



МОТИВЫ ДЛЯ ПОЛИВОВ

13 лист 2015

Совершенствование технологии капельного орошения кукурузы гибридов ДЕКАЛБ®

Андрей Шатковский, Кандидат сельскохозяйственных наук Институт водных проблем и мелиорации НААН Украины,
Юрий Черевичный, заведующий опорным пунктом,
Александр Журавлев, кандидат сельскохозяйственных наук,
Олег Маринков, ведущий инженер, Брилевский опорный пункт ИВПиМ НААН Украины,
журнал «Зерно»

Напомним о том, что в 2015 г. в Херсонской области в зоне сухой Степи нами было заложено четыре полевых опыта по выращиванию кукурузы на капельном орошении. Все запланированные учеты (урожайности, структуры урожая, параметры початка, влажности и массы 1000 зерен) провели 22-23 сентября

Прежде всего отметим нетипичность вегетационного периода 2015 г. в части поступления продуктивных осадков: в первой половине (апрель – середина июля) – регулярные дожди, осадков выпало больше нормы в 2,4 раза (≈ 380 мм), а с 15 июля и до уборки – продуктивных осадков не было. Результаты работы рассмотрим в разрезе отдельных экспериментов, делая акцент на особенностях водного режима, полученной урожайности, влажности и массе 1000 зерен кукурузы. В первом опыте изучали различные подходы к назначению сроков поливов по расчетному методу, схема опыта состояла из пяти вариантов:



1. без орошения (контроль);
2. интернет-станция влажности почвы (iMetos®) – эталон;
3. расчетный метод определения эвапотранспирации по Пенману-Монтейту (Penman Kc);
4. то же, что и 3 вар. + 20% увеличение «коэффициента культуры» (Penman Kc+ 20%);
5. то же, что и 3 вар. + 30% увеличение «коэффициента культуры» (Penman Kc+ 30%). Гибрид кукурузы ДКС 5143 (FAO 430), густота – 71,4 тыс. шт./га (при посеве).



Параметры початков – разные методы полива



Для изучения водного режима почвы и суммарного водопотребления культуры учитывали начальные и конечные влагозапасы в почве, продуктивные осадки и норму орошения. Фактическая влажность почвы, поддерживавшаяся при реализации каждого из вариантов опыта, следующая: iMetos (эталон) – 85% от наименьшей влагоемкости (НВ) почвы, Penman Kc – 85-90% от НВ, Penman Kc + 20% – 90-95% от НВ и Penman Kc + 30% – 95-100% от НВ. Как видим, варианты 4 и 5, предполагающие увеличение коэффициента культуры на 20-30%, реализовывали самый интенсивный поливной режим с наибольшим количеством поливов, максимальными нормами орошения и суммарного водопотребления. По данным урожайности и суммарного водопотребления культуры рассчитали удельный расход воды на формирование 1 т зерна – коэффициент водопотребления (КВ). Наиболее рациональное расходование поливной воды обеспечил эталонный вариант опыта – назначение поливов инструментальным методом с помощью сенсоров влажности Watermark и Echo Probe (iMetos®) – 461,2 м³/т. Максимальный КВ был в варианте Penman Kc + 30% – 610 м³/т, что, наоборот, свидетельствует о нерациональном поливном режиме (табл. 1). Учетную урожайность приводили к базовой 14%-ной влажности зерна. Отметим сравнительно высокую для условий подзоны сухой Степи урожайность на богаре – 8,9 т/га. Урожайность, полученная на орошаемых вариантах, по НСР опыта (0,75 т/га) была на одном уровне – от 16,8 до 17,3 т/га (табл. 2).

По массе 1000 зерен – такая же ситуация: за исключением контроля этот параметр был в пределах ошибки опыта (НСР = 20,9 г). А вот по влажности зерна зафиксированы определенные различия – наиболее влажным было зерно на пятом орошаемом варианте – Penman Kc + 30% (12,5%). Однако это не имело принципиального значения, поскольку все абсолютные значения были ниже базовой влажности (14%). Краткие выводы по первому опыту. Наиболее точным и рациональным с точки зрения расхода поливной воды является вариант назначения сроков полива по инструментальному методу с помощью закладных датчиков влажности – Watermark и Echo Probe (iMetos®). Расчетный метод определения эвапотранспирации по Пенману-Монтейту, уточненный и стандартизированный FAO в 1998 г., применять наиболее удобно и просто, достаточно иметь под рукой только исходные метеопараметры и программу для автоматического расчета испарения. Однако, как показывают экспериментальные данные, при назначении сроков полива этим методом на кукурузе коэффициент культуры необходимо в начале и конце вегетации уменьшать на 20-25%, а в середине – увеличивать на 10-15%. Во втором опыте изучали влияние сроков начала и окончания вегетационных поливов при капельном орошении на продуктивность кукурузы. Двухфакторная схема опыта состояла из 12 вариантов.



Таблица 1. Влияние метода диагностирования сроков полива на баланс влаги и суммарное водопотребление растений кукурузы, 2015 г.

Вариант опыта	Количество поливов	Норма орошения, м ³ /га	Продуктивные осадки, м ³ /га	Запасы почвенной влаги, м ³ /га			Суммарное водопотребление, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
				нач.	кон.	баланс		
Без орошения (К)	-	-	3352	1468	583	885	4820	541,6
iMetos (эталон)	25	3750			729	739	7841	461,2
Penman Кс	32	4800			744	724	8876	528,3
Penman Кс + 20%	38	5700			758	710	9762	564,3
Penman Кс + 30%	43	6450			778	690	10 492	610

Фактор А – сроки начала поливов:

1. непосредственно после посева;
2. в фазу 3-5 листков;
3. в фазу 7-8 листков культуры.

Фактор В – сроки окончания поливов:

1. молочная спелость зерна (обозначение – МС);
2. молочно-восковая спелость зерна (МВС);
3. восковая спелость зерна (ВС);
4. момент появления «черной точки» на месте крепления зерновки к початку (ЧТ).

Таблица 2. Урожайность, влажность и масса 1000 зерен кукурузы в зависимости от методов диагностирования сроков полива, 2015 г.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Влажность зерна, %
Без орошения (контроль)	8,9	257,3	9,7
iMetos (эталон)	17	377,2	11,5
Penman Кс	16,8	370,9	11,6
Penman Кс + 20%	17,3	375,7	11,8
Penman Кс + 30%	17,2	393,8	12,5
НСР₀₅	0,75	20,91	0,31

Гибрид кукурузы ДКС 5143 (FAO 430), густота – 71,4 тыс. шт./га (при посеве), поливы проводили при 85% от НВ почвы. В течение сезона на опытных вариантах провели от 12 до 29 вегетационных поливов, что формировало разные нормы орошения (1800-4350 м³/га) и суммарное водопотребление (60078178 м³/га). Самый длинный поливной период – от посева до момента появления «черной точки» на месте крепления зерновки к початку, короткий – от 7-8 листков до молочной спелости зерна (табл. 3). Интегральным показателем эффективности вариантов был учет урожайности. Для удобства данные показаны в виде объемной гистограммы, а тенденции



увеличения урожайности – стрелочками (рисунок). По массе 1000 зерен получены абсолютно идентичные тенденции, что и по урожайности. Наиболее влажным было зерно в варианте с прекращением поливов в момент появления «черной точки» – 10,210,9%, востальных вариантах – от 9,2 до 10%. Краткие выводы по второму опыту. Даже в условиях достаточно обеспеченного осадками первого периода вегетации (апрель-июль) наиболее целесообразным является проведение поливов от посева культуры и до момента появления «черной точки», т. е. необходимо практически все время поддерживать оптимальный режим влажности почвы. Поскольку полученные результаты зависят от режима поступления и количества продуктивных осадков, согласно методике полевого опыта, этот эксперимент необходимо проводить в дальнейшем (в 2016-2017 гг.). Цель третьего опыта – исследовать влияние схем укладки капельного поливного трубопровода (КПТ) на продуктивность кукурузы.

Таблица 3. Баланс влаги и суммарное водопотребление кукурузы в зависимости от сроков начала и окончания поливов, 2015 г.

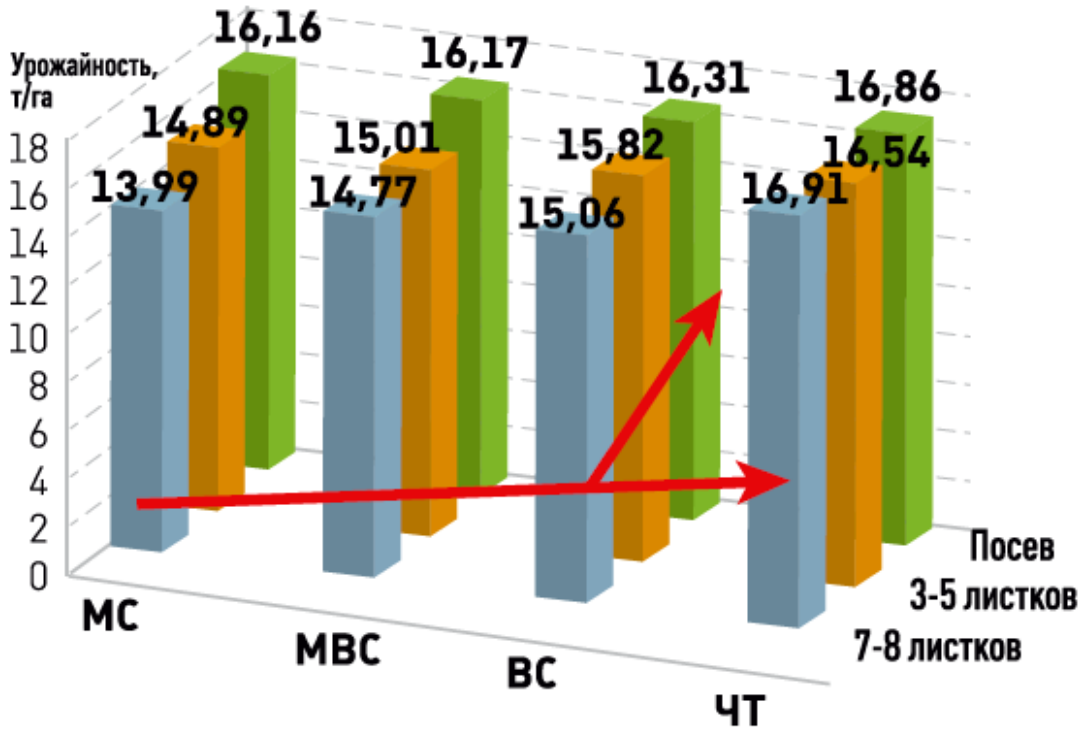
Вариант опыта	Количество поливов	Норма орошения, м ³ /га	Продуктивные осадки, м ³ /га	Запасы почвенной влаги, м ³ /га			Суммарное водопотребление, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	
				нач.	кон.	баланс			
Посев	МС	18	2700	3352	1487	690	797	6849	423,8
	МВС	22	3300			768	719	7371	455,8
	ВС	25	3750			836	651	7753	475,4
	ЧТ	29	4350			1011	476	8178	485,1
3-5 листков	МС	15	2250			661	826	6428	431,7
	МВС	19	2850			739	748	6950	463
	ВС	22	3300			807	680	7332	463,5
	ЧТ	26	3900			982	505	7757	469
7-8 листков	МС	12	1800			632	855	6007	429,4
	МВС	16	2400			710	778	6530	442,1
	ВС	19	2850			778	710	6912	459
	ЧТ	23	3450			953	535	7337	433,9

Схема опыта состояла из трех вариантов:

1. поверхностная укладка КПТ;
2. подземная укладка КПТ на глубину 25 см;
3. подземная укладка КПТ на глубину 35 см.



Урожайность зерна кукурузы в зависимости от сроков начала и окончания вегетационных поливов, т/га (стрелочками показаны тенденции роста урожайности)



Гибрид кукурузы ДКС

5276 (FAO 460), густота – 71,4 тыс. шт./га (при посеве), поливы проводили при 85% от НВ почвы. Всего в этом опыте провели 25 вегетационных поливов общей нормой орошения 3750 м³/га за сезон, суммарное водопотребление составило 7,84 тыс. м³/га, коэффициенты водопотребления – 519,3-540,7 м³/т.

Таблица 4. Урожайность, влажность и масса 1000 зерен кукурузы в зависимости от схемы расположения поливных трубопроводов, 2015 г.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Влажность зерна, %	Густота, тыс. шт./га
Контроль (поверхностная укладка)	15,1	387	13	56,1
Глубина 25 см	15	410	13,2	64,2
Глубина 35 см	14,5	414,9	12,6	57,1
НСР₀₅	1,92	9,61	0,22	4,85

Существенных различий по урожайности, густоте растений при уборке, влажности и массе 1000 зерен в этом опыте не зафиксировано (табл. 4). Предварительный вывод по третьему опыту. Результаты свидетельствуют о возможности выращивания полноценных урожаев кукурузы при использовании подземного капельного полива. Однако свои коррективы внесли и нетипичные погодные условия 2015 г. – достаточно обеспеченная осадками



первая половина вегетации. Очевидно, этот факт способствовал получению выровненных всходов и оптимальному развитию культуры в первые месяцы. Как и предыдущий опыт, эксперимент необходимо проводить в дальнейшем (в 2016-2017 гг.). Самый масштабным (по площади, количеству вариантов и учетных участков) был четвертый опыт – по изучению влияния густоты растений на продуктивность разных гибридов кукурузы ДЕКАЛБ® в условиях капельного орошения. Двухфакторная схема опыта состояла из 21-го варианта: семь гибридов ДЕКАЛБ® и три густоты размещения растений: 57,1 – 71,4 – 95,2 тыс. шт./га при схемах посева 70 + 70 x 25 см, 70 + 70 x 20 см и 70 + 70 x 15 см соответственно.

Таблица 5. Урожайность* зерна кукурузы в зависимости от гибрида и схемы посева (густоты растений), т/га, 2015 г.

Фактор А (гибриды)	Фактор В (схема посева – густота растений)			Среднее по фактору А **НСР ₀₅ =0,61
	15 см, 95 тыс. шт./га	20 см, 71 тыс. шт./га	25 см, 57 тыс. шт./га	
ДКС 4608 (FAO 380)	16,7	15,8	14	15,5
ДКС 5143 (FAO 430)	16,5	16,4	15,1	16
ДКС 4964 (FAO 390)	17,3	14,6	16,2	16,1
ДКС 4795 (FAO 380)	17,2	15,8	16,2	16,4
ДКС 5276 (FAO 460)	18	17,4	15,1	16,9
ДКС 4590 (FAO 360)	19,3	16,4	16,2	17,3
ДКС 5007 (FAO 440)	18,7	17,5	16,9	17,7
Среднее по фактору В **НСР ₀₅ = 0,32	17,7	16,3	15,7	-

*Примечание. При 14%-ной влажности зерна

**Частные различия по НСР₀₅^А = 1; по НСР₀₅^В = 0,7

Режим полива был фоновым: проведено 27 поливов, норма орошения – 4050 м³/га, суммарное водопотребление – 8092 м³/га. Наибольшую урожайность зерна получили при посеве по схеме 70 + 70 x 15 см – густота в 95,2 тыс. растений. При более разреженном посеве урожайность снижалась в среднем на 1,4 т/га (71,4 тыс./га) и 2 т/га (57,1 тыс./га). В разрезе гибридов более высокие результаты показали ДКС 5276 (FAO 460) – 16,9 т/га, ДКС 4590 (FAO 360) – 17,3 т/га и ДКС 5007 (FAO 440) – 17,7 т/га. При посеве в 95,2 тыс. растений/га их урожайность составляла 18-19,3 т/га (табл. 5). В этом опыте также анализировали состояние развития второго початка. Установлено, что при схеме с густотой 95,2 тыс. шт./га, растения второй полноценный початок не сформировали, при схеме 71,4 тыс. их количество составило 12,2% от общего числа початков, а при схеме в 57,1 тыс.шт./га – 38,9%. На массу 1000 зерен практически не имел влияния фактор В, здесь определяющим являлся гибрид. Наибольшая масса 1000 зерен была у гибридов ДКС 4590 (FAO 360) и ДКС 4608 (FAO 380) – 409,1-410,8 г, наименьшая – ДКС 5143 (FAO 430) и ДКС 4964 (FAO 390) – 349354 г (табл. 6). Влажность зерна по фактору В (в разрезе густот) составляла 11,3-11,9%, в разрезе фактора А (гибриды) – на уровне 11-11,5%, кроме гибрида ДКС 5276 (FAO 460) – 13,2%. Общие выводы по четвертому опыту.

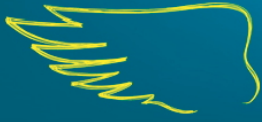


Таблица 6. Масса 1000 зерен* кукурузы в зависимости от гибрида и схемы посева (густоты растений), г, 2015 г

Фактор А (гибриды)	Фактор В (схема посева – густота растений)			Среднее по фактору А **НСР ₀₅ =8
	15 см, 95 тыс. шт./га	20 см, 71 тыс. шт./га	25 см, 57 тыс. шт./га	
ДКС 4590 (FAO 360)	442,1	405,3	380	409,1
ДКС 4608 (FAO 380)	396	404	432,3	410,8
ДКС 4795 (FAO 380)	374,3	412,2	420,3	402,3
ДКС 4964 (FAO 390)	355,6	352,3	354,1	354
ДКС 5007 (FAO 440)	358,1	376,8	377,3	370,7
ДКС 5143 (FAO 430)	346,9	348,6	351,6	349
ДКС 5276 (FAO 460)	409,2	398,9	388	398,7
Среднее по фактору В **НСР ₀₅ =5,5	383,2	385,4	386,2	-

*Примечание. При 14 %-ной влажности зерна

**Частные различия по НСР₀₅^А = 13,9; по НСР₀₅^В = 12,7

В подзоне сухой Степи Херсонской области на капельном орошении при относительно небольших нормах минеральных удобрений (N140P30K60S30) возможно получение урожайности зерна кукурузы гибридов ДЕКАЛБ® на уровне 18-19,3 т/га. Как свидетельствуют итоги опытов 2014-2015 гг., более высокие результаты показывает схема посева 70 + 70 x 15 см (95,2 тыс. шт./га при посеве). Стабильно высокие уровни урожайности как в 2014 г., так и в 2015 г. показал гибрид ДКС 5276 (FAO 460).