

УДК
633.15:575.22:581.14:631.559:631.53.04(470.630)

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

**ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ ВЕГЕТАЦИИ
КУКУРУЗЫ В СВЯЗИ СО СРОКАМИ ПОСЕВА
В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО
ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Кравченко Роман Викторович
д. с.-х. н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 3648-2228
roma-kravchenko@yandex.ru
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Россия, 350044, Краснодар, Калинин, 13*

В статье дан обзор результатов изучения в условиях засушливой зоны Центрального Предкавказья зависимости наступления основных фенологических фаз развития растений гибридов кукурузы различных групп спелости селекции Краснодарского НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко (Росс 199, Росс 299, Краснодарский 382 и Краснодарский 410) и Всероссийского НИИ кукурузы (Машук 170, Ньютон, РИК 345 и Эрик), а также среднеранней популяции Российская 1 от изменения среднесуточной температуры воздуха при различных сроках посева и предпосевном протравливании семян препаратом «ТМТД-плюс», содержащий в своём составе стимулятор роста Крезацин. Исследования проводились в соответствии с тематическим планом научных исследования кафедры растениеводства и кормопроизводства Ставропольского государственного аграрного университета. Технология выращивания кукурузы на опытном участке соответствовала общепринятой для данной зоны и культуры. Посев выполняли в три срока. Первый (ранний) срок посева проводили при $t = +7...+8^{\circ}\text{C}$. Второй (рекомендуемый) - при $t = +10...+12^{\circ}\text{C}$. Третий (поздний) срок посева проводили при $t = +15^{\circ}\text{C}$. Выявлена высокая обратная корреляция между среднесуточной температурой воздуха и продолжительностью межфазных периодов развития растений кукурузы. Таким образом, при смещении сроков посева кукурузы со второй половины мая на вторую половину апреля происходит оптимизация теплового режима в генеративный период и повышение эффективности использования тепловых ресурсов региона. На вариантах с применением протравителя ТМТД-плюс отмечено ускорение развития проростков кукурузы при среднесуточных температурах воздуха до $+12^{\circ}\text{C}$

Ключевые слова: КУКУРУЗА, ГИБРИДЫ, ТМТД-ПЛЮС, КОРРЕЛЯЦИЯ, СРЕДНЕСУТОЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, СУММА АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР

UDC
633.15:575.22:581.14:631.559:631.53.04(470.630)

Agricultural sciences

**WEATHER CONDITIONS OF MAIZE
VEGETATION IN CONNECTION WITH THE
PLANTING DATES IN THE ARID ZONE OF
CENTRAL CISCAUCASUSIA**

Kravchenko Roman Viktorovich
Dr.Sci.Agr., associate professor
RSCI SPIN-code: 3648-2228
roma-kravchenko@yandex.ru
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
350044, St.Kalinina,13*

There were reviewed the results of the study of the dependence of main phenological phases of development of corn hybrids of different maturity groups of the selection of Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P.P. Lukyanenko in the arid zone of Central Ciscaucasia (Ross 199, Ross 299, Krasnodar 382 and Krasnodar 410) and the All-Russian Research Institute of Corn (Mashuk 170, Newton, RIC 345 and Eric), as well as early-middle Rossiyskaya 1 from the changes of average daily air temperature of planting dates and preplant seed treatment by the preparation "TMTD-plus", containing the growth promoter called Krezatsin in its composition. The studies were conducted in accordance with the thematic plan of scientific researches of the department of crop and forage production of Stavropol State Agrarian University. The technology of maize growing on the experimental plot corresponds to the standard technology for this area and culture. The sowing was performed in three stages. The first (early) sowing period was at $t = +7 ... +8^{\circ}\text{C}$. The second (recommended) – was at $t = +10 ... +12^{\circ}\text{C}$. The third (later) sowing period was at $t = +15^{\circ}\text{C}$. There was identified a high inverse correlation between the average daily air temperature and the duration of the intraphase periods of maize propagation. Thus, at the shifting of maize sowing dates with the second half of May on the second half of April we have optimization of heat regime in the generative period and rising of the efficiency of use of thermal resources of the region. There was marked the acceleration of development of corn seedlings when the average daily air temperatures was up to 12°C at the samples with the application of the disinfectant TMTD-plus

Keywords: MAIZE, HYBRIDS, TMTD-PLUS, CORRELATION, AVERAGE DAILY AIR TEMPERATURE, SUM OF ACTIVE TEMPERATURES

Введение

Благодаря высокой биологической приспособляемости, кукуруза способна нормально развиваться в различных районах страны. Поэтому биологические требования кукурузы могут колебаться с большой амплитудой, обусловленной варьированием комплекса взаимосвязанных биохимических, физиологических, морфологических и других признаков [34].

Для полного и экономически эффективного использования кукурузы её необходимо возделывать по обоснованной технологии, для чего, в свою очередь, надо знать её биологические особенности и основные требования к условиям произрастания. Наилучший подход к тем или иным агроприемам в зависимости от конкретных почвенно-климатических условий и экологических требований может быть обеспечен при рациональном использовании факторов внешней среды. Учет агрометеорологических условий конкретного года и на его основе оптимальное использование климатических особенностей края даёт возможность обосновать комплекс агроприёмов и сроки их проведения в технологии возделывания полевых культур [12, 15, 16, 17, 18, 27].

При изучении гибридов кукурузы в конкретных почвенно-климатических условиях важно объяснить за счет чего был сформирован урожай. Динамика прохождения фаз роста и развития растениями кукурузы является функцией двух основных составляющих, таких как генетические особенности гибрида и погодно-климатические условия периода вегетации. В условиях различных сроков посева формируется комплекс погодных факторов среды, по-разному влияющий на характер и направленность продукционных процессов. Продолжительность межфазных периодов является наиболее мобильным показателем, характеризующим особенности прохождения растениями фаз онтогенеза. Параметром же, в наибольшей степени определяющим динамику

прохождения фаз развития, является температурный режим периода вегетации [8]. Здесь также необходимо учитывать, что гибриды кукурузы разных групп спелости имеют неодинаковую потребность в тепле для формирования урожая зерна. При этом по мнению Б. П. Гурьева с Е. И. Филатовой, каждый гибрид, в зависимости от скороспелости, должен аккумулировать определенную сумму эффективных температур, чтобы достичь определенной фазы развития. У раннеспелых гибридов она ниже, у позднеспелых – выше [6].

Суммы активных температур за каждый из анализируемых периодов развития растений кукурузы конкретного гибрида является величиной постоянной и от сроков посева, по мнению А.Э. Панфилова, практически не зависят: различия по срокам не превышают величины, получаемой за одни сутки. Именно этим обстоятельством в сочетании с варьированием температурного фона обусловлено влияние сроков посева на продолжительность вегетативного и генеративного периодов [25].

Материал и объект исследований

В качестве объектов исследований были выбраны гибриды и популяция кукурузы различных групп спелости: раннеспелые гибриды Машук 170 и Росс 199, среднеранние гибриды Ньютон и Росс 299, а также популяция Российская 1, среднеспелые гибриды РИК 345 и Краснодарский 382, среднепоздние гибриды Эрик и Краснодарский 410. Оригинатором гибридов Машук 170, Ньютон, РИК 345 и Эрик является Всероссийский НИИ кукурузы (г. Пятигорск), а гибридов Росс 199, Росс 299, Краснодарский 382 и Краснодарский 410 – Краснодарский НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар).

Методы исследований

Исследования проводились в соответствии с тематическим планом научных исследований кафедры растениеводства и кормопроизводства Ставропольского государственного аграрного университета на

производственной базе 2-го отделения ООО СХП «Добровольное» (х. Веселый Ипатовского района Ставропольского края). Территория хозяйства расположена во II агроклиматическом районе, характеризующимся засушливым умеренно жарким климатом. Гидротермический коэффициент равен 0,7 – 0,9. Среднегодовое количество осадков 428 мм.

Почвенный покров хозяйства ООО Добровольное достаточно однородный (черноземы южные), что объясняется спокойным рельефом и однотипностью почвообразующих пород. Почвы карбонатные слабо гумусированные среднемошные в основном тяжелосуглинистые.

Повторность опытов – трёхкратная, размещение вариантов осуществлялось методом расщеплённой делянки. Общая площадь делянки в опытах – 28 м², учетная – 14 м².

Технология выращивания кукурузы на опытном участке соответствовала общепринятой для данной зоны и культуры. Предшественник – озимая пшеница. Перед посевом проводили предпосевную обработку семян препаратами «ТМТД» (контроль) и «ТМТД-плюс» (изучаемый), в состав которого входит стимулятор роста Крезацин [2]. Посев выполняли в три срока. Первый (ранний) срок посева проводили при $t = +7...+8^{\circ}\text{C}$. Второй (рекомендуемый) – при $t = +10...+12^{\circ}\text{C}$. Третий (поздний) срок посева проводили при $t = +15^{\circ}\text{C}$. Густота стояния растений формировалась в соответствии с рекомендациями оригинаторов гибридов, а именно: раннеспелые – 70 тыс.шт./га, среднеранние – 60 тыс.шт./га, среднеспелые – 50 тыс.шт./га, среднепоздние – 45 тыс.шт./га. Схема посева однострочная, с междурядьем 70 см.

Результаты исследований

Проведенные фенологические наблюдения в зоне достаточного увлажнения, представленные в предыдущей статье [22], показали, что

каждому гибриду была присуща своя строго определённая сумма активных температур, набираемая ими по фазам вегетации (табл. 1).

Таблица 1 – Сумма активных температур по межфазным периодам развития растений гибридов и популяции кукурузы в зависимости от сроков посева и предпосевного протравливания семян, °С (СтГАУ, засушливая зона)

Гибрид, популя-ция	Обра- ботка семян	Срок посева	Период развития			
			посев - всходы	всходы - цветение метелки	цветение метелки - полная спелость	всходы- полная спелость
1	2	3	4	5	6	7
Машук 170	конт- роль (ТМТД)	ранний	190	1071	1085	2156
		рекомендуемый	202	1045	1156	2201
		поздний	185	1043	1142	2185
	ТМТД- плюс	ранний	172	1027	1074	2102
		рекомендуемый	186	1007	1146	2153
		поздний	172	1033	1120	2153
Росс 199	конт- роль (ТМТД)	ранний	190	1100	1118	2218
		рекомендуемый	202	1075	1222	2297
		поздний	185	1066	1196	2262
	ТМТД- плюс	ранний	172	1056	1143	1199
		рекомендуемый	186	1037	1211	1248
		поздний	172	1041	1174	1215
Ньютон	конт- роль (ТМТД)	ранний	190	1145	1391	2536
		рекомендуемый	202	1145	1367	2512
		поздний	185	1089	1314	2403
	ТМТД- плюс	ранний	172	1101	1388	2488
		рекомендуемый	186	1107	1375	2482
		поздний	172	1055	1340	2375

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Росс 299	конт- роль (ТМТД)	ранний	190	1169	1427	2596
		рекомендуемый	202	1193	1391	2584
		поздний	185	1142	1288	2430
	ТМТД- плюс	ранний	172	1103	1424	2527
		рекомендуемый	186	1153	1398	2551
		поздний	172	1116	1360	2476
Россий- ская 1	конт- роль (ТМТД)	ранний	190	1153	1396	2549
		рекомендуемый	202	1154	1378	2532
		поздний	185	1087	1339	2426
	ТМТД- плюс	ранний	172	1107	1395	2503
		рекомендуемый	186	1123	1385	2508
		поздний	172	1070	1346	2396
РИК 345	конт- роль (ТМТД)	ранний	190	1268	1441	2709
		рекомендуемый	202	1247	1465	2712
		поздний	185	1244	1444	2688
	ТМТД- плюс	ранний	172	1225	1435	2660
		рекомендуемый	186	1215	1464	2679
		поздний	172	1206	1456	2662
Красно- дарский 382	конт- роль (ТМТД)	ранний	190	1322	1473	2795
		рекомендуемый	202	1335	1432	2767
		поздний	185	1300	1441	2741
	ТМТД- плюс	ранний	172	1277	1467	2744
		рекомендуемый	186	1303	1431	2734
		поздний	172	1262	1454	2716
Эрик	конт- роль (ТМТД)	ранний	190	1469	1584	3053
		рекомендуемый	202	1479	1536	3025
		поздний	185	1489	1579	3068

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Эрик	ТМТД-плюс	ранний	172	1422	1597	3020
		рекомендуемый	186	1438	1553	2991
		поздний	172	1443	1611	3053
Краснодарский 410	конт-роль (ТМТД)	ранний	190	1389	1597	2986
		рекомендуемый	202	1439	1540	2979
		поздний	185	1447	1599	3046
	ТМТД-плюс	ранний	172	1343	1611	2954
		рекомендуемый	186	1400	1557	2957
		поздний	172	1401	1630	3031

Некоторое снижение потребности в тепле отмечалось в период прорастания семян на фоне применения регулятора роста Крезацина в предпосевном протравливании семян (протравитель ТМТД-плюс), эффективность которого отмечалась многими авторами [3, 4, 13, 20, 21, 22].

Однако при разных сроках посева формируются различные внешние условия вегетации растений кукурузы с различной среднесуточной температурой по фазам вегетации (табл. 2). В основе выявленных закономерностей, по мнению М. Derieux, R. Vonhomme и А. Э. Панфилова, лежит различная, но индивидуальная для каждого в отдельности, потребность генотипов в сумме активных температур, необходимых для прохождения межфазного периода «всходы – цветение метелки» (и др.). Несколько большее варьирование сумм активных температур в генеративный период является не следствием изменяющейся потребности генотипов в тепле, а фоном, отражающим фактическую динамику температуры воздуха и мало связанную с изучаемым признаком [25, 33].

Близкое мнение по данному вопросу имеют и такие исследователи, как В. В. Кошеляев и др. [11, 14, 19, 21, 29]. В тоже время, её параметры

могут меняться в зависимости от зоны возделывания. Так, по нашим данным, с удлинением вегетационного периода на каждые 10 единиц ФАО сумма активных температур возрастает в среднем на 30 градусов.

Таблица 2 – Среднесуточная температура воздуха по межфазным периодам развития растений гибридов и популяции кукурузы в зависимости от сроков посева и предпосевного протравливания семян, °С (СтГАУ, засушливая зона)

Гибрид, популяция	Обра- ботка семян	Срок посева	Период развития			
			посев - всходы	всходы - цветение метелки	цветение метёлки - полная спелость	всходы - полная спелость
1	2	3	4	5	6	7
Машук 170	конт- роль (ТМТД)	ранний	12,7	18,9	24,2	21,2
		рекомендуемый	15,5	20,8	25,0	22,8
		поздний	19,3	22,1	25,1	23,5
	ТМТД- плюс	ранний	12,7	18,6	23,9	21,0
		рекомендуемый	15,5	20,7	24,8	22,6
		поздний	19,2	22,5	24,6	23,6
Росс 199	конт- роль (ТМТД)	ранний	12,7	19,0	24,4	21,4
		рекомендуемый	15,5	20,9	24,8	22,8
		поздний	19,3	21,9	24,6	23,3
	ТМТД- плюс	ранний	12,7	18,7	24,2	21,3
		рекомендуемый	15,5	20,7	24,7	22,6
		поздний	19,2	22,2	24,5	23,2
Ньютон	конт- роль (ТМТД)	ранний	12,7	19,1	24,7	21,8
		рекомендуемый	15,5	21,0	24,3	22,7
		поздний	19,3	21,7	24,1	22,9
	ТМТД- плюс	ранний	12,7	18,8	24,6	21,7
		рекомендуемый	15,5	20,8	24,6	22,7
		поздний	19,2	21,6	24,4	22,8

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Росс 299	конт- роль (ТМТД)	ранний	12,7	19,2	24,8	21,8
		рекомендуемый	15,5	21,1	24,5	22,6
		поздний	19,3	21,8	23,6	22,7
	ТМТД- плюс	ранний	12,7	18,9	24,7	21,7
		рекомендуемый	15,5	20,9	24,1	22,7
		поздний	19,2	21,7	23,7	22,8
Россий- ская 1	конт- роль (ТМТД)	ранний	12,7	19,1	24,7	21,8
		рекомендуемый	15,5	21,0	24,4	22,7
		поздний	19,3	21,6	23,8	22,8
	ТМТД- плюс	ранний	12,7	18,8	23,5	21,7
		рекомендуемый	15,5	20,8	24,4	22,7
		поздний	19,2	21,4	23,5	22,7
РИК 345	конт- роль (ТМТД)	ранний	12,7	19,4	24,4	21,8
		рекомендуемый	15,5	21,2	23,8	22,5
		поздний	19,3	22,0	22,8	22,4
	ТМТД- плюс	ранний	12,7	19,2	24,3	21,8
		рекомендуемый	15,5	20,9	23,7	22,5
		поздний	19,2	21,9	23,0	22,5
Краснодар- ский382	конт- роль (ТМТД)	ранний	12,7	19,5	24,2	21,7
		рекомендуемый	15,5	21,4	23,1	22,2
		поздний	19,3	22,1	22,8	22,4
	ТМТД- плюс	ранний	12,7	19,3	24,0	21,6
		рекомендуемый	15,5	21,3	23,1	22,2
		поздний	19,2	21,9	22,9	22,5
Эрик	конт- роль (ТМТД)	ранний	12,7	19,9	23,1	21,4
		рекомендуемый	15,5	21,6	22,1	21,9
		поздний	19,3	22,4	19,6	20,8

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Эрик	ТМТД- плюс	ранний	12,7	19,6	23,3	21,4
		рекомендуемый	15,5	21,4	22,4	21,9
		поздний	19,2	22,1	20,0	21,0
Красно- дарский 410	конт- роль (ТМТД)	ранний	12,7	19,7	23,3	21,5
		рекомендуемый	15,5	21,5	22,3	21,9
		поздний	19,3	22,4	20,1	21,0
	ТМТД- плюс	ранний	12,7	19,4	23,5	21,4
		рекомендуемый	15,5	21,4	22,5	22,0
		поздний	19,2	22,0	20,4	21,1

По данным Д. С. Корыстиной и А. Э. Панфилова для условий Южного Зауралья – на 27 °С [10, 25], Б. П. Гурьева и И. Л. Гурьевой применительно к условиям степи Украины – на 23 °С [5], а В. С. Циков с Л. Л. Матюхой оценивают этот показатель для лесостепи Украины на 8 градусов ниже [30]. Следовательно, для набора определённой суммы активных температур необходимо различное время, что и отразилось в продолжительности межфазных периодов.

Так, при раннем сроке посева во время прорастания семян среднесуточная температура составила в среднем +12,7 °С (начальная - +7...+8 °С) и всходы появились через 15 суток. При рекомендуемом сроке посева среднесуточная температура была на 2,8 °С выше и всходы появились на 2 дня раньше. При позднем сроке посева среднесуточная температура превышала таковую при раннем сроке посева на 6,6 °С и фаза всходов отмечалась на 5 суток раньше.

К аналогичным выводам приходит и А. Э. Панфилов указывая, что относительно медленное прогревание почвы в период прорастания семян ранних сроков посева приводит к увеличению его продолжительности по сравнению с поздним сроком в среднем на 4-5 суток [25].

По данным Д. С. Корыстиной этот разрыв может достигать ещё больших величин. Так, разница в продолжительности периода «посев – всходы» при раннем сроке посева ($t = +7,5^{\circ}\text{C}$) и позднем ($t = +14,8...15,0^{\circ}\text{C}$) составляет 7-8 суток [10].

Ограничительным и, следовательно, значимым фактором является связанная с ранними сроками посева высокая вероятность понижения температуры почвы за пределы биологического минимума, так как к посеву при данном сроке приступают на его границе – $+7...+8^{\circ}\text{C}$. Хотя степень повреждения растений при этом в большой мере зависит от уровня температур, экспозиции и генотипа, а снижение температуры до уровня, связанного с массовой гибелью семян и проростков ($+4...+6^{\circ}\text{C}$), за анализируемый период при раннем сроке посева ни в один из изучаемых годов исследований не наблюдалось.

По данным Р. Miedema (1982), среднесуточная температура почвы в $+6^{\circ}\text{C}$ при продолжительности 5 – 7 суток может вызывать задержку или временную остановку процессов прорастания семян и не сопровождаться регистрируемыми последствиями для дальнейшего продукционного процесса [35].

Это хорошо согласуется с данными G. Sprague, который утверждал, что продолжительность фазы «посев – всходы» в основном определяется температурой и влажностью почвы: в наиболее благоприятных условиях она составляет 6 - 10 суток, в неблагоприятных 20 – 25 суток и более. Чем выше температура почвы, тем короче, по мнению G. Sprague, период от посева до всходов [32].

Д. С. Корыстина, проведя регрессионный анализ взаимосвязи температурных параметров в период прорастания семян кукурузы и продолжительностью периода «посев – всходы», уточняет, что повышение температуры почвы на 1°C приводит к сокращению периода прорастания в среднем на 1 сутки ($r = - 0,962$) [10]. По данным А. Э. Панфилова,

применительно к условиям Челябинской области, при высоком коэффициенте обратной корреляции ($r = - 0,910$) каждый градус обеспечивает появление всходов кукурузы на 1,1...1,5 суток раньше [25]. В наших опытах – на 0,7...0,9 суток при высоком коэффициенте обратной корреляции равном – 0,9537 (табл. 3).

Таблица 3 – Корреляция между отдельными факторами продолжительностью межфазного периода развития растений кукурузы «посев – всходы» (СтГАУ, засушливая зона)

Фактор	r	x_r, \pm
1. Среднесуточная температура воздуха за межфазный период «посев – всходы»	- 0,9537	0,02
2. Сумма активных температур за межфазный период «посев – всходы»	0,3251	0,01

Как видим, общее направление тенденции одинаковое, а расхождения в результатах наших наблюдений и вышеперечисленных авторов по темпам прорастания семян кукурузы объясняются различной скоростью нарастания среднесуточных температур и их градиента, зависящих от агроклиматической зоны возделывания культуры [35]. Подтверждается это и тем фактом, что в условиях Средней Германии на фоне $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ среднесуточных температур всходы появляются на 10 день [23], в наших опытах (Центральное Предкавказье) – на 13 день, в условиях Южного Зауралья – на 15 сутки [10, 25].

Таким образом, адекватная реакция прорастающих семян на температурный режим почвы позволяет давать вероятностный прогноз продолжительности рассматриваемого периода. Наблюдения за дальнейшим развитием растений кукурузы в их взаимосвязи с температурными параметрами показали, что если на ранних этапах развития более благоприятными были погодно-климатические условия при

более поздних посевах, то, начиная с фазы цветения это можно сказать о раннем посеве. При нём цветение метелки и початка растений кукурузы проходили при более щадящих температурах и лучшей влагообеспеченности, а период налива зерна, когда потребность в тепле возрастала, наоборот, при более высоких среднесуточных температурах.

Так, при раннем сроке посева среднесуточная температура воздуха за период «всходы – цветение» колебалась от 18,9 °С у раннеспелого гибрида Машук 170 до 19,9 °С у среднепозднего гибрида Эрик. При рекомендуемом сроке посева она была выше на 1,7...1,9 °С, а при позднем сроке посева – на 2,5...3,2°С.

К аналогичному заключению приходит и А. Э. Панфилов, указывая, что в условиях Южного Зауралья температурным режим, на фоне которого происходило дальнейшее, после появления всходов, развитие растений в значительной степени обусловлен сроками посева. В вегетативный период (всходы – вымётывание) наблюдалось некоторое преимущество позднего срока по среднесуточной температуре воздуха (в среднем на 1,1 °С в южной лесостепи и на 1,6 °С – в северной), однако ранний срок в обеих зонах создавал более благоприятный режим в период созревания [25].

Кроме того, ранний срок посева, обеспечивая цветение и опыление в более ранние сроки, снижал риск попадания этой фазы на период отсутствия осадков и засухи. Значимость данной фазы развития заключается в том, что кукуруза, являясь высокоурожайной культурой, в течение периода вегетации предъявляет довольно высокие требования к общим ресурсам воды. Но потребление воды кукурузой – процесс неравномерный во времени. Максимальное использование её начинается за 10 суток до цветения и заканчивается через 20 суток после него, что составляет критический период водопотребления. Засуха в этот период приводит к нарушениям в процессе опыления початков вплоть до появления бесплодных растений и, естественно, снижению сбора зерна

[26]. Также, смещение сроков посева на более раннюю дату позволяет уменьшить повреждаемость кукурузы чешуекрылыми вредителями, так как появление их гусениц приходится при этом на более зрелые растения кукурузы [1].

В наших опытах анализ метеорологических параметров показал, что если при раннем сроке посева раннеспелых гибридов Машук 170 и Росс 199 в критический период выпало в среднем за годы исследований 64 мм осадков, а при позднем – 42 мм осадков, то для среднепоздних гибридов Эрик и Краснодарский 410 – это составило 42 мм и 33 мм осадков, соответственно. Как видим, количество осадков за данный период при переносе сроков посева с ранних на поздние даты сократилось на 52 и 27 % соответственно по раннеспелым и среднепоздним гибридам. При этом необходимо добавить, что в один год из трёх лет испытаний цветение гибридов поздних сроков посева пришлось на период засухи, когда за месяц не выпало ни миллиметра осадков. Это является крайне негативным моментом, так как наивысшая урожайность кукурузы по мнению Н. А. Дроздова обеспечивается при тех сроках посева, когда цветение растений протекает в наилучших условиях увлажнения [7].

Это хорошо коррелируется с данными А. Э. Панфилова, согласно которым посевами кукурузы именно ранних сроков более эффективно используются ресурсы влаги. Различия в пользу раннего срока по запасам доступной влаги при посеве и в фазу всходов составили в среднем 102 и 147 т/га, соответственно. А в условиях недостаточной влагообеспеченности ранний посев обеспечивал более благоприятное распределение осадков, когда на фоне поздней июльской засухи превышение их суммы в критический период было шестикратным [25].

Поэтому, при дефиците влаги в почве и влажности воздуха в период цветения на фоне высоких дневных температур середины лета в засушливых регионах предельно ранние сроки посева могут быть связаны

не с оптимальными требованиями кукурузы к факторам внешней среды, а с необходимостью ухода от летней засухи. Аналогичный подход обосновывает А. А. Жученко, имея в виду адаптацию растений к природным факторам, редко сочетающуюся в оптимуме [9].

Второй положительный момент при ранних сроках посева кукурузы состоит в том, что чем раньше проходит опыление, тем больше солнечной энергии получают зерна в процессе своего развития, тем полнее может быть реализован биологический потенциал генотипа [15, 16, 17].

Как видим, временной интервал между наступлением фаз развития растений кукурузы «всходы» и «цветение» в значительной степени зависит от внешних условий, связанных со сроками посева и годами исследований. Так, выявлен высокий коэффициент парной обратной корреляционной связи продолжительности периода листообразования растений гибридов и популяции кукурузы со среднесуточной температурой воздуха за тот же период (табл. 4).

Таблица 4 – Корреляция между отдельными факторами и продолжительностью межфазного периода развития растений кукурузы «всходы – цветение метелки» (СтГАУ, засушливая зона)

Фактор	r	X_r, \pm
Среднесуточная температура воздуха за межфазный период «всходы - цветение метёлки»	-0,8203	0,06
Сумма активных температур за межфазный период «всходы - цветение метёлки»	0,5150	0,11

Выявлена также средняя, переходящая в слабую, корреляционная связь продолжительности межфазного периода «всходы – цветение» с суммой активных температур за тот же период.

В отличие от начального, вегетативного развития, продолжительность генеративного развития, то есть интервал времени от цветения початков до созревания, постоянен для каждого гибрида, Обязательным условием при этом является прохождение данного межфазного периода в оптимальных для кукурузы температурных границах.

Слабо зависела продолжительность генеративного периода развития растений кукурузы и в опытах других авторов [25]. Так, по данным Д. С. Корыстиной отмечалось незначительное варьирование ($V = 0...5,9\%$) продолжительность периодов от вымётывания до молочно-восковой и от молочно-восковой до восковой спелости у различных по скороспелости биотипов кукурузы [10].

Связано это с ослаблением реакция растений кукурузы на условия теплообеспеченности в генеративный период. Главное здесь – наличие оптимальных температурных параметров в пределах $+20...+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ и бездефицитное увлажнение [25, 28].

Дальнейшее изучение этого вопроса показало, что при поздних сроках посева среднепоздних гибридов (Эрик, Краснодарский 410), несмотря на очень небольшой отрезок времени от посева до всходов, вегетационный период кукурузы более продолжительный, чем при раннем сроке посева – на 12 суток. Объясняется это тем, что созревание растений (данной группы спелости) происходит в более поздний период (конец сентября - начало октября), когда среднесуточные температуры воздуха заметно ниже, чем в конце августа и начале сентября и, самое главное, находятся в пределах субоптимальных для кукурузы температур.

Субоптимальные температуры ($+10...+18\text{ }^{\circ}\text{C}$), лежащие выше порога повреждения растений кукурузы, но ниже оптимума, по мнению ряда авторов, оказывают на них отрицательное влияние, когда наблюдается существенное снижение сборов кукурузы. Так, при снижении температуры

воздуха до +15...+17 °С замедляется развитие растений и накопление сухого вещества, при +12 °С, как правило, резко замедляется метаболизм, а при охлаждении до +10 °С, по мнению Л. С. Лукаткина и Т. Н. Еремкиной, обнаруживается нарушение дыхания, а также снижение энергетической эффективности окисления и фосфорилирования. Развитие растений кукурузы при этом останавливается [24].

Это же было отмечено и в отношении растений близкого к ним по скороспелости среднеспелых гибридов (РИК 345, Краснодарский 382), у которых отмечалось удлинение межфазного периода «цветение метелки - полная спелость» при позднем сроке посева на четыре дня по отношению к раннему сроку посева.

На данную тенденцию указывает и Ю. И. Чирков, подчеркивая, что созревание растений кукурузы при субоптимальных температурах быстрее проходит при их повышении. При этом в зависимости от условий окружающей среды, различия по продолжительности периода налива зерна у разных гибридов могут составлять 10 – 20 суток. Это всё указывает на большой потенциал раннего срока посева по сравнению с рекомендуемым и, особенно, поздним сроками [31].

Анализ взаимосвязи продолжительности вегетационного периода у всех гибридов кукурузы с температурными параметрами за этот же период показал их высокую обратную корреляцию (табл. 5).

Таблица 5 – Корреляция между отдельными факторами и продолжительностью периода вегетации растений кукурузы (СтГАУ, засушливая зона)

Фактор	r	x_r, \pm
Сумма активных температур за период вегетации	0,1980	0,01
Сумма активных температур за межфазный период «всходы - цветение метелки»	0,1615	0,11
Среднесуточная температура воздуха за период вегетации	-0,7894	0,02
Среднесуточная температура воздуха за межфазный период «всходы - цветение метелки»	-0,8545	0,05
Продолжительность межфазного периода «всходы – цветение метелки»	0,9355	0,04

С повышением среднесуточной температуры воздуха за период вегетации гибридов кукурузы на 1 °С продолжительность последнего сокращалась в среднем на 10 суток ($r > 0,75$). Варьирование общей продолжительности вегетационного периода под влиянием условий вегетации в основном обусловлено колебаниями среднесуточных температур за период «всходы – цветение» и, как следствие, продолжительности данного периода ($r = - 0,8545$ и $0,9355$ соответственно), что и определяет их в качестве главных прогнозных и классификационных показателей.

Таким образом, для более полного проявления потенциальных возможностей продуктивности гибридов большое значение имеет разработка приемов сортовой агротехники, в частности установление дифференцированных сроков посева для условий разных почвенно-климатических зон, на что указывают и многие другие авторы [26].

Выводы

Обобщая выше изложенное, можно охарактеризовать основные изменения в условиях вегетации кукурузы, связанные со смещением сроков посева со второй половины мая на вторую половину апреля, следующим образом:

- снижение температуры почвы и воздуха в период прорастания и в первую половину вегетационного периода до уровня, в той или иной мере задерживающего развитие растений, но не вызывающего их повреждению;
- оптимизация теплового режима в генеративный период и повышение эффективности использования тепловых ресурсов;
- улучшение влагообеспеченности растений в период «посев - всходы» и в критический период на засушливом фоне;
- снижение потребности в тепле в период прорастания семян на фоне применения регулятора роста Крезацина в предпосевном протравливании семян (протравитель ТМТД-плюс).

Библиографический список

1. Бидова, А. М. Сроки сева и поврежденность гибридов кукурузы чешуекрылыми вредителями / А. М. Бидова, Р. В. Кравченко // Аграрная наука, 2007. – № 5. – С. 15-16.
2. Булатов, Д. Ф., Состав для протравливания семян сельскохозяйственных культур / Д. Ф. Булатов, А. П. Глинушкин // Патент на изобретение RUS 2454057 11.03.2011.
3. Герасименко, В. Ю. Применение протравителя семян ТМТД-плюс, содержащего регулятор роста, в технологии сверхраннего посева кукурузы / В. Ю. Герасименко, Р. В. Кравченко // Сельскохозяйственная биология, 2007. – № 3. – С. 101-105.
4. Глинушкин, А. П. Эффективность применения биологических и химических препаратов в комплексной защите яровой пшеницы от болезней в Оренбургском Предуралье : дисс. ... канд. биол. наук / А. П. Глинушкин. – Оренбург, 2004.
5. Гурьев, Б.П. Селекция кукурузы на скороспелость / Б.П. Гурьев, И.А. Гурьева. - М. : Агропромиздат, 1988. - 173 с.
6. Гурьев, Б. П. В зависимости от групп спелости / Б.П. Гурьев, Е.И. Филатова // Кукуруза и сорго. - 1990. - № 3. - С. 7.
7. Дроздов, Н.А. Температура прорастания семян и сроки посева кукурузы / Н.А. Дроздов // Тр. Пушкинского с.-х. института. - Л. : Сельхозиздат, 1949. - С. 59 - 77.
8. Ефанов, Д.В. Формирование урожая гибридов кукурузы под влиянием природных факторов, предшественников и способов основной обработки почвы в зоне каштановых почв Волгоградской области : дис. ... канд. с.-х. наук / Ефанов Дмитрий Викторович // Российская государственная библиотека : [Официальный сайт]. 2003. - Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/95.pdf>

diss.rsl.ru/diss.aspx?orig=/rsl01002000000/rsl01002611000/rsl01002611508/rsl01002611508.pdf.

9. Жученко, А.А. Адаптивный потенциал культурных растений [Текст] / А.А. Жученко. - Кишинев : Штиинца, 1988. - 767 с.

10. Користина, Д.С. Ультраранние гибриды кукурузы и оптимизация некоторых элементов сортовой агротехники в северной лесостепи Зауралья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Користина Диана Салаватовна // Российская государственная библиотека : [Офици. сайт]. 2004. - Режим доступа : <http://diss.rsl.ru/diss.aspx?orig=/rsl01002000000/rsl01002730000/rsl01002730676/rsl01002730676.pdf>.

11. Кошеляев, В.В. Формирование зерновой продуктивности раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Среднего Поволжья / В.В. Кошеляев // Сельскохозяйственная биология. - 2003. - № 3. - С. 78 - 84.

12. Кравченко, Р. В. Эколого-биологическое обоснование способов селекции и семеноводства лука репчатого в условиях степной зоны Северного Кавказа : автореф. дисс. ... к.с.-х.н. / Р. В. Кравченко – М., 1998. – 24 с.

13. Кравченко, Р. В. Результативность протравителя ТМТД-плюс при возделывании гибридов кукурузы / Р. В. Кравченко, А. А. Шовканов // Аграрная наука, 2008. – № 12. – С. 8-9.

14. Кравченко, Р. В. Реализация продуктивного потенциала гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева / Р. В. Кравченко // Аграрная наука. 2009. – № 2. – С. 26-27.

15. Кравченко, Р. В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : монография / Р. В. Кравченко. – Ставрополь, 2010. – 208 с.

16. Кравченко, Р. В. Научное обоснование ресурсо-энергосберегающих технологий выращивания кукурузы (*Zea mays* L.) в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : автореф. дисс. ... д.с.-х.н. / Р. В. Кравченко. – М., 2010. – 45 с.

17. Кравченко, Р. В. Научное обоснование ресурсо-энергосберегающих технологий выращивания кукурузы (*Zea mays* L.) в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : дисс. ... д.с.-х.н. / Кравченко Роман Викторович. – М., 2010. – 313 с.

18. Кравченко, Р. В. Анализ параметров экологической пластичности и стабильности продуктивности гибридов кукурузы различных групп спелости / Р. В. Кравченко, А. А. Шовканов // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2012. – № 35. – С. 259-263.

19. Кравченко, Р. В. Генотипическая зависимость роста и развития растений кукурузы и продуктивности ее гибридов от сроков сева в Ставропольском крае / Р. В. Кравченко, А. А. Шовканов // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2012. – № 35. – С. 290-293.

20. Кравченко, Р. В. Варьирование адаптивных свойств гибридов кукурузы первого поколения (генотипов) под влиянием регулятора роста / Р. В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2012. – № 77. – С. 546-555.

21. Кравченко, Р. В. Закономерности развития гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева и протравителя ТМТД-плюс в условиях зоны достаточного увлажнения Центрального Предкавказья / Р. В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2015. – № 113. – С. 1555-1571.

22. Кравченко, Р. В. Особенности развития гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева и протравителя ТМТД-плюс в условиях засушливой зоны Центрального Предкавказья / Р. В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный

журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2015. – № 113. – С. 1572-1587.

23. Кукуруза / Д. Шпаар, В. Шлапунов, Л. Постников [и др.]. Под общ. ред. В.Л. Щербакова. – Мн. : «ФУАинформ», 1999. – 192 с.

24. Лукаткин, А.С. Активность Ca^{2+} -АТФазы в листьях растений кукурузы под влиянием охлаждения и в последствии / А.С. Лукаткин, Т.Н. Еремкина // Сельскохозяйственная биология. - 2002. - № 3. - С. 73 - 76.

25. Панфилов, А.Э. Продуктивный потенциал кукурузы и факторы его реализации в лесостепи Южного Зауралья : дисс... докт. с.-х. наук 06.01.09 / Панфилов Алексей Эдуардович // Российская государственная библиотека : [Офиц. сайт]. 2005. – Режим доступа : <http://diss.rsl.ru/diss.aspx?orig=/rs101002000000/rs101002932000/rs101002932297/rs101002932297.pdf>

26. Толорая, Т.Р. Агроэкологические факторы оптимизации продуктивности посевов кукурузы на зерно и семена на черноземах Западного Предкавказья : автореф. дис.... докт. с.-х. наук / Толорая Тристан Ризольдович. - Краснодар, 2000. - 49 с.

27. Триппель, В. В. Эколого-географическая изменчивость и ее использование в селекции и семеноводстве лука и чеснока в субтропической зоне Таджикистана : дисс... д-ра с.-х. наук / Триппель Василий Васильевич. – Душанбе, 1982. – 422 с.

28. Физиология сельскохозяйственных растений. Физиология кукурузы и риса / Отв. ред. Б.А. Рубин.- Москва : Изд-во МГУ. - 1969. – Т. V. - 416 с.

29. Шовканов, А.А. Оптимизация сроков сева кукурузы применительно к засушливым районам Ставропольского края / А. А. Шовканов, Р. В. Кравченко // Сельскохозяйственная биология, 2007. – № 3. – С. 86-91.

30. Циков, В.С. Интенсивная технология возделывания кукурузы / Циков В.С., Матюха Л.А. - М. : Агропромиздат, 1989. - 247 с.

31. Чирков, Ю.И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы / Ю.И. Чирков. - Л. : Гидрометеоздат, 1969. - 252 с.

32. Corn production / Edited by G.F. Sprague. – Washington: Government Printing Office, 1960. – 38 p.

33. Derieux M. Different approaches to maturity ratings in maize in the world / M. Derieux, R. Bonhomme // *Zea*. – 1988. - № 3. - P. 15 - 21.

34. Francis A. The iripsacinae: an interdisciplinary review of maize (*Zea mays*) and its relatives / A. Francis. - Helsinki, 1990. - 51 p.

35. Miedema P. The Effects of Low Temperature on *Zea mays* // *Advances in Agronomy*. 1982. Vol. 35. - P. 93 – 128.

References

1. Bidova, A. M. Sroki seva i povrezhdennost' gibridov kukuruzy cheshuekrylymi vrediteljami / A. M. Bidova, R. V. Kravchenko // *Agrarnaja nauka*, 2007. – № 5. – S. 15-16.
2. Bulatov, D. F., Sostav dlja protravlivanija semjan sel'skohozjajstvennyh kul'tur / D. F. Bulatov, A. P. Glinushkin // Patent na izobretenie RUS 2454057 11.03.2011.
3. Gerasimenko, V. Ju. Primenenie protravitelja semjan TMTD-pljus, sodержashhego reguljator rosta, v tehnologii sverhrannego poseva kukuruzy / V. Ju. Gerasimenko, R. V. Kravchenko // *Sel'skohozjajstvennaja biologija*, 2007. – № 3. – S. 101-105.

4. Glinushkin, A. P. Jefferktivnost' primenenija biologicheskikh i himicheskikh preparatov v kompleksnoj zashhite jarovoj pshenicy ot boleznj v Orenburgskom Predural'e : diss. ... kand. biol. nauk / A. P. Glinushkin. – Orenburg, 2004.
5. Gur'ev, B.P. Selekcija kukuruzy na skorospelost' / B.P. Gur'ev, I.A. Gur'eva. - M. : Agropromizdat, 1988. - 173 s.
6. Gur'ev, B. P. V zavisimosti ot grupp spelosti / B.P. Gur'ev, E.I. Filatova // Kukuruza i sorgo. - 1990. - № 3. - S. 7.
7. Drozdov, N.A. Temperatura prorastanija semjan i sroki poseva kukuruzy / N.A. Drozdov // Tr. Pushkinskogo s.-h. instituta. - L. : Sel'hozizdat, 1949. - S. 59 - 77.
8. Efanov, D.V. Formirovanie urozhaja gibridov kukuruzy pod vlijaniem prirodnyh faktorov, predshestvennikov i sposobov osnovnoj obrabotki pochvy v zone kashtanovyh pochv Volgogradskoj oblasti : dis. ... kand. s.-h. nauk / Efanov Dmitrij Viktorovich // Rossijskaja gosudarstvennaja biblioteka : [Ofic. sajt]. 2003. - Rezhim dostupa : <http://diss.rsl.ru/diss.aspx?orig=/rsl01002000000/rsl01002611000/rsl01002611508/rsl01002611508.pdf>.
9. Zhuchenko, A.A. Adaptivnyj potencial kul'turnyh rastenij [Tekst] / A.A. Zhuchenko. - Kishinev : Shtiinca, 1988. - 767 s.
10. Korystina, D.S. Ul'trarannie gibridy kukuruzy i optimizacija nekotoryh jelementov sortovoj agrotehniki v severnoj lesostepi Zaural'ja : avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk / Korystina Diana Salavatovna // Rossijskaja gosudarstvennaja biblioteka : [Ofic. sajt]. 2004. - Rezhim dostupa : <http://diss.rsl.ru/diss.aspx?orig=/rsl01002000000/rsl01002730000/rsl01002730676/rsl01002730676.pdf>.
11. Kosheljaev, V.V. Formirovanie zernovoj produktivnosti rannespelyh gibridov kukuruzy v uslovijah Srednego Povolzh'ja / V.V. Kosheljaev // Sel'skohozjajstvennaja biologija. - 2003. - № 3. - S. 78 - 84.
12. Kravchenko, R. V. Jekologo-biologicheskoe obosnovanie sposobov selekcii i semenovodstva luka repchatogo v uslovijah stepnoj zony Severnogo Kavkaza : avtoref. diss. ... k.s.-h.n.. / R. V. Kravchenko – M., 1998. – 24 s.
13. Kravchenko, R. V. Rezul'tativnost' protravitelja TMTD-pljus pri vozdeľyvanii gibridov kukuruzy / R. V. Kravchenko, A. A. Shovkanov // Agrarnaja nauka, 2008. – № 12. – S. 8-9.
14. Kravchenko, R. V. Realizacija produktivnogo potenciala gibridov kukuruzy v zavisimosti ot srokov seva / R. V. Kravchenko // Agrarnaja nauka. 2009. – № 2. – S. 26-27.

15. Kravchenko, R. V. Agrobiologicheskoe obosnovanie poluchenija stabil'nyh urozhaev zerna kukuruzy v uslovijah stepnoj zony Central'nogo Predkavkaz'ja : monografija / R. V. Kravchenko. – Stavropol', 2010. – 208 s.
16. Kravchenko, R. V. Nauchnoe obosnovanie resurso-jenergosberegajushhijh tehnologij vyrashhivaniya kukuruzy (*Zea mays* L.) v uslovijah stepnoj zony Central'nogo Predkavkaz'ja : avtoref. diss. ... d.s.-h.n. / R. V. Kravchenko. – M., 2010. – 45 s.
17. Kravchenko, R. V. Nauchnoe obosnovanie resurso-jenergosberegajushhijh tehnologij vyrashhivaniya kukuruzy (*Zea mays* L.) v uslovijah stepnoj zony Central'nogo Predkavkaz'ja : diss. ... d.s.-h.n. / Kravchenko Roman Viktorovich. – M., 2010. – 313 s.
18. Kravchenko, R. V. Analiz parametrov jekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti produktivnosti gibridov kukuruzy razlichnyh grupp spelosti / R. V. Kravchenko, A. A. Shovkanov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2012. – № 35. – S. 259-263.
19. Kravchenko, R. V. Genotipicheskaja zavisimost' rosta i razvitija rastenij kukuruzy i produktivnosti ee gibridov ot srokov seva v Stavropol'skom krae / R. V. Kravchenko, A. A. Shovkanov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2012. – № 35. – S. 290-293.
20. Kravchenko, R. V. Var'irovanie adaptivnyh svojstv gibridov kukuruzy pervogo pokolenija (genotipov) pod vlijaniem reguljatora rosta / R. V. Kravchenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2012. – № 77. – S. 546-555.
21. Kravchenko, R. V. Zakonomernosti razvitija gibridov kukuruzy v zavisimosti ot srokov poseva i protravitelja TMTD-pljus v uslovijah zony dostatochnogo uvlazhnenija Central'nogo Predkavkaz'ja / R. V. Kravchenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2015. – № 113. – S. 1555-1571.
22. Kravchenko, R. V. Osobennosti razvitija gibridov kukuruzy v zavisimosti ot srokov poseva i protravitelja TMTD-pljus v uslovijah zasushlivoj zony Central'nogo Predkavkaz'ja / R. V. Kravchenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2015. – № 113. – S. 1572-1587.
23. Kukuruza / D. Shpaar, V. Shlapunov, L. Postnikov [i dr.]. Pod obshh. red. V.L. Shherbakova. – Mn. : «FUAINform», 1999. – 192 s.

24. Lukatkin, A.S. Aktivnost' Sa2+-ATFazy v list'jah rastenij kukuruzy pod vlijaniem ohlazhdenija i v posledejstvii / A.S. Lukatkin, T.N. Eremkina // Sel'skohozjajstvennaja biologija. - 2002. - № 3. - S. 73 - 76.
25. Panfilov, A.Je. Produktivnyj potencial kukuruzy i faktory ego realizacii v lesostepi Juzhnogo Zaural'ja : diss... dokt. s.-h. nauk 06.01.09 / Panfilov Aleksej Jeduardovich // Rossijskaja gosudarstvennaja biblioteka : [Ofic. sajt]. 2005. – Rezhim dostupa : <http://diss.rsl.ru/diss.aspx?orig=/rs101002000000/rs101002932000/rs101002932297/rs101002932297.pdf>
26. Toloraja, T.R. Agrojekologicheskie faktory optimizacii produk-tivnosti posevov kukuruzy na zerno i semena na chernozemah Zapadnogo Predkavkaz'ja : avtoref. dis.... dokt. s.-h. nauk / Toloraja Tristan Rizol'dovich. - Krasnodar, 2000. - 49 s.
27. Trippel', V. V. Jekologo-geograficheskaja izmenchivost' i ee ispol'zovanie v selekcii i semenovodstve luka i chesnoka v subtropicheskoj zone Tadzhi-kistana : diss...d-ra s.-h. nauk / Trippel' Vasilij Vasil'evich. – Dushanbe, 1982. – 422 s.
28. Fiziologija sel'skohozjajstvennyh rastenij. Fiziologija kukuruzy i risa / Otv. red. B.A. Rubin.- Moskva : Izd-vo MGU. - 1969. – T. V. - 416 s.
29. Shovkanov, A.A. Optimizacija srokov seva kukuruzy primenitel'no k zasushlivym rajonom Stavropol'skogo kraja / A. A. Shovkanov, R. V. Kravchenko // Sel'skohozjajstvennaja biologija, 2007. – № 3. – S. 86-91.
30. Cikov, V.S. Intensivnaja tehnologija vozdeľyvanija kukuruzy / Cikov V.S., Matjuha L.A. - M. : Agropromizdat, 1989. - 247 s.
31. Chirkov, Ju.I. Agrometeorologicheskie uslovija i produktivnost' kukuruzy / Ju.I. Chirkov. - L. : Gidrometeoizdat, 1969. - 252 s.
32. Corn production / Edited by G.F. Sprague. – Washington: Government Printing Office, 1960. – 38 p.
33. Derieux M. Different approaches to maturity ratings in maize in the world / M. Derieux, R. Vonhomme // Zea. – 1988. - № 3. - P. 15 - 21.
34. Francis A. The iripsacinae: an interdisciplinary review of maize (*Zea mays*) and its relatives / A. Francis. - Helsinki, 1990. - 51 p.
35. Miedema P. The Effects of Low Temperature on *Zea mays* //Advances in Agronomy. 1982. VoL. 35. - P. 93 – 128.