавской, с которыми и граничит, соответственно, на севере и востоке. К западу от Черкасской области расположена Винницкая область, а к югу – Кировоградская область. Областной центр – город Черкассы расположен на правом берегу Кременчугского водохранилища на Днестре [1].

Поверхность области неодинакова по обе стороны от Днестра. Правобережная часть расположена в пределах Приднепровской возвышенности (абсолютные высоты 80 - 266 м) отличающейся в этом районе огромным количеством разветвленных и глубоковрезанных (до 150 м) речных долин, балок и оврагов. Левобережная часть расположена на Приднепровской низменности, представляющей слабоволнистую террасированную равнину с абсолютными высотами 80 - 150 м. Среди зональных типов почв преобладают чернозёмы типичные (53 %), серые лесные и тёмно-серые оподзоленные [1]. В Черкасской области 33 водохранилища и более 650 прудов и пойменных озер. Реки и водоемы используются для рыборазведения, судоходства, орошения и выработки электроэнергии. Крупнейшая река региона – Днестр сохранила лишь небольшой 30-километровый участок естественного русла между дамбой Каневского водохранилища и устьем своего правого притока реки Ольшанка. Ниже и выше его долина заполнена водами Кременчугского (годы создания – 1959-61 годы) и Каневского (1972-78 годы) водохранилищ, ширина которых составляет 8-15 км.

Климат области умеренно-континентальный, с мягкой зимой, с частыми оттепелями (средняя температура в январе составляет –6°C) и теплым, засушливым летом (средняя температура в июле – +21°C). Период с температурой выше +10°C составляет 160-170 дней. Годовое количество осадков 450-520 мм, причем 70 % приходится на летний период. Средняя высота снежного покрова – 15-20 см. Неблагоприятные климатические явления: весенний и осенние заморозки, летом в отдельные годы бывают суховеи и ливни с градом. Область принадлежит к недостаточно влажной, тёплой агроклиматической зоне [1].

Важное значение в сельском хозяйстве Черкасской области занимает выращивание картофеля, который широко используется в области и вывозится за ее пределы. Наибольшее количество влаги картофель требует в период бутонизации и в начале клубнеобразования. Оптимальная температура для роста и развития картофеля

лежит в пределах 17-21⁰С. Температура 25-27⁰С в период клубнеобразования вредна, а при температуре более 29⁰С формирование клубней совсем останавливается.

Результаты исследования и их анализ. Факторы внешней среды обуславливают интенсивность физиологических процессов, протекающих в растении. Моделируется эффект этого воздействия, взаимосвязь между отдельными процессами на состояние растительного покрова. Моделирование формирования урожая картофеля содержит количественное описание процессов фотосинтеза, перетока запасных питательных веществ из материнского клубня, дыхания, роста и развития. Рассматривается, что растение состоит из пяти обобщенных органов – листа, стебля, корня, растущего клубня и материнского клубня.

Интенсивность фотосинтеза каждого из фотосинтезирующих органов (листьев и стеблей) описывается с учетом влияния на фотосинтез фазы развития растения, интенсивности ФАР, концентрации CO₂, температурного режима в светлое время суток и влагообеспеченности посадок, а также обеспеченности растений элементами минерального питания. Переток запасных веществ из материнского клубня в молодое растение рассматривается пропорциональным запасам вещества в материнском клубне. Наряду с перетоком углеводов из материнского клубня, особенностью растения картофеля является также темновая фиксация CO₂, которая играет довольно существенную роль в углеводном балансе. Интенсивность темновой фиксации изменяется в онтогенезе. На ранних фазах развития ночная фиксация CO₂ может составлять 15-20% фотосинтеза в полдень.

Динамика биомассы описывается ростовыми уравнениями. Дыхание учитывается через затраты на дыхание роста и дыхание поддержания.

При формировании урожая картофеля его снижение наиболее часто происходит под влиянием погодных условий

Определение параметров модели применительно к условиям Черкасской области позволяет выполнить серию численных экспериментов, направленных на изучение влияния агрометеорологических условий на формирование урожайности картофеля. Модель позволяет всесторонне оценить влияние факторов света, тепла и влаги на накопление биомассы отдельных органов растения и формирования урожайности в целом.

В табл. 1 представлен ход биомассы листьев, стеблей, корней, клубней и растения в целом при среднемноголетних агрометеорологических условиях в Черкасской области.

Как видно из представленных данных в табл.1, ход биомассы листьев увеличивался с первой по восьмую декаду вегетации; биомасса стеблей и корней также увеличивалась до восьмой декады вегетации; клубни начали свое развитие с шестой декады вегетации; масса всего растения возрастала в течение всей вегетации. Максимальная биомасса клубней составляет 649,662 г/м².

В табл. 2, представлен ход биомассы листьев, стеблей, корней, клубней и растения в целом при сложившихся засушливых условиях в Черкасской области.

Из данных табл.2 видно, что ход биомассы листьев увеличивался с первой по седьмую декаду вегетации, ход биомассы стеблей и корней также увеличивался с первой по седьмую декаду вегетации, клубни начали свое развитие с шестой декады и увеличение их биомассы наблюдалось с шестой по одиннадцатую декаду вегетации. Максимальная биомасса клубней составила 565,691 г/м².

Если сравнить полученные данные из табл.1 и табл.2, то можно сделать вывод, что при сложившихся засушливых условиях в Черкасской области биомасса листьев, стеблей и корней была значительно меньше, чем при среднемноголетних агрометеорологических условиях; засушливые условия, негативно влияют на биомассу

клубней картофеля, из табл. 2, видно, что биомасса клубней составляет 565,691 г/м², что на 83 г/м² меньше, чем при среднемноголетних агрометеорологических условиях.

Таблица 1 - Ход биомассы листьев, стеблей, корней, клубней и растения в целом при среднемноголетних агрометеорологических условиях в Черкасской области

Декада	Масса,(г/м ²)				
	листьев	стеблей	корней	клубней	целого растения
1	1,084	1,019	0,753	0	0,395
2	5,702	5,466	3,660	0	2,857
3	12,765	12,267	8,107	0	14,828
4	24,510	23,577	15,502	0	33,139
5	45,837	44,115	28,931	0	63,589
6	83,363	80,250	52,558	4,466	118,883
7	126,742	122,023	79,871	57,555	220,637
8	127,315	122,577	80,223	282,951	386,190
9	116,896	112,547	73,657	461,324	613,066
10	106,508	102,545	67,111	576,937	764,423
11	96,711	93,113	60,937	649,662	853,101

Таблица 2 – Ход биомассы листьев, стеблей, корней, клубней и растения в целом при сложившихся засушливых условиях в Черкасской области

Декада	Масса,(г/м ²)				
	листьев	стеблей	корней	клубней	целого растения
1	1,226	1,155	0,842	0	0,395
2	6,118	5,866	3,922	0	3,222
3	13,454	12,931	8,541	0	15,906
4	22,934	22,068	14,515	0	34,926
5	45,098	43,403	28,465	0	59,526
6	81,101	78,073	51,134	12,999	117,570
7	107,376	103,374	67,677	105,718	223,307
8	103,354	99,503	65,137	305,476	384,144
9	95,632	92,070	60,270	435,365	573,470
10	88,242	84,955	55,612	515,723	683,337
11	81,210	78,185	51,180	565,691	744,532

При выполнении численного эксперимента была определена сравнительная оценка площади листовой поверхности при сложившихся засушливых условиях и при среднемноголетних агрометеорологических условиях в Черкасской области.

На рис.1 представлена динамика площади листьев при сложившихся засушливых условиях и при среднемноголетних агрометеорологических условиях в

Черкасской области. Из рис. 1 можно сделать вывод, что при сложившихся засушливых условиях в Черкасской области площадь листовой поверхности картофеля была значительно меньше ($2,22-2,88 \text{ м}^2/\text{м}^2$), чем при среднемноголетних агрометеорологических условиях ($3,37-3,38 \text{ м}^2/\text{м}^2$).

$S, \text{ м}^2/\text{м}^2$

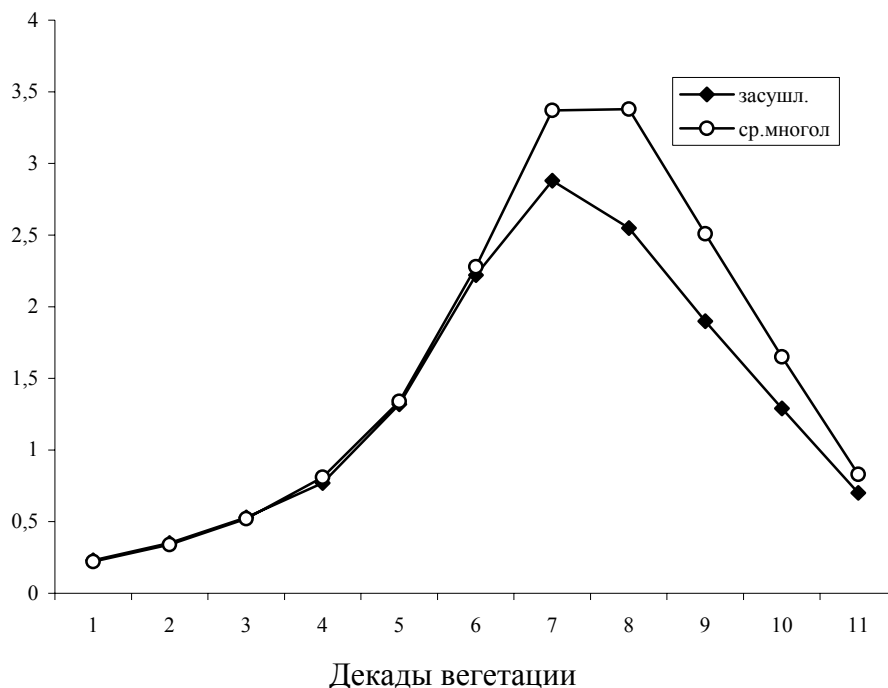


Рис. 1 – Динамика площади листьев картофеля при сложившихся засушливых условиях и при среднемноголетних агрометеорологических условиях в Черкасской области.

Интенсивность фотосинтеза

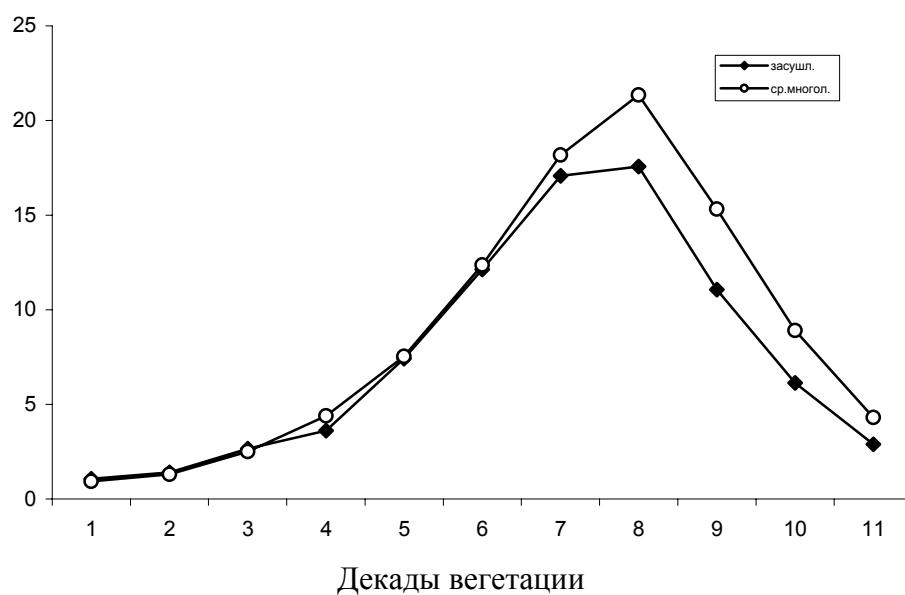


Рис. 2 – Интенсивность фотосинтеза при сложившихся засушливых условиях и при среднемноголетних агрометеорологических условиях в Черкасской области.

Рассмотрим, какова была интенсивность фотосинтеза при среднемноголетних агрометеорологических условиях и сложившихся засушливых условиях в Черкасской области. На рис. 2 представлена интенсивность фотосинтеза при среднемноголетних агрометеорологических условиях и при сложившихся засушливых условиях в Черкасской области. Из рис. 2 видно, что интенсивность фотосинтеза была значительно выше при среднемноголетних агрометеорологических условиях по сравнению со сложившимися засушливыми условиями в Черкасской области. При среднемноголетних условиях максимальная интенсивность фотосинтеза наблюдалась в седьмую, восьмую и девятую декады вегетации. При сложившихся засушливых условиях в Черкасской области максимальная интенсивность фотосинтеза была зафиксирована в седьмую декаду вегетации и была значительно ниже, чем при среднемноголетних условиях.

Выводы. Таким образом, в численных экспериментах с моделью было изучено влияние факторов внешней среды на формирование урожая картофеля, проведен анализ влияния сухих условий на формирование урожайности картофеля, дана сравнительная оценка сухих и среднемноголетних агрометеорологических условий в Черкасской области. В дальнейшем полученные данные могут быть использованы при прогнозировании урожайности картофеля.

Список литературы

1. *Агроклиматический справочник по Черкасской обл.*: Госсельхозиздат УРСР. – К., 1959. – С. 7–58.
2. *Руденко А.И.* Влияние засухи на урожай картофеля // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. –Л.: Гидрометеиздат, 1958. –С.71-94.
3. *Руденко А.И.* Некоторые итоги и пути изучения климата культурных растений (картофель) // Труды Всесоюзного научно-метеорологического совещания. –Л.: Гидрометеиздат, 1983. –Т. 8. –С. 82-88.
4. *Физиология сельскохозяйственных растений.* –М.: Изд-во МГУ, 1971. –Т. 12. – 371 с.

Моделювання впливу агрометеорологічних умов на формування врожайності картоплі в Черкаській області. Свидерська С.М.

Висловлені результати чисельних експериментів впливу факторів світла, тепла та вологи на накопичення біомаси окремих органів рослини та формування врожайності у цілому стосовно до умов Черкаської області.

Ключові слова: картопля, врожайність, модель, світло, тепло, волога.

Modelling of influence of agrometeorological conditions on the potato yield formation in Cherkas region. Sviderskaya S.M.

The results of numerical experiments of light, warmth and moisture influences on the accumulation of separate plant organs biomass and the formation of the yield as a whole considering Cherkas region conditions are set up.

Key words: potato, productivity, model, light, warmth, moisture.