

**ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ
КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ
ПОВОЛЖЬЯ**

**Тойгильдин А.Л., доктор сельскохозяйственных наук,
доцент,**

тел. 8(8422)55-95-81, atoigildin@yandex.ru

Тюрин А.В., аспирант, тел. 8-(8422)55-95-75,

a.tyrin@agro-market.su

**Подсевалов М.И., кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, тел. 8(8422)55-95-75, zemledelugsha@yandex.ru**

Аюпов Д.Э., кандидат сельскохозяйственных наук,

тел. 8(8422)55-95-75, zemledelugsha@yandex.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** кукуруза на зерно, ФАО, продуктивная влага, урожайность, коэффициент водопотребления.*

В статье приведены результаты оценки динамики накопления продуктивной влаги в почве, суммарное водопотребление, урожайность и коэффициенты водопотребления гибридов кукурузы на зерно в зависимости от способа защиты растений от засоренности и систем удобрения в условиях лесостепной зоны Поволжья.

Введение. Повышение продуктивности пашни и валового сбора зерна в аграрном производстве лесостепной зоны Поволжья связано с достижениями селекции, совершенствованием агротехнологий и расширением видового состава сельскохозяйственных культур. Среди высокопродуктивных культур заслуживает внимание

кукуруза, которая в условиях Ульяновской области при правильном подборе сортов и гибридов, достаточной влагообеспеченности и оптимального питания растений способна формировать более 10,0 т/га зерна [1]. Следует учесть, что в условиях лесостепной зоны Поволжья лимитирующим фактором урожайности является влагообеспеченность [2]. Так, за период 1975 - 2015 гг. очень сильные засухи были отмечены 2 раза (1981 и 1995 гг.), сильные засухи повторялись 4 раза (1975, 1979, 1998, и в 2010 гг.), средней интенсивности засуха была отмечена 2 раза (2008 и 2009 гг.), слабые засухи 4 раза (1991, 2002, 2012 и 2014 гг.), а в остальные годы (28 лет), засуха отсутствовала. Таким образом, в течение 40 лет засухи повторялись 12 раз или в 30 % случаях [3].

Учитывая, что в данной почвенно-климатической зоне часто наблюдаются климатические колебания, подбор гибридов и приемов агротехники кукурузы на зерно, отличающихся наибольшей адаптаций к условиям возделывания, является актуальной задачей эффективного растениеводства.

Цель исследований: провести оценку объема водопотребления и урожайности гибридов кукурузы на зерно в зависимости от продолжительности вегетации, способов защиты растений от засоренности и питания растений в условиях лесостепной зоны Поволжья.

Задачи исследований:

- изучить динамику содержания продуктивной влаги в почве по фазам развития гибридов кукурузы на зерно;
- оценить вклад источников влаги в формирование урожайности кукурузы на зерно;
- определить урожайность гибридов кукурузы на зерно при различных агротехнологиях;

- дать оценку суммарному водопотреблению и коэффициенту водопотребления кукурузы на зерно по гибридам и различным агротехнологиям в условиях лесостепной зоны Поволжья.

Методика исследований.

Полевой опыт по изучению водопотреблению и продуктивности гибридов кукурузы на зерно в зависимости от агротехнических приемов проводился на опытном поле ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, расположенном в Чердаклинском районе Ульяновской области.

Схема полевого опыта подразумевала изучение 3 факторов:

Фактор А – гибриды кукурузы, отличающиеся продолжительностью вегетации: А₁ - Талисман ФАО 180; А₂ - Гитаго ФАО 200; А₃ - Феномен ФАО 220; А₄ - Новотоп ФАО 240.

Фактор В – способ защиты растений от засоренности:

В₁ – 2-х кратная междурядная обработка почвы в посевах кукурузы;

В₂ – внесение гербицида Элюмис, МД (75 г/л мезотрион + 30 г/л никосульфурон).

Фактор С – система удобрения:

С₁ – аммиачная селитра под культивацию – 100 кг/га + при посеве диаммофоска - 100 кг/га;

С₂ - аммиачная селитра под культивацию – 100 кг/га + при посеве диаммофоска - 100 кг/га + в фазу 3-5 листьев листовая подкормка Изагри Азот 2 л/га + в фазу 6-8 листьев Изагри Zn 1 л/га.

Кукуруза на зерно размещалась в севообороте: чистый пар - озимая пшеница – кукуруза на зерно - соя. Посев производили сеялкой ТСМ – 4150, норма высева 75 тыс. шт./га. Основная обработка почвы проводилась по следующей схеме: послеуборочное дискование почвы на 8-10

см + вспашка на глубину 25-27 см.

Почва опытного участка - чернозем выщелоченный среднемогучный среднесуглинистый. Повторность 3-х кратная, расположение делянок рендомезированное, размер делянки 56 кв. м. посевной площади.

Погодные условия в годы проведения исследований были различными. Вегетационный период 2017 года характеризовался большим количеством осадков (за май-август выпало 324 мм) и пониженной температурой воздуха в мае-июле, при этом ГТК_{май-август} составил 1,59 ед, что существенно сместили сроки созревания и уборку гибридов кукурузы.

В 2018 году посев произвели 10 мая, и за 2 декаду выпало 16 мм осадков при высокой температуре воздуха (на 3,0 °С выше нормы), что положительно сказалось на получении всходов кукурузы. Однако количество осадков за май-август составило всего 83 мм, а ГТК=0,37 ед., что характеризуется как сильная засуха, при этом особенно засушливым сложились летние месяцы, что отрицательно сказалось на формировании урожая зерна кукурузы.

Весна 2019 года была ранней, отмечалось быстрое нарастание температуры воздуха, при этом май характеризовался повышенной температурой воздуха (на 2,8 °С выше нормы) и был засушливым (ГТК= 0,29 ед.). Июнь отличался засушливостью, июль был благоприятным для растений кукурузы, в августе выпало 114 мм осадков, что на 65 мм больше нормы и способствовало формированию выполненного початка кукурузы. В целом вегетационный период 2019 года был достаточно увлажненным, ГТК за май-август составил 0,99 ед.

Исследования проводились по общепринятым методикам [4, 5].

Результаты исследований.

Формирование величины урожая имеет тесную связь с запасами продуктивной влаги в почве и водопотреблением посевов, при этом с целью регулирования водного режима почвы и посевов необходимо иметь информацию о формировании запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы и расходе ее на физическое испарение и транспирацию.

По нашим многолетним исследованиям весной перед посевом яровых культур оптимальные запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы находятся в пределах 130-160 мм. Как правило, уже в третьей декаде мая - начале июня, содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы существенно снижается, и составляет менее 100 мм, при этом существенные потери влаги отмечаются на непродуктивное испарение [6].

Многолетние исследования показывают, что влажность корнеобитаемого слоя черноземных почв, в период вегетации растений подвергается значительным изменениям. Имеющийся материал предыдущих лет исследований показывает, что увеличение влажности почв благодаря осенне-зимним и весенним осадкам происходит в основном в слое 0-80 см, а влажность почвы нижележащих слоев в течение года почти не меняется и даже во влажные годы [7, 8, 9, 10]. При этом следует понимать, что запас продуктивной влаги, имеющийся в почве к моменту посева сельскохозяйственных культур - основной фактор формирования урожайности и главный резерв для получения стабильно высоких урожаев.

Наши исследования показывают динамику содержания продуктивной влаги в почве по годам (таблица 1).

Оценивая запасы продуктивной влаги по шкале, принятой в земледелии, накопление доступной влаги в годы исследований перед посевом кукурузы были хорошими, и очень хорошими [11]. Так, в 2017 году запасы доступной влаги в метровом слое достигали 149,8 – 153,2 мм, в 2018 году весенние запасы влаги составили - 162,8 – 165,3 мм, а в 2019 году - 157,0 – 160,4 мм. В среднем за три года запасы продуктивной влаги перед посевом кукурузы составляли 157,8 - 159,4 мм не выявив особых различий по вариантам опыта.

Таблица 1 - Динамика запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см под посевами кукурузы на зерно

Гибрид	ФАО	Продолжительность вегетации, дней	Количество влаги по фазам роста			
			Посев	3-5 листьев	Выбрасывание метелки	Полная спелость
2017 год						
Талисман	180	130	151,1	132,3	107,6	71,8
Гитаго	200	131	152,4	131,4	108,0	71,9
Феномен	220	134	152,9	132,4	108,2	70,8
Новотоп	240	142	152,4	132,2	108,1	72,0
2018 год						
Талисман	180	113	163,9	115,1	83,9	51,1
Гитаго	200	115	164,8	114,2	83,0	50,4
Феномен	220	115	164,3	115,2	82,9	51,8
Новотоп	240	120	164,2	114,8	82,6	53,0
2019 год						
Талисман	180	113	159,2	122,7	95,7	63,0
Гитаго	200	115	158,8	123,4	95,0	61,2
Феномен	220	118	159,2	121,7	94,6	62,1
Новотоп	240	122	158,9	123,9	94,7	60,7
В среднем						
Талисман	180	119	158,1	123,4	95,7	62,0
Гитаго	200	120	158,7	123,0	95,3	61,2
Феномен	220	122	158,8	123,1	95,2	61,6
Новотоп	240	128	158,5	123,6	95,1	61,9

В дальнейшем в связи с ростом растений и усилением расходов воды на физическом и физиологическом испарении, запасы продуктивной влаги к периоду 3-5

листьев кукурузы уменьшились на 34 – 36 мм и составляли в среднем 123,0 – 123,6 мм.

В 2017 году остаточные запасы продуктивной влаги перед уборкой кукурузы составляли 70,8 – 72,0 мм, в 2018 году – 51,1 – 53,0 мм, и в 2019 году – 61,7 – 60,3 мм, разница по годам диктуется сроками уборки и выпавшими к этому моменту осадками. В среднем за 3 года сохранялось 61,2 – 62,0 мм, при этом отсутствовала существенная разница по гибридам, вариантам защиты растений и системам удобрения.

Наибольшее водопотребление растениями кукурузы было отмечено в условиях избыточной влагообеспеченности в 2017 году - 377,9 – 383,0 мм, а наименьшее в засушливом 2018 году - от 208,9 мм (гибрид Талисман, междурядная обработка на первом фоне удобрений) до 228,7 мм (гибрид Новатоп, гербицидная технология на первом фоне питания).

Формирование урожая происходит за счет почвенных ресурсов влаги, накопленных к севу культур и атмосферных осадков, выпавших в продолжение вегетации. Долевое участие этих двух участников влаги в накоплении урожая разных культур неодинаково.

За вегетационный период 2017 года, посевами кукурузы израсходовано 377,9 - 383,0 мм, при этом из почвы - 78,4-82,2 мм, что составляет 20,7 – 21,5 % от общего водопотребления, на долю осадков приходилось 300,6 - 301,2 мм или 78,5 – 79,5 %.

В 2018 году количество осадков за вегетацию осадков составило 97,4 – 116,1 мм, составив в суммарном водопотреблении кукурузы 45,8 – 47,7 % по гибридам Талисман, Гитаго и Феномен и 50,8 – 51,4% на гибриде Новатоп, доля почвенной влаги в суммарном расходе составляла соответственно 52,8 – 54,2 % и 48,6 – 49,2 %.

Расход влаги в посевах кукурузы в 2019 году имеет свою особенность. Количество осадков за период вегетации составило от 211,3 мм (Талисман) до 223,5 мм (Новатоп). Минимальное количество влаги израсходовано на гибриде Талисман - 307,1 - 308,0 мм, максимальное на гибриде Новатоп - 320,7 - 322,9 мм. В 2019 году формирование урожая осуществлялось в основном за счёт атмосферных осадков, выпавших в продолжение вегетации, их долевое участие составило 68,6-70,0 %, на долю влаги из почвы в суммарном расходе пришлось 30,0-31,4 % или 94,2-100,4 мм.

Таблица 2 – Водопоглощение гибридов кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Поволжья в зависимости от защиты растений и системы удобрения за 2017-2019 гг.

Гибрид (фактор А)	Защита растений от сорняков (фактор В)	Удобрения (фактор С)	Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см, мм		Использовано влаги из почвы, мм	Осадки за вегетацию, мм	Биологическая урожайность, т/га зерна	Водопоглощение	
			Посев	Полная спелость				Суммарное на 1 га, мм	Коэффициент 1 т воды на 1 т зерна
Талисман	Междурядная обработка	1	158,0	62,5	95,5	203,1	6,99	298,6	427
	Внесение гербицида	2	158,6	61,6	97,0	203,1	7,62	300,1	394
		1	157,8	62,4	95,5	203,1	8,14	298,6	367
		2	157,8	61,4	96,4	203,1	8,65	299,5	346
Гитаго	Междурядная обработка	1	158,3	62,0	96,3	206,1	7,53	302,4	402
	Внесение гербицида	2	158,9	61,2	97,8	206,1	8,22	303,9	370
		1	158,4	61,2	97,2	206,1	8,60	303,3	353
		2	159,0	60,4	98,7	206,1	8,90	304,8	342
Феномен	Междурядная обработка	1	159,4	62,1	97,3	207,3	7,56	304,6	403
	Внесение гербицида	2	158,8	61,6	97,2	207,3	8,42	304,5	362
		1	158,3	61,6	96,7	207,3	8,73	304,0	348
		2	158,7	61,0	97,7	207,3	9,48	305,0	322
Новотоп	Междурядная обработка	1	158,1	62,3	95,8	213,6	7,30	309,4	424
	Внесение гербицида	2	158,7	61,9	96,8	213,6	7,64	310,4	406
		1	158,5	61,6	97,0	213,6	7,82	310,6	397
		2	158,6	62,1	96,6	213,6	8,35	310,2	371

Суммарный расход влаги в среднем за три года в посевах гибрида Талисман составил 298,6-300,1 мм; в посевах гибрида Гитаго – 302,4-304,7 мм, гибрида Феномен – 304,1-305,0 мм. Наибольший суммарный расход воды наблюдался на посевах гибрида Новатоп - 309,1-310,6 мм, что объясняется, тем, что у данного гибрида более длинный вегетационный период.

По биологической урожайности изучаемые гибриды кукурузы в среднем за 2017-2019 гг. можно расположить в следующий ряд повышающей последовательности: Новатоп 7,78 т/га > Талисман 7,85 > Гитаго 8,31 > Феномен 8,55 т/га зерна. Преимущество гибрида Феномен объясняется более высокой массой семян с одного початка - 191 г, тогда как у других гибридов данный показатель составил 164-170 г. Разница в урожайности между гибридами Гитаго и Феномен (0,24 т/га) находится в пределах ошибки опыта ($HCp_{05} = 0,61$ т/га).

Коэффициент водопотребления кукурузы на зерно изменялся в значительных пределах, и наименьшие значения были получены на гибриде Феномен – 322-403 и гибриде Гитаго – 342-402 т/т зерна с преимуществом гербицидной защиты растений от засоренности и системы удобрения с листовыми подкормками.

Заключение. В условиях лесостепной зоны Поволжья к посеву гибридов кукурузы на зерно в почве накапливается 151,1-164,8 мм продуктивной влаги, к уборке содержание влаги снижается до 50,4-53,0 мм в засушливый год и до 70,8-72,0 мм в годы избыточной влагообеспеченности.

В засушливых условиях (2018 год) доля почвенной влаги и осадков в формировании урожая равноценно, а в годы с избыточной влагообеспеченностью (2017 год)

основным уточником воды выступают осадки – до 78,5-79,5 %.

По биологической урожайности изучаемые гибриды кукурузы можно расположить в следующий ряд: Новатоп 7,78 т/га > Талисман 7,85 > Гитаго 8,31 > Феномен 8,55 т/га зерна. При этом отмечался существенный рост урожайности при использовании гербицидов в сравнении с междурядной обработкой и на фоне применения листовых подкормок азот- и цинксодержащими жидкими комплексами (Изагри азот и Изагри Zn).

Результаты исследований показали, что на формирование урожая более эффективно использовалась влага гибридами Феномен и Гитаго, особенно по технологии защиты посевов от сорняков за счет внесения гербицида и при применении листовых подкормок азот- и цинксодержащих препаратов.

Библиографический список:

1. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области (2-е издание, дополненное и переработанное)/А.В. Дозоров, В.А. Исачев, С.Н. Никитин, К.И. Карпович и др. -Ульяновск, Ульяновский ГАУ. -2017. 488 с.
2. Морозов, В.И. Засуха 2010: учесть уроки, ослабить риски Морозов В.И. Поволжье Агро. 2011. № 1-2 (13). С. 32-35.
3. Тойгильдин, А.Л. Научно-практическое обоснование биологизации земледелия лесостепной зоны Поволжья / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов, И.А. Тойгильдина / Ульяновск, 2020. – 386 с.
4. Морозов В.И. Полевой опыт как метод познания и практического освоения инновационных технологий / В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин // Вестник Ульяновской

государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 1 (17). С. 40.

5. Тойгильдин, А.Л. Основы научных исследований в агрономии / А.Л. Тойгильдин, Н.Н. Захарова / Ульяновск, 2015

- .

6. Морозов, В.И. Биологизация технологии возделывания яровой пшеницы и формирование её продуктивности в условиях Среднего Поволжья / В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов, В.В. Басенков // Нива Поволжья. 2016. № 4 (41). С. 49-55.

7. Морозов, В.И. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от приемов биологизации в севооборотах лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, А.А. Асмус // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии: опыт, проблемы, перспективы. 2007. С. 113-116.

8. Голомолзин, Р.С. Плодородие почвы и продуктивность агробиоценозов в полевых севооборотах лесостепи Поволжья / Р.С. Голомолзин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, С.В. Шайкин, А.В. Карпов, Е.А. Петухов // монография / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2012, - 98 с.

9. Подсевалов, М.И. Урожайность и качество зерна гороха и вики в зависимости от обработки почвы и системы удобрения в условиях лесостепи Поволжья / М.И. Подсевалов, Н.А. Хайртдинова // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. 2012. Т. 1. С. 43-50.

10. Подсевалов, М.И. Режим влажности почвы и формирование урожайности озимой пшеницы в севооборотах лесостепи Заволжья / М.И. Подсевалов, А.Л. Тойгильдин, Д.Э. Аюпов // Вестник Ульяновской

государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4 (36). С. 48-54.

11. Баздырев, Г.И. Влагообеспеченность и формирование урожая озимой пшеницы в острозасушливых условиях среднего Поволжья / Баздырев Г.И., Ворников Д.В., Павликов А.А. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2011. № 3. С. 26-37.

WATER CONSUMPTION AND YIELD OF CORN HYBRIDS FOR GRAIN IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE VOLGA REGION

Toygildin A.L. , Tyurin A.V. , Podsevalov M.I., Ayupov D.E.

Key words: *corn for grain, FAO, productive moisture, yield, water consumption coefficient.*

The article presents the results of assessing the dynamics of the accumulation of productive moisture in the soil, total water consumption, yield and water consumption coefficients of corn hybrids depending on the method of protecting plants from weediness and fertilization systems in the forest-steppe zone of the Volga region.