

УДК 551.573:633.15
DOI 10.31395/2310-0478-2019-2-17-21



Кирилюк В. П.,
кандидат с.-г. наук, доцент,
Уманський національний університет садівництва (м. Умань), Україна
E-mail: hidrotechnik@ukr.net

СТРУКТУРА СУМАРНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ КУКУРУДЗИ

Анотація. У статті представлені результати вивчення сумарного та середньодобового водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами за різного вологозабезпечення вегетаційного періоду.

Основним джерелом вологозабезпечення рослин кукурудзи є опади вегетаційного періоду, тому було проведено аналіз погодних умов за 2010–2016 рр.

Вологозабезпеченість вегетаційного періоду значно впливала на структуру сумарного водоспоживання кукурудзи. Сумарне водоспоживання кукурудзи у середньовологі періоди вегетації змінювалося від 3164 до 4192 м³/га, середні за вологозабезпеченням періоди вегетації – від 3277 до 4174, середньопосушливі – від 2508 до 3507, посушливі вегетаційні періоди – 2708 до 2917 м³/га. Частка атмосферних опадів в загальній витраті води кукурудзи становила від 48,7 до 95,2 %, відповідно ґрунтової вологи від 51,3 до 4,8 % залежно від вологозабезпеченні вегетаційного періоду.

За період від сівби до цвітіння рослинами витрачено на формування біомаси від 48,0 до 57,5 % води від загального обсягу. Найбільшу кількість вологи кукурудза споживає в період цвітіння–молочна стиглість. За цей час рослинами було витрачено від 594 до 777 м³/га води. В структурі водоспоживання в період цвітіння–молочна стиглість на опади припадало 21,7–37,7 %, а на ґрунтової вологу – 62,3–78,3 %.

Середньодобове водоспоживання рослинами кукурудзи з шару ґрунту 0–100 см змінювалося за міжфазними періодами. Від фази сходи до цвітіння середньодобове водоспоживання збільшувалося в залежності від наявності легкодоступної вологи і опадів. У середньому за добу посівами кукурудзи випаровувалося від 19,1–22,9 м³/га в період сходи–5-й листок до 34,6–39,0 м³/га в період 15-й листок–молочна стиглість зерна. Своїх максимальних значень середньодобове водоспоживання досягало в міжфазний період цвітіння–молочна стиглість зерна і залежало від умов вологозабезпечення культури. У цей період показники середньодобового водоспоживання змінювалися від 39,8 до 43,5 м³/га.

Ключові слова: кукурудза, вологозабезпечення, запаси продуктивної вологи, сумарне водоспоживання, ґрунт.

V. P. Kyrylyuk

PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor, Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

STRUCTURE OF TOTAL WATER CONSUMPTION BY CORN

Abstract. The article presents the results of studying the total and average daily water consumption of corn for grain in interphase periods with different moisture supply of the growing season.

The main source of moisture supply for maize plants for grain is the precipitation in the vegetation period, so the weather conditions for the period from 2010 to 2016 were analyzed.

The moisture supply of the growing season had a significant impact on the structure of total water consumption of corn for grain. The total water consumption of maize for grain varied in wet growing periods from 3164 to 4192 m³/ha, average periods of vegetation with average water supply – from 3277 to 4174, in medium wet growing seasons – from 2508 to 3507, arid vegetation periods from 2708 to 2917 m³/ha. The share of atmospheric precipitation in the total consumption of maize water for grain ranged from 48.7 to 95.2 %, and the share of soil moisture ranged from 51.3 to 4.8 %, respectively, and depending on the water supply in the growing season.

During the period from sowing to flowering plants spent on average from 48.0 to 57.5 % of water from the total amount on the formation of biomass. The highest amount of moisture is consumed by corn from the flowering period to the stage of milky ripeness. During this period the plants consumed from 594 to 777 m³/ha of moisture. In the structure of water consumption from the flowering period to the milky ripeness stage precipitation accounted for 21.7–37.7 %, and the use of soil moisture made up 62.3–78.3 %.

The average daily water consumption of corn plants for grain from soil layer 0–100 cm changes in interphase periods. From the stage from sprouting to flowering, the average daily water consumption increased depending on the availability of easily accessible moisture and precipitation. On average, maize crops evaporated per day from 19.1–22.9 m³/ha in the period of germination the 5th leaf stage to 34.6–39.0 m³/ha at the 15th leaf stage in the milky ripeness of grain. The maximum daily average water consumption reached its maximum values in the interphase period from flowering to milky ripeness of grain and depended on the conditions of water supply of the crop. During this period, the indexes of average daily water consumption varied from 39.8 to 43.5 m³/ha.

Key words: maize for corn, moisture, supply of productive moisture, total water consumption, soil.

Постановка проблеми. Для отримання високих урожаїв необхідно забезпечити життєву потребу культурних рослин у воді, тому одним з основних завдань землеробства є створення водного режиму ґрунту, який відповідає їх потребам.

Оптимізація водного режиму посівів кукурудзи набуває характеру керованого технологічного процесу.

В основі управління лежить сумарне водоспоживання посівів в цілому за вегетацію і за окремі проміжки росту та розвитку рослин.

Для вирішення багатьох проблем при вирощуванні кукурудзи необхідна повна інформація про стан і роль води в біологічних системах, в яких проходять процеси фотосинтезу, дихання, транспорту елементів

мінерального живлення, передачу енергії і водообмін в цілому. Взаємозв'язок цих процесів впливає на стійкість рослин до несприятливих факторів середовища. Будучи складним об'єктом дослідження, сумарне водоспоживання характеризується сукупністю діючих у часі процесів використання, накопичення, розподілу та перетворення ґрунтової вологи, її взаємодії з іншими природними тілами під дією зовнішніх природних і меліоративних факторів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним з основних факторів, що визначають ріст, розвиток рослин і формування врожаю, є ступінь забезпеченості їх вологою, особливо в умовах нестійкого зволоження Лісостепу [1].

Ґрунт є практично єдиним джерелом вологи для рослин, тому накопичення і продуктивна витрата її з ґрунту – одне з головних агротехнологічних заходів у підвищенні врожаю сільськогосподарських культур в умовах нестійкого зволоження [2, 3].

Сумарна витрата вологи посівами кукурудзи складається з випаровування її з поверхні ґрунту і транспірації рослин [4]. Незважаючи на посухостійкість, кукурудза протягом вегетаційного періоду споживає велику кількість води на створення великого врожаю біомаси [5–7]. На початку вегетації кукурудзи випаровування вологи з поверхні ґрунту переважає над транспірацією. Надалі, у міру росту і розвитку рослин, втрати її на транспірацію і випаровування вирівнюються, а в кінці вегетації процеси транспірації переважають над випаровуванням вологи з поверхні ґрунту [8]. Велика площа листової поверхні призводить до збільшення кількості споживаної вологи, у зв'язку з чим, у міру поліпшення агрофону вологозабезпеченість посівів значно погіршується [9].

У зв'язку з нестійкими оптимальними запасами ґрунтової вологи, нерівномірним випаданням опадів у період вегетації кукурудзи важливо встановити закономірності структури водоспоживання кукурудзи в залежності від вологозабезпечення вегетаційного періоду.

Мета статті – оцінити вплив вологозабезпеченості вегетаційного періоду на структуру сумарного водоспоживання кукурудзи в умовах нестійкого зволоження Лісостепу Черкаської області.

Методика дослідження. Вивчення водоспоживання посівами кукурудзи проводили методом водного балансу [10]. Враховуючи витрату ґрунтової вологи і кількість опадів, що випадають упродовж росту й розвитку рослин, вдається отримати інформацію про сумарне водоспоживання посівами або евапотранспірацію. Ця величина дає найбільш повну картину стану водного режиму агроценозів кукурудзи, оскільки є інтегральним показником інтенсивності перебігу двох процесів, що визначають витрату вологи посівами – транспірації рослинами і фізичного випаровування з поверхні ґрунту.

Для визначення кількісних значень показників тепло- і вологозабезпечення території Черкаської області за початкові дані взяті матеріали спостережень 4 метеорологічних станцій (Звенигородка, Умань, Сміла, Чигирин), порівняно рівномірно розташованих на досліджуваній території [11].

Основні результати дослідження. Вегетаційні періоди кукурудзи за вологозабезпеченістю можна віднести: до середньовологого – 2011 р. (метеостанції Умань, Сміла і Чигирин – опадів випало відповідно 399,2, 295,3 і 273,4 мм забезпеченістю 20, 35 і 37 %), 2014 р. (метеостанція Сміла – опадів випало 319,4 мм забезпеченістю 29 %), 2015 р. (метеостанція Чигирин – опадів випало 355,3 мм забезпеченістю 17 %) і 2016 р. (метеостанція Чигирин – опадів випало 342 мм забезпеченістю 19 %); до середнього – 2010 р. (метеостанції Умань і Чигирин – опадів випало відповідно 279,1 і 236 мм забезпеченістю 53 %), 2011 р. (метеостанція Звенигородка – опадів випало 259 мм забезпеченістю 52 %), 2012 р. (метеостанція Звенигородка – опадів випало 239,7 мм забезпеченістю 57 %), 2013 р. (метеостанція Сміла – опадів випало 255,4 мм забезпеченістю 51 %),

2014 р. (метеостанції Звенигородка і Умань – опадів випало відповідно 284,4 і 244,5 мм забезпеченістю 41 і 62 %), 2015 р. (метеостанції Сміла – опадів випало 223 мм забезпеченістю 61 %), 2016 р. (метеостанції Звенигородка і Сміла – опадів випало відповідно 249,6 і 233 мм забезпеченістю 54 і 58 %); до середньопосушливого – 2010 р. (метеостанції Звенигородка і Сміла – опадів випало відповідно 187,6 і 180,7 мм забезпеченістю 73 і 75 %), 2012 р. (метеостанції Сміла і Чигирин – опадів випало відповідно 201,3 і 149,8 мм забезпеченістю 69 і 80 %), 2013 р. (метеостанції Умань і Чигирин – опадів випало відповідно 187,2 і 170,2 мм забезпеченістю 77 і 75 %), 2014 р. (метеостанція Чигирин – опадів випало 196,8 мм забезпеченістю 66 %), 2015 р. (метеостанції Звенигородка і Умань – опадів випало відповідно 170,1 і 179,6 мм забезпеченістю 78 і 79%) і 2016 р. (метеостанція Умань – опадів випало 234,7 мм забезпеченістю 65 %); до посушливого – 2012 р. (метеостанція Умань – опадів випало 131,8 мм забезпеченістю 90 %) і 2013 р. (метеостанція Звенигородка – опадів випало 143,7 мм забезпеченістю 85 %).

Дослідження показали, що зміна структури водоспоживання значно залежить від погодних умов вегетаційного періоду. Величина сумарного водоспоживання кукурудзи (атмосферні опади вегетаційного періоду + використання ґрунтової вологи) становила: в середньовологі періоди вегетації 2011 р. (метеостанції Звенигородка, Сміла і Чигирин), 2014 р. (метеостанція Сміла), 2015 р. (метеостанція Чигирин) і 2016 р. (метеостанція Чигирин) – 3164–4192 м³/га; середній за вологозабезпеченням період вегетації 2010 р. (метеостанції Умань і Чигирин), 2011 р. (метеостанція Звенигородка), 2012 р. (метеостанція Звенигородка), 2013 р. (метеостанція Сміла), 2014 р. (метеостанції Звенигородка і Умань), 2015 р. (метеостанція Сміла) і 2016 р. (метеостанція Звенигородка і Сміла) – 3277–4174 м³/га; середньопосушливі вегетаційні періоди 2010 р. (метеостанції Звенигородка і Сміла), 2012 р. (метеостанції Сміла і Чигирин), 2013 р. (метеостанції Умань і Чигирин), 2014 р. (метеостанція Чигирин), 2015 р. (метеостанції Звенигородка і Умань) і 2016 р. (метеостанція Умань) – 2508–3507 м³/га; посушливі вегетаційні періоди 2012 р. (метеостанція Умань) – 2708 м³/га і 2013 р. (метеостанція Звенигородка) – 2917 м³/га (табл. 1).

Погодні умови та кількість опадів вегетаційного періоду по різному впливали на складові сумарного водоспоживання. Так, у середньовологі вегетаційні періоди 2011 р. (метеостанції Звенигородка, Сміла і Чигирин), 2014 р. (метеостанція Сміла), 2015 р. (метеостанція Чигирин) і 2016 р. (метеостанція Чигирин) на опади в складовій випаровування припадало 81,0–95,2 %, а на використання ґрунтової вологи – 4,8–19,0 %. Опади у складовій сумарного водоспоживання для середніх за вологозабезпеченням вегетаційних періодів 2010 р. (метеостанції Звенигородка і Сміла), 2012 р. (метеостанції Сміла і Чигирин), 2013 р. (метеостанції Умань і Чигирин), 2014 р. (метеостанція Чигирин), 2015 р. (метеостанції Звенигородка і Умань) і 2016 р. (метеостанція Умань) становили 66,1–74,9 %, а використання ґрунтової вологи – 25,1–33,9 %.

В середньопосушливі вегетаційні періоди 2010 р. (метеостанції Звенигородка і Сміла), 2012 р. (метеостанції Сміла і Чигирин), 2013 р. (метеостанції Умань і Чигирин), 2014 р. (метеостанція Чигирин), 2015 р. (метеостанції Звенигородка і Умань) і 2016 р. (метеостанція Умань) опади в складовій водоспоживання становили 53,7–66,9 %, а використання ґрунтової вологи – 33,1–46,3 %. Для посушливих вегетаційних періодів 2012 р. (метеостанція Умань) і 2013 р. (метеостанція Звенигородка) опади у складовій водоспоживання становили відповідно 48,7 і 49,3 %, використання ґрунтової вологи – 51,3 і 50,7 %.

У початковій фазі росту й розвитку рослини споживали незначну кількість води, хоча запаси її у ґрунті зазвичай були достатніми. Так в період сівбасходи водоспоживання кукурудзи у середньому за роки досліджень змінювалося від 154 м³/га (метеостанція

Сміла) до 210 м³/га (метеостанція Умань), а в період сходи–5-листок змінювалося від 201 м³/га (метеостанція Сміла) до 320 м³/га (метеостанція Умань) і покривалося за рахунок опадів (рис. 1).

Водоспоживання період в 5-листок–9-листок змінювалося від 245 м³/га (метеостанції Умань, Сміла, Чигирин – повністю покривалося опадами) до 414 м³/га (метеостанція Звенигородка – опади – 67,9 %, використання ґрунтової вологи – 32,1 %). В структурі водоспоживання (метеостанції Звенигородка, Сміла) в період 9-листок–15-листок на опади припадало 75,6–76,2 %, а використання ґрунтової вологи – 13,8–14,4 %. На метеостанціях Чигирин і Умань водоспоживання за цей період покривалося за рахунок опадів.

За період від сівби до цвітіння рослинами витрачено на формування біомаси у середньому від 48,0 (метеостанція Сміла) до 57,5 % (метеостанція Умань) води від загального

обсягу. Найбільша кількість вологи кукурудза на зерно споживає в період цвітіння–молочна стиглість. За цей час рослинами було витрачено від 594 (метеостанція Умань) до 777 м³/га (метеостанція Сміла) вологи. В структурі водоспоживання в період цвітіння – молочна стиглість на опади припадало 21,7–37,7 %, а використання ґрунтової вологи – 62,3–78,3 %. У період молочна–повна стиглість зерна споживання води кукурудзою в середньому за роки різко скорочується і воно склало від 299 (метеостанція Сміла) до 332 м³/га (метеостанція Чигирин).

Аналізуючи отримані результати за 2010–2016 рр. можна відзначити, що середньодобове водоспоживання рослинами кукурудзи з шару ґрунту 0–100 см змінюється за міжфазними періодами (рис. 2). У період від сівби до появи сходів середньодобове водоспоживання змінювалося від 14,2 (метеостанція Звенигородка) до 19,8 м³/га (метеостанція Умань).

Таблиця 1

Структура сумарного водоспоживання кукурудзи

Метеостанція	Роки	Запаси продуктивної вологи, м ³ /га		Використання ґрунтової вологи		Опади за вегетацію, м ³ /га	Використання опадів		Сумарне водоспоживання, м ³ /га
		Сівба	Повна стиглість	м ³ /га	від сумарного водоспоживання, %		м ³ /га	від сумарного водоспоживання, %	
Середньовологий									
Умань	2011	1480	1280	200	4,8	3992	3992	95,2	4192
Сміла	2011	1290	750	540	15,5	2953	2953	84,5	3493
	2014	1700	950	750	19,0	3194	3194	81,0	3944
Чигирин	2011	1210	780	430	13,6	2734	2734	86,4	3164
	2015	970	670	300	7,8	3553	3553	92,2	3853
	2016	1450	1120	330	8,8	3420	3420	91,2	3750
Середній									
Звенигородка	2011	1480	610	870	25,1	2590	2590	74,9	3460
	2012	1530	650	880	26,9	2387	2387	73,1	3277
	2014	1630	300	1330	31,9	2844	2844	68,1	4174
	2016	1690	410	1280	33,9	2496	2496	66,1	3776
Умань	2010	1620	500	1120	28,6	2791	2791	71,4	3911
	2014	1650	520	1130	31,6	2445	2445	68,4	3575
Сміла	2013	1730	580	1150	31,1	2554	2554	68,9	3704
	2015	1360	270	1090	32,8	2230	2230	67,2	3320
	2016	1620	530	1090	31,9	2330	2330	68,1	3420
Чигирин	2010	1440	260	1180	33,3	2360	2360	66,7	3540
Середньопосушливий									
Звенигородка	2010	1690	70	1620	46,3	1876	1876	53,7	3496
	2015	1440	160	1280	38,9	1701	1701	61,1	2981
Умань	2013	1230	250	980	34,9	1827	1827	65,1	2807
	2015	1570	360	1210	40,3	1796	1796	59,7	3006
	2016	1390	230	1160	33,1	2347	2347	66,9	3507
Сміла	2010	1490	130	1360	42,9	1807	1807	57,1	3167
	2012	1850	540	1310	39,4	2013	2013	60,6	3323
Чигирин	2012	1220	210	1010	40,3	1498	1498	59,7	2508
	2013	1510	270	1240	42,2	1702	1702	57,8	2942
	2014	1230	170	1060	35,0	1968	1968	65,0	3028
Посушливий									
Звенигородка	2013	1780	300	1480	50,7	1437	1437	49,3	2917
Умань	2012	1660	270	1390	51,3	1318	1318	48,7	2708

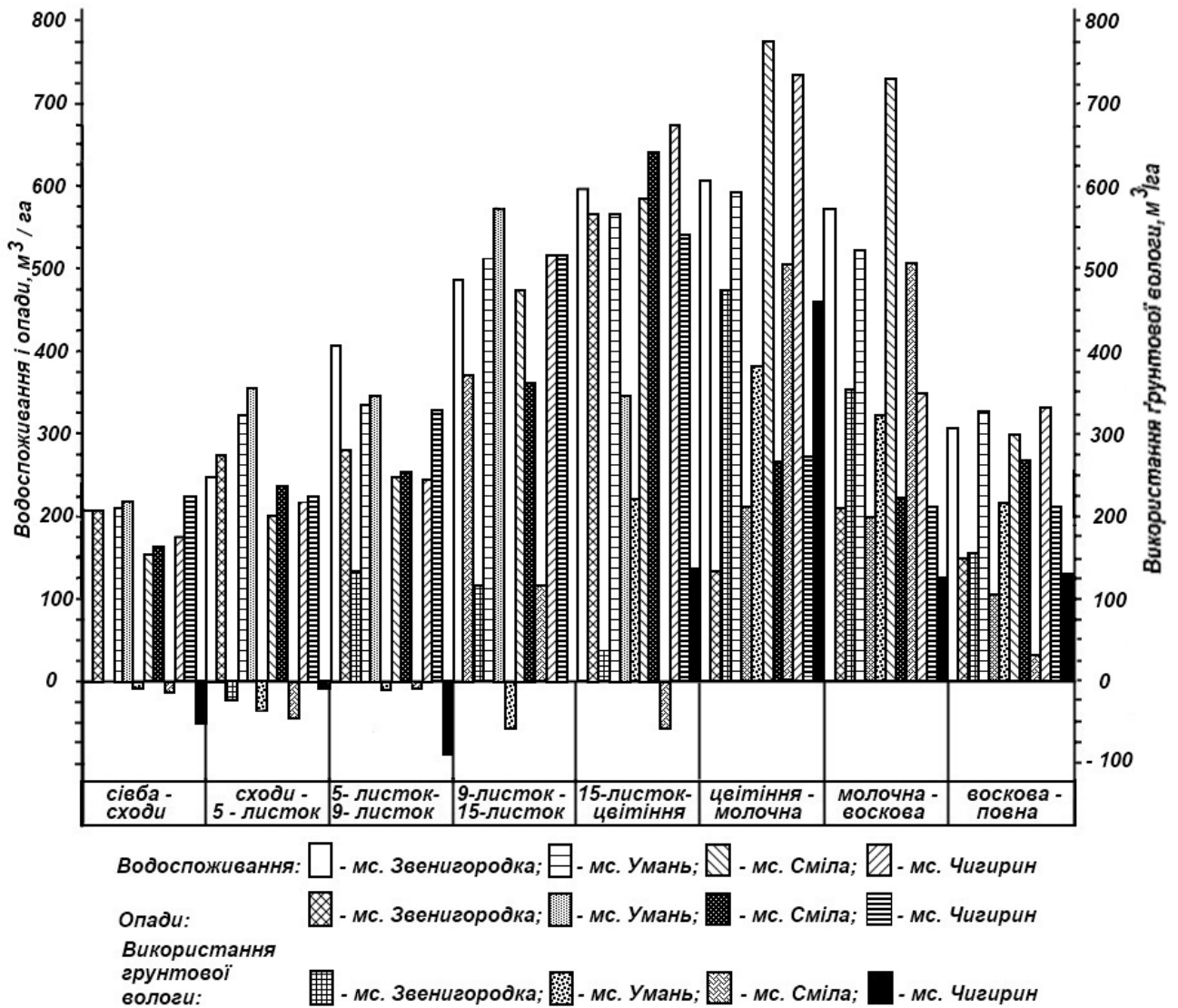


Рис. 1. Водоспоживання кукурудзи на зерно за міжфазними періодами (2010–2016 рр.), м³/га

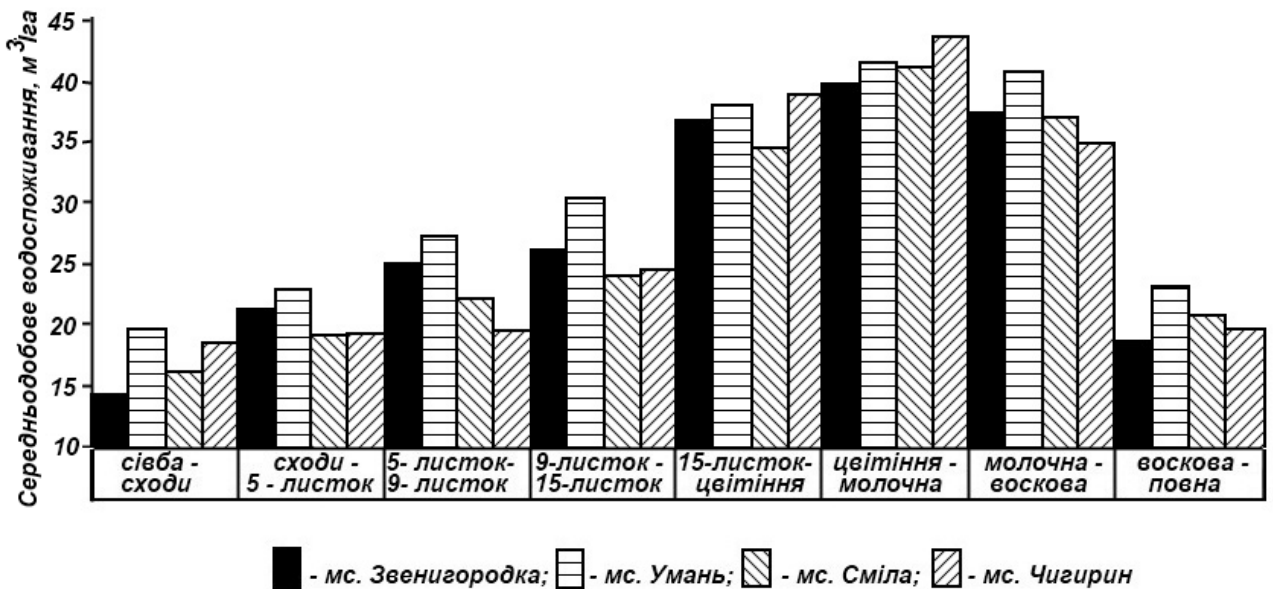


Рис. 2. Середньодобове водоспоживання кукурудзи за міжфазними періодами (2010–2016 рр.), м³/га

Від фази сходи до цвітіння середньодобове водоспоживання збільшувалося в залежності від наявності легкодоступної вологи і опадів. У середньому за добу посівами кукурудзи випаровувалося від 19,1–22,9 м³/га в період сходи–5-й листок до 34,6–39,0 м³/га в період 15-й листок–молочна стиглість зерна. Своїх максимальних значень середньодобове водоспоживання досягало в міжфазовий період цвітіння–молочна стиглість зерна і залежало від умов вологозабезпечення культури. У цей період показники середньодобового водоспоживання змінювалися від 39,8 (метеостанція Звенигородка) до 43,5 м³/га (метеостанція Чигирин). Надалі, починаючи з міжфазного періоду молочна–воскова стиглість до повного дозрівання, витрати води на добу поступово зменшуються, що пов'язано, в першу чергу, з біологічним старінням культури.

Для кукурудзи характерний одновершинний хід кривої сумарного водоспоживання. Це свідчить про істотну залежність інтенсивності водоспоживання від наявних енергетичних ресурсів атмосфери, що характеризуються мінімальними метеорологічними умовами.

Висновки. Вологозабезпеченість посівів кукурудзи формувалася залежно від погодних умов у роки досліджень. Її сумарне водоспоживання залежало від вихідних запасів вологи у ґрунті, кількості опадів і метеорологічних умов продовж вегетації. Більшу частину витрат (окрім посушливих вегетаційних періодів) у сумарному водоспоживанні кукурудзи складали опади вегетаційного періоду. У початковій фазі росту й розвитку кукурудза споживала незначну кількість води, хоча запаси її в ґрунті зазвичай були достатніми. Найбільшу кількість вологи вона споживає в період цвітіння–молочна стиглість. За цей час рослинами було витрачено від 594 до 777 м³/га вологи. У структурі водоспоживання в період цвітіння–молочна стиглість на опади припадало 21,7–37,7 %, а використання ґрунтової вологи – 62,3–78,3 %.

Середньодобове водоспоживання рослинами кукурудзи з шару ґрунту 0–100 см змінюється за міжфазними періодами. В середньому за добу посівами кукурудзи випаровується від 19,1–22,9 м³/га в період сходи–5-й листок до 34,6–39,0 м³/га в період 15-й листок–молочна стиглість зерна. Своїх максимальних значень середньодобове водоспоживання досягає в міжфазний період цвітіння – молочна стиглість зерна і залежить від умов вологозабезпечення культури. У цей період показники середньодобового водоспоживання змінювалися від 39,8 до 43,5 м³/га.

Література

1. Мартинюк І.В., Єщенко В.О., Карнаух О.Б., Каричковський Д.Л. Умови вологозабезпечення рослин при мінімізації обробітку ґрунту під

просапні культури в районах нестійкого зволоження Лісостепової зони. *Вісник аграрної науки південного регіону*. Одеса, 2001. Вип. № 2. С. 156–159.

2. Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Вплив вологозабезпечення вегетаційного періоду на запаси продуктивної вологи і водоспоживання ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2017. Вип. № 1. С. 18–25.
3. Кирилюк В.П. Динаміка запасів продуктивної вологи і водоспоживання пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2018. Вип. № 1. С. 9–15.
4. Петинів Н.С., Швечикова А.П. Влияние различной степени влагообеспеченности на водный обмен и продуктивность кукурузы *Биологические основы орошаемого земледелия*: монография. М.: Наука, 1974. С. 190–200.
5. Шпаар Д., Шлапунов В., Щербаків В., Ястер К. Кукуруза: монография. Минск: Белорусская наука, 1998. 200 с.
6. Васин Г., Кресович Б., Толмур М. Влияние режима увлажнения на урожайность кукурузы. *Кукуруза и сорго*, 1997. № 5. С. 17–18.
7. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы: монография. Москва: Агропромиздат, 1986. 189 с.
8. Золотов В.И., Пономаренко А. К., Несенов Н. Ф. Фотосинтез и водный режим растений. *Кукуруза и сорго*. 1994. № 1. С. 5–7.
9. Толорая Т. Р., Малаканова В. П. Роль водопотребления в повышении продуктивности кукурузы. *Кукуруза и сорго*. 2001. № 4. С. 2–3.
10. Костяков А.Н. Основы мелиораций: учебник. Москва: Сельхозгиз, 1960. 631 с.
11. Агрометеорологічний огляд за 2010–2016 рік по Черкаській області. Черкаси: Черкаський обласний центр з гідрометеорології.

References

1. Martyniuk I.V., Yeshchenko V.O., Karnauh O.B., Karichkovsky D.L. Conditions of water supply of plants at minimization of soil cultivation under cultivated crops in the areas of unstable moistening of the Forest-steppe zone. *Bulletin of agrarian science of the southern region*. Odessa, 2001. Issue. №2. P. 156–159.
2. Kyryliuk V.P., Shemyakin M.V. Influence of water supply of vegetation period on the supply of productive moisture and water consumption of spring barley in the Right-Bank Forest Steppe. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*. Uman, 2017. Issue № 1. P. 18–25.
3. Kyryliuk V.P. Dynamics of productive moisture supply and water consumption of winter wheat in the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*. Uman, 2018 Issue. № 1. P. 9–15.
4. Petiniv, N. S., Shvetikova A. P. The influence of various degrees of soil water supply on water metabolism and productivity of maize. *Biological principles of irrigated agriculture*. M.: Nauka, 1974. P. 190–200.
5. Shpaar D., Shlapunov, V. Shcherbakov V., Yaster K. Maize. Minsk: Belarusian nauka, 1998. 200 p.
6. Vasin G. Kresovich B., Tolmur M. The influence of moisture regime on the yields of maize. *Kukuruza i sorgo*. 1997. № 5. P. 17 – 18.
7. Volodarsky N. I. Biological principles of maize cultivation. Moskva: Agropromizdat, 1986. 189 p.
8. Zolotov V.I., Ponomarenko A.K., Nesenov N.F. Photosynthesis and water regime of plants. *Kukuruza i sorgo*. 1994. № 1. P. 5–7.
9. Toloraya, T.R., Molokanova V.P. The role of water consumption in increasing the productivity of maize. *Kukuruza i sorgo*. 2001. № 4. P. 2–3.
10. Kostiaikov A.N. Fundamentals of melioration. Moskva: Selkhozgiz, 1960. –631 p.
11. Agrometeorological review the period from of 2010 to 2016 in Cherkasy region. Cherkasy: Cherkasy regional center of hydrometeorology.