

УДК 631.6:631.8:634.237(470.44)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УВЛАЖНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕЛИОРАЦИЙ В СУХОСТЕПНОМ ЗАВОЛЖЬЕ CORN'S CONSUMPTION OF WATER DEPENDING ON MOISTENING IN DIFFERENT YEARS AS AFFECTED BY MELIORATION IN THE DRY-STEPPE OF ZAVOLZHYE

П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, А.В. Карпушкин, Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Театральная пл., 1, г. Саратов, Россия, 410600, тел.: (8452) 74-96-83, (906) 318-03-77, e-mail: topgun2308@mail.ru

P.N. Proezdov, D.A. Mashtakov, A. V. Karpushkin, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Theatralnaya square, 1, Saratov, Russian Federation, 410600, tel.: (8452) 74-96-83, (906) 318-03-77, e-mail: topgun2308@mail.ru

На основании многолетних исследований выявлены закономерности водопотребления кукурузы на силос в зависимости от увлажнения вегетационного периода под воздействием оросительных, химических и лесных мелиораций на темно-каштановых почвах Заволжья.

Ключевые слова: водопотребление, мелиорация, сухостепная зона, закономерность, орошение, зависимость, темно-каштановые почвы, ковариационный анализ.

On the basis of long-term researches laws of water consumption of corn on a silo depending on humidifying of the growth period under the influence of irrigating, chemical and forest melioration on dark-chestnut soils of Zavolzhye are revealed.

Key words: water consumption, melioration, arid-steppe areas, regularity, irrigation, dependence, dark-brown soil, covariance analysis.

Водопотребление — один из важнейших компонентов формирования урожая сельскохозяйственных культур, и орошение призвано восполнять дефицит влаги, потребляемой растениями. Заполучения высоких урожаев культур севооборота — применение удобрений на орошении [3, 13]. Полив дождеванием не всегда осуществим с точки зрения эксплуатации, в частности, невозможность его применения при скоростях ветра более 5—7 м/с, что приводит к нарушению режима орошения, отодвигаются сроки поливов [12]. Проблема решается созданием лесных полос (ЛП) на орошаемых массивах, которые формируют микроклимат межполосных пространств, в частности, уменьшают скорость ветра до 30% и более, при порывах — до 60%.

Исследования влияния увлажнения вегетационного периода, оросительных, лесных и химических мелиораций на водопотребление силосной массы кукурузы проводились на темно-каштановых почвах АО «Новое» (бывший учхоз №1 СГАУ им. Н.И. Вавилова) и ОПХ ВолжНИИГиМ Энгельсского района Саратовской области.

Исследования проводились в период с 1992 по 2009 годы. По степени увлажнения теплового периода годы проведения исследований характеризовались следующим образом: засушливыми и острозасушливыми были 3 года (1998, 1999, 2009), среднесухими — 8 лет (1992, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2005, 2007), средневлажными — 2 года (2004, 2006), влажными — 5 лет (1993, 1994, 1997, 2003, 2008). Поливная техника — ДМ «Фрегат» различных модификаций. Оросительная норма варьировала от 115 мм во влажные годы до 345 мм в засушливые.

Исследовались варианты двухфакторных опытов по определению водопотребления кукурузы на силос с тремя дозами туков (1-й фактор) на различном удалении от лесных полос (2-й фактор).

Варианты с дозами туков: 1. $N_{90}P_{60}K_{30}$; 2. $N_{180}P_{120}K_{60}$; 3. $N_{270}P_{180}K_{90}$. Азот вносился с поливной водой в виде безводного аммиака (фертигация), фосфор и калий — под основную обработку. Варианты на различном расстоянии от ЛП: 1. 1Н (17 м); 2. 3Н (51 м); 3. 5Н (85 м); 4. 10Н (170 м); 5. 20Н (340 м) (Н — высота ЛП. Н = 17 м). Лесные полосы шириной 18 м с главной породой вязом приземистым, сопутствующей — ясенем зеленым. Наблюдения проводились согласно методике ведущих НИИ РФ [8, 9, 11] и Б.А. Доспехова [6].

Данные исследований подвергались ковариационному анализу с использованием типовых компьютерных программ и графоаналитического метода установления

величин через определение вероятности превышения параметров микроклимата, увлажнения вегетационного периода, водопотребления, урожайности и др. [4, 5, 10]:

$$P = 100 m / (n + 1), (1)$$

где P — вероятность превышения исследуемых параметров, %;

m — порядковый номер в ранжированном ряду наблюдений;

n — число членов ряда (число лет наблюдений).

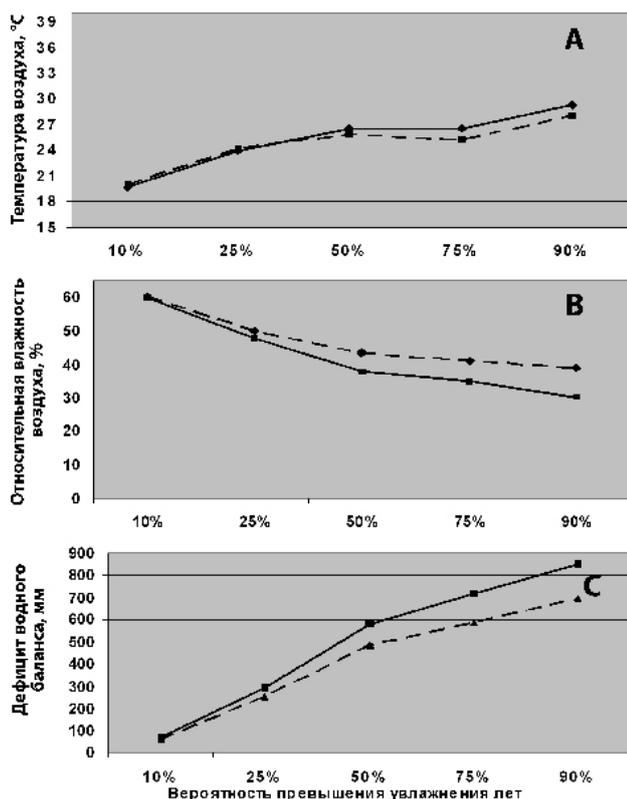
Создание благоприятного микроклимата в межполосном пространстве, наряду с осадками, дефицитом водного баланса и накоплением влаги в почве, играет значительную роль в формировании урожая кукурузы на силос.

Во влажные годы температура и относительная влажность воздуха под влиянием лесных полос различной конструкции нивелируются. В острозасушливые годы влажность воздуха под воздействием лесных полос увеличивается на 9%, а в средневлажные, когда формируется максимальная урожайность кукурузы, — на 4,2%. Дефицит водного баланса (испаряемость минус осадки) увеличивается с усилением засухливости вегетационного периода выращивания культуры: с разницей в сухие годы по сравнению с влажными до 780 мм. Лесные полосы этот параметр уменьшают в зависимости от конструкции до 690—708 мм, или на 9,2—11,5% (рис. 1).

Испаряемость за сутки на контрольных посевах кукурузы достигала 5,3 мм (в дни с засухой — 7,1 мм), а среди лесных полос — 4,0 мм, закономерно уменьшаясь с увеличением увлажнения: для средних лет — до 2,9 мм и влажных — до 2,4 мм. Причем, для влажных лет отмечено незначительное влияние лесных полос на испаряемость — менее 0,1 мм за сутки.

Дефицит водного баланса за вегетационный период среди лесных полос на посевах кукурузы в острозасушливые годы уменьшается на 55—100 мм, во влажные — на 2—10 мм. Формирование оптимальной конструкции лесных полос (ажурной или продуваемой) приводит к уменьшению непродуктивного испарения в острозасушливые годы на 25—45 мм, или на 2,9—5,3%, а в средневлажные и влажные — на 7,0 — 11,5% (рис. 1). В эти же годы формируются максимальная урожайность кукурузы с наибольшей транспирацией растений и наименьшим коэффициентом водопотребления.

Прибавки урожайности орошаемой кукурузы на силос закономерно снижаются с увеличением увлажнения, как в абсолютных значениях, так и в удельном весе независимо от конструкции лесных полос.



Под влиянием лесных полос — пунктирная линия; без влияния — сплошная

Рис 1. Воздействие лесных полос на температуру (А), влажность воздуха (В) и дефицит водного баланса (С) в зависимости от увлажнения вегетационного периода

Наибольшие прибавки урожая характерны для лесных полос ажурной и продуваемой конструкций: от 42,3 до 48,4% в острозасушливые годы и от 1,7 до 2,9% — во влажные.

При возделывании кукурузы на силос анализировалась доля участия вида мелиораций в формировании урожая культуры: химические, оросительные, лесные (табл.).

Исследовалась и анализировалась доля участия вида мелиораций как фактора опыта в формировании урожая кукурузы на силос: фактор А — химические мелиорации; фактор В — оросительные мелиорации; фактор С — лесные мелиорации.

Фактор А — до 55%, фактор В — до 33%, фактор С — до 18% — в зависимости от увлажнения вегетационного периода выращивания кукурузы на силос. С усилением засушливости роль фактора В возрастает более чем в 2—3 раза, фактора С — в 1,2—1,4 раза.

Сочетание факторов: АВ — до 70%; ВС — до 21%; АС — 17%; АВС — до 73%. Во влажные годы доля участия фактора В (орошение) снижается, а доля участия осадков и почвенной влаги увеличивается, как элементов суммарного водопотребления. Суммарное водопотребление кукурузы на силос во влажные годы уменьшается на 30% по сравнению с острозасушливыми за счет снижения физического испарения.

В острозасушливые годы на фоне лесных полос при снижении дозы удобрений в 3 раза затраты оросительной воды на 1 т силоса кукурузы увеличиваются на 6,2 м³/т, или на 9,0%, а при уменьшении внесения туков в 2 раза, соответственно, на 3,5 м³/т, или на 5,1%.

• В экстремальную погоду, когда наблюдается засуха с относительной влажностью воздуха менее 20%, разница в температуре воздуха под воздействием лесных полос достигает 3,4°C;

• Лесные полосы увеличивают относительную влажность воздуха в зависимости от увлажнения вегетационного

периода на 0,2—4,2% во влажные годы и на 7,6—9,0% в засушливые;

• В дни с засухой при влажности воздуха менее 20% лесные полосы снижают испаряемость ежедневно до 1,9 мм, или на 26,8%, за счет уменьшения непродуктивного испарения;

• С усилением сухости вегетационного периода дефицит водного баланса увеличивается с 60—242 мм во влажные до 660—850 мм в засушливые годы;

• Лесные полосы в зависимости от конструкции и увлажнения вегетационного периода снижают дефицит водного баланса на 2—32 мм во влажные и на 28—100 мм в засушливые годы. Экстрим экономии воды в острозасушливые годы под влиянием лесных полос ажурной и продуваемой конструкций достигает 80—100 мм, что на 25—45 мм больше, чем для плотной;

• Во влажные годы влагозапасы в почве среди лесных полос и вне их составляет 65—75% НВ, в острозасушливые опускаются до значений влажности завядания в межполосных пространствах и ниже — без влияния лесных полос;

• Во влажные годы продолжительные циклоны определяют более низкую температуру воздуха на 13 часов дня по сравнению с засушливыми на 8—10°C, а со средневлажными — на 2—4°C, что влияет на формирование урожая кукурузы;

• В средневлажные годы урожайность кукурузы выше, чем во влажные на 30%, когда более низкие температуры воздуха препятствуют нормальному развитию генеративных органов культуры, причем лесные полосы в зависимости от конструкции увеличивают продуктивность до 10%;

• С увеличением увлажненности вегетационного периода выращивания кукурузы на силос прибавка урожайности культуры под воздействием лесных полос снижается и для влажных лет практически находится в пределах ошибки опыта;

• В суммарном водопотреблении доля участия осадков и почвенной влаги с усилением засушливости снижается с 35,7 до 12%, а оросительной воды увеличивается с 32,9 до 87,1%. При этом, лесные полосы повышают долю участия влагозапасов в почве на 3,8%, а оросительную норму снижают на 4,8% в водопотреблении кукурузы на силос. Во влажные годы лесные полосы практически не влияют на структуру водопотребления, что подтверждается наблюдениями за испаряемостью;

• Лесные полосы снижают суммарное водопотребление кукурузы на силос до 30 мм в засушливые годы и до 20 мм — в средние;

• Доза туков кардинально изменяет урожайность кукурузы на силос и затраты воды на единицу урожайности культуры. С увеличением дозы минеральных удобрений закономерно повышается урожайность кукурузы на силос независимо от увлажнения вегетационного периода, но она несколько ниже для влажных лет, потому что низкий температурный режим, складывающийся при циклонах, отодвигает формирование вегетативной массы растений. Наивысшая урожайность до 93—98 т/га кукурузы на силос получена при фертигации, когда азот в виде безводного аммиака вносился с поливной водой дробно в дозе N₂₇₀. Причем, эффект от лесных полос достигал 1,1—2,9 т/га, что связано, прежде всего, с соблюдением сроков поливов кукурузы на силос, т.е. в дни, когда сильный ветер (более 7 м/с) не позволял производить полив;

• Коэффициент водопотребления и затраты оросительной воды закономерно снижаются с повышением увлажнения вегетационного периода выращивания кукурузы. Причем, с увеличением дозы туков в 2—3 раза затраты оросительной воды на единицу урожая снижаются в 1,7—1,8 раза. Такая закономерность сохраняется с усилением засушливости вегетационного периода. Непосредственно затраты оросительной воды уменьшаются с улучшением естественного увлажнения с 69 м³/т в острозасушливые годы до 13,8 м³/т во влажные, или в 3—4 раза;

Водопотребление силосной массы кукурузы в зависимости от увлажнения вегетационного периода и удобрений под влиянием лесных полос (знаменатель) на темно-каштановой почве сухостепного Заволжья																
Увлажнение вегетационного периода	Осадки		Почвенная влага (в слое 0,6 м)		Оросительная норма (при влажности почвы 0,7НВ)		Суммарное водопотребление, мм	Доза удобрений, кг. д.в./га	Урожайность, т/га НСР ₀₅ = 0,5 т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Затраты оросительной воды, м ³ /т	Экономия оросительной воды лесополосами, мм				
	мм	%	мм	%	мм	%										
Засушливые P > 85%	60/60	12,0/12,5	95/105	19,0/21,9	345/305	69,0/65,6	500/470	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	50,0/53,8	100,0/87,4	69,0/56,7	40				
													N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₉₀	63,0/67,0	79,4/70,1	54,8/45,5
													*N ₂₇₀ P ₁₈₀ K ₉₀	89,0/91,0	56,2/51,6	38,8/33,5
Средние P = 50%	75/75	17,8/18,8	115/125	27,4/31,2	230/200	54,8/50,0	420/400	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	55,0/57,3	76,4/69,8	41,8/34,9	30				
													N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₉₀	67,2/70,1	62,5/57,1	34,2/28,5
													*N ₂₇₀ P ₁₈₀ K ₉₀	91,9/93,0	45,7/43,0	25,0/21,5
Влажные P < 15%	110/110	31,4/31,4	125/125	35,7/35,7	115/115	32,9/32,9	350/350	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	52,0/52,4	67,3/66,8	22,1/21,9	1				
													N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₉₀	60,2/60,8	58,1/57,6	19,1/18,9
													*N ₂₇₀ P ₁₈₀ K ₉₀	83,1/83,6	42,1/41,9	13,8/13,8

P — вероятность превышения увлажнения, %. *Азот вносился с поливной водой в виде аммиака (фертигация).

• Орошение в системе лесных полос позволяет экономить оросительную воду с закономерностью увеличения по мере усиления засушливости погодных условий: от 1 мм для влажных лет до 40 мм для сухих;

• Дисперсионный анализ показывает, что существенные прибавки урожайности кукурузы в зависимости от конструкции лесных полос имеют место для всех лет по увлажнению. В острозасушливые годы существенные различия в прибавках урожайности культуры имеются независимо от конструкции, для остальных лет — только по отношению к плотной;

• Регрессионные зависимости урожайности кукурузы от увлажнения вегетационного периода описываются уравнениями третьей степени с коэффициентом детерминации 0,80—0,82: до 82% колебаний урожайности вызвано колебаниями в изменении увлажненности вегетационного периода;

• Наибольшая экономия оросительной воды лесными полосами связана с усилением засушливости вегетационного периода выращивания культур — в острозасушливые годы лесные полосы сохраняют до 55 мм оросительной воды при орошении кукурузы на силос. 

Литература

1. Агроресомелиорация. Монография /под ред. А.Л. Иванова, К.Н. Кулика. Волгоград. ВНИАЛМИ. 2006. — 746 с.
2. Агроресомелиорация. Монография/под ред. П.Н. Проездава. Саратов. СГАУ. 2008. — 668 с.
3. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. М., 1980. — 336 с.
4. Данильченко Н.В. Биоклиматические основы суммарного водопотребления и оросительных норм / Мелиорация и водное хозяйство. — 1999. — № 4. — с. 25—28.
5. Графоаналитический метод определения расчетной обеспеченности оросительной нормы / Н.В. Данильченко [и др.] — М., 1977. — 128 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. — 416 с.
7. Кузник И.А. Орошение в Заволжье. Л.: 1979. — 160 с.
8. Методика полевого опыта в условиях орошения (рекомендации)/ Волгоград. ВНИОЗ, 1983. — 149 с.
9. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов / М.: ВАСХНИЛ, 1985 — 112 с.
10. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 446 с.
11. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте / НИИСХ ЮВ. — Саратов, 1973. — 223 с.
12. Справочник / Мелиорация и водное хозяйство. Орошение / Под ред. Б.Б. Шумакова. М., 1999. — 432 с.
13. Туктаров Б.И., Нагорный В.А. Ресурсо-, водосбережение на орошаемых землях Саратовской области. Саратов. СГАУ. — 352 с.