

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КУКУРУЗЫ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ НА ЗЕРНО И СИЛОС В УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

Г.В. Щемелева, аспирант

Л.В. Цындра, аспирант

Р.Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

М.С. Шульга, зав. лабораторией

Новосибирский государственный аграрный университет,

Новосибирск, Россия

E-mail: shgv95@mail.ru

Ключевые слова: кукуруза, орошение, биохимические показатели, урожайность, структура урожая

Реферат. *Получение высоких урожаев является первостепенной задачей современного сельскохозяйственного производства. Увеличение объёмов производимой сельхозпродукции находится в центре внимания каждого сельхозпроизводителя. Кукуруза является культурой высокой продуктивности, обширного и различного применения. Пищевое, промышленное и агротехническое значение кукурузы указывает на необходимость постоянного усовершенствования технологий возделывания, повышения урожайности и качества зерна в условиях местного климата для получения наибольшей экономической эффективности возделывания данной культуры. В условиях Западной Сибири, имеющей выраженный континентальный характер с холодной продолжительной зимой и коротким жарким летом, характерна недостаточная влагообеспеченность в период вегетации. Соответственно, лимитирующим фактором урожайности большинства культур, в том числе кукурузы, в отдельные критические периоды может являться недостаточное увлажнение. В настоящем исследовании оценена урожайность кукурузы и ее структура с применением и без использования орошения. Отмечено положительное влияние орошения на элементы урожайности кукурузы (длина, ширина и окружность початка, количество зерен в ряду и по окружности, масса 1000 зерен), а также достоверное увеличение урожая гибридов Кубанский 101 и Катерина СВ. Исследован биохимический состав зерна: содержание сухого вещества, сахаров, жира, крахмала, протеина и декстринов. Выявлено, что количество сухого вещества в зерне на неорошаемых полях выше, чем на орошаемых, в то время как все остальные показатели выше при орошении.*

YIELDS AND QUALITY OF MAISE GROWN FOR GRAIN AND SILAGE UNDER-IRRIGATED FARMING CONDITIONS IN THE FOREST-STEPPE OF THE OB'YE REGION

G.V. Scschemeleva, Postgraduate Student

L.V. Tsyndra, Postgraduate Student

R.R. Galeev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

M.S. Shulga, Laboratory Manager

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Keywords: *maise, irrigation, biochemical indicators, yield, yield structure.*

Abstract. *The achievement of high yields is the primary objective of modern agricultural production. Increasing the volume of the farm output is the focus of every farmer's attention. Maise is a highly productive crop with a wide range of applications. The food, industrial, and agro-technical impor-*

tance of maize point to the need for continuous improvement of cultivation technologies, increasing yields and grain quality under local climate conditions to obtain the highest economic efficiency. The conditions of Western Siberia are characterised by insufficient moisture supply during the growing season. States in Western Siberia are represented by a pronounced continental character with cold, long winters and short, hot summers. Thus, insufficient moisture is a limiting factor for the yield of most crops, including maize, especially in some critical periods. In the present study, the authors evaluated maize yield and structure with and without irrigation. A positive effect of irrigation on the elements of maize yield (length, width and circumference of the cob, number of grains in the row and on the rim, weight of 1000 grains) was noted. The authors also note a significant increase in hybrid Kubansky 101 and Katerina SV yield. The biochemical composition of grain: dry matter, sugars, fat, starch, protein and dextyrins content was studied. It was found that the amount of dry weight in grain on rainfed fields is higher than on irrigated fields, while all other indicators are higher with irrigation.

Кукуруза считается одной из наиболее важных сельскохозяйственных культур в мире. Ее уникальность состоит в том, что она имеет высокую потенциальную урожайность и универсальность использования. Почти во всех кукурузосеющих странах кукурузу выращивают на зерно, которое находит свое применение в продовольственных, кормовых и технических целях. Для пищевой промышленности кукурузное зерно является сырьем для получения круп, масел, крахмала, спирта и муки. Как высокоэнергетический корм зерно кукурузы применимо для кормления всех видов животных и птицы. По кормовым достоинствам (содержанию кормовых единиц, обменной энергии и переваримости) зерно кукурузы превосходит зерно других фуражных культур, ввиду чего является неотъемлемой частью комбикормов [1].

Кукуруза имеет большое агрономическое и экологическое значение. Выращиваемая на зерно кукуруза является хорошим предшественником для многих культур. Раннеспелую кукурузу можно с успехом выращивать на зерно в поукосных и пожнивных посевах, а также использовать как страховую культуру на случай гибели озимых и яровых культур [2].

Основным направлением использования кукурузы в Сибири, по мнению Н.Н. Кулешова, должно быть силосное, но в

южной части Западной Сибири может найт место также возделывание скороспелых сортов и гибридов кукурузы, убираемых на зерно в полной спелости. Аналогичные суждения высказывали большинство сибирских учёных: В.В. Таланов, Б.И. Герасенков, А.Р. Кожевников, Г.И. Попова, В.С. Ильин, И.А. Сикорский, А.А. Устюжанин, Н.М. Крючков и др. Профессор Б.И. Герасенков привлекал внимание сибирских учёных к решению зерновой проблемы за счёт кукурузы, указывая на перспективность её возделывания [3]. При этом необходимо выявить степень реализации биологического потенциала продуктивности зерна гибридов кукурузы в конкретных почвенно-климатических условиях и усовершенствовать элементы технологии производства этой культуры [4].

Низкая влагообеспеченность территории основных сельскохозяйственных районов является одной из основных причин невысокого уровня урожайности сельскохозяйственных культур. Вследствие этого снижается эффективность сельскохозяйственного производства [5]. Орошение – одно из главных направлений интенсификации сельскохозяйственного производства. Под влиянием орошения увеличиваются активная поглощающая поверхность корневой системы, поглощение корнями воды и питательных веществ, продуктивность фотосинтеза, снижается не-

продуктивное дыхание, повышаются оводненность и водоудерживающая способность листьев [6]. В засушливых районах поливы позволяют увеличить урожайность сельскохозяйственных культур в 2–3 раза [7]. Данное утверждение подтверждается работами зарубежных авторов, изучающих влияние орошения на растения кукурузы [8–10]. В исследованиях М. Hatlitoligil были определены взаимосвязи между урожайностью зерна и режимом орошения [11]. Необходимость повышения урожайности и качества зерна в условиях местного климата для достижения наибольшей экономической эффективности возделывания данной культуры в настоящее время является актуальной проблемой. В связи с этим целью исследования являлось изучение влияния орошения на урожайность и качественные показатели гибридов кукурузы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2019–2021 гг. в лесостепной зоне Западной Сибири на базе крупного сельскохозяйственного предприятия ЗАО Племзавод «Ирмень», расположенного в с. Верх-Ирмень Ордынского района Новосибирской области, в полевых и лабораторных условиях. Почвенный покров опытного участка – чернозем выщелоченный среднегумусный среднесплодный, гумусовый слой достигает 40 см, содержание гумуса с глубиной понижается.

Объекты исследований – посевы гибридов Кубанский 101 на зерно и Катерина СВ на силос.

Кубанский 101 СВ. ФАО 100 – очень ранний трехлинейный гибрид, включен в Госреестр по Западно-Сибирскому региону для выращивания на зерно. Растение низкое или средней высоты. Початок слабokonический, имеет среднюю длину, короткую ножку,

неокрашенный стержень. Зерно кремнистое, в верхней части желтое. Средняя урожайность зерна в регионе составляет 46,0 ц/га [12].

Катерина СВ. ФАО 170 – раннеспелый трехлинейный холодостойкий гибрид универсального направления использования. Создан для производства зерна, зерноотрубной массы и силоса с содержанием зерна восковой спелости в регионах с ограниченным периодом вегетации. Имеет благоприятное соотношение зерновой и вегетативной части. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, включен с 1999 г. [1].

Проведены два полива из расчета 400 м³/га: первый – в фазе 8–10 листьев перед смыканием рядков, второй – перед началом налива початков. Закладка опытов осуществлялась в четырехкратной повторности, размещение вариантов рендомизированное, общая площадь опыта 1 га, площадь делянки – 100 м², учетная – 80 м². Вегетационные периоды 2019–2021 гг. были в значительной степени неблагоприятными для зернофуражных и зернобобовых культур как по тепловым показателям, так и по влагообеспеченности.

Урожайность кукурузы и структуру ее элементов оценивали по Э.Н. Панфилову. Исследован также биохимический состав зерна: сухое вещество – термостатно-весовым методом, сахара – по методу Н.Н. Сивакова, жир – по методу Н.А. Михайлова, крахмал, протеин и декстрины – полярографически по Эверсу [13]. Дана сравнительная характеристика полученных показателей с применением и без использования орошения.

Статистическая обработка урожайных данных проведена по методу Б.А. Доспехова с использованием прикладных программ SNEDECOR [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Интегрирующим показателем, характеризующим эффективность изучаемых приемов агротехники, является урожайность. Известно, что урожай кукурузы складывается из следующих основных элементов: длина, ширина и окружность початка, количество зерен в ряду и по окружности, масса 1000 зерен. Полученная урожайность и ее структурные показатели представлены в табл. 1.

Кубанский 101 с применением орошения составляет 5,66 т/га, что почти на 59,4 % больше, чем без полива (3,55 т/га). Урожайность зерна кукурузы Катерина СВ без полива составляет 3,17 т/га, что на 1,22 т/га меньше, чем с применением орошения.

Масса 1000 зерен увеличивается на 21,6 % и у гибрида Кубанский 101, и у гибрида Катерина СВ. Отмечено увеличение окружности початка и количества зерен как у гибрида Кубанский 101, так и у гибрида

Таблица 1

Урожайность кукурузы и ее структура (среднее за 2019–2021 гг.)

Maise yield and structure (average for 2019–2021)

Гибрид	Фон	Урожайность, т/га		Масса 1000 зерен, г	Длина початка, см	Ширина початка, см	Окружность початка, см	Кол-во зерен	
		зерна	зеленой массы					в длину	по окружности
Кубанский 101	Без полива	3,55	23,5	251,9	12,7	3,4	14,7	39,7	19,7
	Полив	5,66	35,4	306,3	20,6	5,0	15,9	43,1	20,7
Катерина СВ	Без полива	3,17	21,8	207,7	13,7	3,2	15,9	34,6	15,9
	Полив	4,39	33,9	252,5	19,5	4,7	16,3	36,4	19,9
НСР _{0,5}		0,12	1,24	15,6	1,83	0,23	0,86	1,14	0,36

Оценка биологической продуктивности кукурузы показывает, что при отсутствии дополнительной влагозарядки посевов растения кукурузы имеют относительно низкую урожайность. Урожайность зерна гибрида

Катерина СВ. Таким образом, на фоне орошения формируются более крупные початки и выше уровень урожая.

Биохимические свойства зерна определяются его химическим составом, распределе-

Таблица 2

Биохимический состав зерна кукурузы в зависимости от влагообеспеченности, %

Biochemical composition of maize grain as a function of moisture availability, %

Гибрид	Фон	Сухое вещество	Крахмал	Сахара	Жир	Протеин	Декстрины
Кубанский 101	Орошаемый	85,3	61,5	3,1	5,9	12,7	1,8
	Неорошаемый	86,4	60,6	3,1	5,3	10,5	1,7
Катерина СВ	Орошаемый	84,9	60,3	3,6	5,4	11,9	2,0
	Неорошаемый	86,4	59,2	3,1	5,3	10,6	1,7
НСР _{0,5}		0,12	0,68	0,74	0,16	0,23	0,19

нием химических веществ по анатомическим частям зерна. Все физиологические процессы в зерне регулируются ферментативной системой, поэтому активность ферментов имеет важнейшее значение.

Качество клейковины зависит от сортовых особенностей, почвенно-климатических условий выращивания, химических и физических факторов, действующих на зерно (минеральные удобрения, сушка, кондиционирование зерна), условий его хранения, воздействия вредителей. Богатство и разнообразие химического состава зерна кукурузы обуславливает его высокую пищевую ценность. Содержание элементов в зерне в зависимости от условий выращивания может варьировать в очень широких пределах [15].

Анализ биохимического состава зерна кукурузы на зерно (Кубанский 101) показал, что количество сухого вещества в зерне на неорошаемых полях выше, чем на орошаемых, в то время как все остальные показатели, представленные в табл. 2, выше при использовании орошения. Однако применение орошения

не оказало влияния на процентное содержания сахаров в зерне. Гибрид Катерина СВ, выращиваемый на силос, также имеет большее содержание сухого вещества без использования орошения, но в отличие от гибрида Кубанский 101 все показатели, в том числе сахара, имеют тенденцию к увеличению.

ВЫВОДЫ

1. В условиях северной лесостепи Новосибирского Приобья при выращивании гибридов кукурузы с применением орошения установлено увеличение урожайности зерна и зеленой массы у Кубанского 101 соответственно на 59,4 и 50,6 %, у гибрида Катерина СВ – на 38,5 и 55,5 % в сочетании с повышением массы зерна на 21,6 %, а также размеров початков.

2. Оптимальный режим орошения способствует повышению пищевой и кормовой ценности зерна кукурузы, увеличению содержания жира, протеина, крахмала и сахаров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Перспективная ресурсосберегающая технология производства кукурузы на зерно: метод. рекомендации* / подгот. В.Н. Багринцевой, Е.Ф. Сотченко, А.Г. Горбачевой. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 72 с.
2. *Сотченко В.С.* Перспективы производства зерна и семян кукурузы в Российской Федерации на период до 2020 г. // Кукуруза и сорго. – 2010. – № 4. – С. 3–9.
3. *Кваша А.В.* Совершенствование технологии возделывания кукурузы на фуражное зерно в южной лесостепной и степной зонах Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Усть-Кинельский, 2017. – 19 с.
4. *Галеев Р.Р., Щемелева Г.В., Альберт М.А.* Особенности изучения гибридов кукурузы при орошаемом земледелии в лесостепи Приобья // Главный агроном. – 2020. – №7. – С. 3–5.
5. *Давыдов А.С., Ермакова К.С.* Режим орошения кукурузы на зерно // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – №5 (175). – С. 55–59.
6. *Мигулев П.И.* Продуктивность гибридов кукурузы при программировании урожайности в условиях Верхневолжья // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – №3. – С. 29–32.
7. *Шепталов В.Б.* Подготовка сточных вод и режим орошения сельскохозяйственных культур в условиях лесостепной зоны Челябинской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2011. – 16 с.

8. Motazedian A., Kazemeini S.A., Bahrani V.J. Sweet corn growth and Grain Yield as influenced by irrigation and wheat residue management // *Agricultural Water Management*. – 2019. – Vol. 224.
9. Segovia-Cardozo D.A., Rodríguez-Sinobas L., Zubelzu S. Water use efficiency of corn among the irrigation districts across the Duero river basin (Spain): Estimation of local crop coefficients by satellite images // *Agricultural Water Management*. – 2019. – Vol. 212. – P. 241–251.
10. Effect of irrigation on physicochemical properties and bioethanol yield of drought tolerant and conventional corn / K.Zhang, P. Bairen, I. Kisekka [et al.] // *Irrigation Science*. – 2018. – Vol. 36.
11. Hatlitligil M., Olson R., Compton W. Yield, water use, and nutrient uptake of corn hybrids under varied irrigation and nitrogen regimes. *Fertilizer Research*. – 1984. – Vol. 5. – P. 321–333.
12. Новые сорта и гибриды кукурузы и сорговых культур, рекомендованные к возделыванию в хозяйствах Российской Федерации с 2019 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vnii-kukuruzy.ru> (дата обращения: 09.11.2021).
13. Полнота всходов и фотосинтетические параметры гибридов кукурузы, выращиваемых при различном уровне влагообеспеченности / Г.В. Щемелева, Р.Р. Галеев, М.В. Степанова, Е.Н. Цындра // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосиб. ГАУ, Новосибирск, 20 окт. 2021 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 242–244.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2011. – 351 с.
15. Формирование химического состава зерна яровой пшеницы при различном уровне минерального питания / Д.В. Чикишев, Н.В. Абрамов, Н.С. Ларина, С.В. Шерстобитов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2020. – № 10(3). – С. 496–505.

REFERENCES

1. *Perspektivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva kukuruzy na zerno* (Perspective resource-saving technology of corn production for grain), podgotovleno V.N. Bagrintseva, E.F. Sotchenko, A.G. Gorbacheva, Moscow: FGNU «Rosinformagrotech», 2009, 72 p.
2. Sotchenko V.S., *Kukuruza i sorgo*, 2010, No. 4, pp. 3–9. (In Russ.)
3. Kvasha A.V., *Sovershenstvovanie tekhnologii vozdeleyvaniya kukuruzy na furazhnoe zerno v yuzhnoy lesostepnoy i stepnoy zonakh Zapadnoy Sibiri* (Improving the technology of corn cultivation for feed grain in the southern forest-steppe and steppe zones of Western Siberia, Extended abstract of Candidate's thesis, Ust-Kinelsky, 2017, 19 p.
4. Galeev R.R., Shchemeleva G.V., Albert M.A., *Glavnyy agronom*, 2020, No. 7, pp. 3–5. (In Russ.)
5. Davydov A.S., Ermakova K.S., *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, No. 5(175), pp. 55–59. (In Russ.)
6. Migulev P.I., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2019, No. 3, pp. 29–32. (In Russ.)
7. Sheptalov V.B., *Podgotovka stochnykh vod i rezhim orosheniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh lesostepnoy zony Chelyabinskoy oblasti* (Wastewater treatment and irrigation regime of agricultural crops in the conditions of the forest-steppe zone of the Chelyabinsk region), Extended abstract of Candidate's thesis, Barnaul, 2011, 16 p.
8. Motazedian A., Kazemeini S.A., Bahrani M.J., Sweet corn growth and Grain Yield as influenced by irrigation and wheat residue management, *Agricultural Water Management*, 2019, Vol. 224.

9. Segovia-Cardozo D.A., Rodríguez-Sinobas L., Zubelzu S., Water use efficiency of corn among the irrigation districts across the Duero river basin (Spain): Estimation of local crop coefficients by satellite images, *Agricultural Water Management*, 2019, Vol. 212, pp. 241–251.
10. Zhang K., Bairen P., Kisekka I. [et al.], Effect of irrigation on physicochemical properties and bioethanol yield of drought tolerant and conventional corn, *Irrigation Science*, 2018, Vol. 36.
11. Hatlitligil, M., Olson, R., Compton, W., Yield, water use, and nutrient uptake of corn hybrids under varied irrigation and nitrogen regimes, *Fertilizer Research*, 1984, Vol. 5, pp. 321–333.
12. *Novye sorta i gibridy kukuruzy i sorgovykh kul'tur, rekomendovannye k vozdel'yvaniyu v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii s 2019 goda* (New varieties and hybrids of corn and sorghum crops recommended for cultivation in the farms of the Russian Federation since 2019), <http://vniikukuruzy.ru> (accessed: 09.11.2021).
13. Shchemeleva G.V., Galeev R.R., Stepanova M.V., Tsyndra E.N., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa* (Actual problems of the agro-industrial complex), Proceedings of the scientific and practical conference, Novosibirsk, October 20, 2021, Novosibirsk: Publishing Center of NGAU “Golden Ear”, 2021, pp. 242-244. (In Russ.)
14. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Agropromizdat, 2011, 351 p.
15. Chikishev D.V., Abramov N.V., Larina N.S., Sherstobitov S.V., *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2020, No. 10(3), pp. 496-505. (In Russ.)