

Научная статья

УДК 633.1:551.5:631.559

doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-18-23

Холодная засуха в степном Оренбуржье и её влияние на урожайность сельскохозяйственных культур*

**Николай Алексеевич Максютов, Александр Алексеевич Зоров,
Виталий Юрьевич Скороходов, Дмитрий Владимирович Митрофанов,
Юрий Васильевич Кафтан, Наталья Анатольевна Зенкова**

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН

Аннотация. В статье представлены результаты исследований за 2018–2020 гг. в связи с проявлением нового вида засухи, характерной для холодной. Особенностью этого типа засухи являются низкие температуры в ночное время и высокие в дневное, достигающие 20–25 °С, с резкими её перепадами, изменением атмосферного давления до 10–15 единиц и влажности воздуха до 30 % и ниже. В условиях холодной засухи, в крайне неблагоприятных, рост и развитие ранних яровых зерновых культур проходит в стрессовой ситуации, формируя небольшую биомассу, небольшой колос и урожай. Дефицит тепла в весенний период в ночное время приводит к снижению биологических процессов в почве, особенно нитратного азота – основного элемента питания для роста растений ранних яровых зерновых культур. По своей биологии озимые культуры устойчиво переносят весной холодную засуху, а дефицит почвенного азота восполняется минеральным, что существенно повышает урожайность как при основном его внесении,

* Исследование выполнено в соответствии с планом НИР на 2020–2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0003).

так и при весенней подкормке аммиачной селитрой. В среднем за 3 года прибавка зерна озимой ржи от удобренного фона составила 7,3 ц, озимой пшеницы – 7,7 ц с 1 га, от весенней подкормки на неудобренном фоне – соответственно 3,9 и 5,9 ц с 1 га. Эффективность минеральных удобрений под ранние яровые зерновые культуры была существенной только в 2020 г., а по гороху в результате обогащения им почвы биологическим азотом она все три года отсутствовала. В целом установлено, что холодная засуха в центральной зоне привела к низкой урожайности ранних яровых зерновых культур.

Ключевые слова: засуха, осадки, температура воздуха, суховейные дни, культура, минеральные удобрения, прибавка зерна, урожайность.

Для цитирования: Холодная засуха в степном Оренбуржье и её влияние на урожайность сельскохозяйственных культур / Н.А. Максютов, А.А. Зоров, Ю.С. Скороходов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 18–23. doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-18-23.

Original article

Cold drought in the steppe Orenburg region and its impact on the yield of agricultural crops

Nikolay A. Maksyutov, Alexander A. Zorov, Vitaliy Yu. Skorokhodov,
Dmitry V. Mitrofanov, Yuri V. Kaftan, Natalya A. Zenkova

Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The article presents the research results for 2018–2020 in connection with the manifestation of a new type of drought, characteristic of the cold. A feature of this type of drought is low temperatures at night and high in the daytime, reaching 20–25 °C, with sharp drops, changes in atmospheric pressure up to 10–15 units and air humidity up to 30 % and below. In a cold drought, in extremely unfavorable conditions, the growth and development of early spring grain crops takes place in a stressful situation, forming a small biomass, a small ear and yield. The lack of heat in the spring at night leads to a decrease in biological processes in the soil, especially nitrate nitrogen, the main nutrient for the growth of plants in early spring grain crops. According to their biology, winter crops sustainably endure cold drought in spring, and the deficiency of soil nitrogen is replenished with mineral nitrogen, which significantly increases the yield both with its main application and with spring feeding with ammonium nitrate. On average, over 3 years, the increase in winter rye grain from the fertilized background was 7.3 centners, of winter wheat – 7.7 centners per hectare, from spring feeding on an unfertilized background – 3.9 and 5.9 centners per hectare, respectively. The effectiveness of mineral fertilizers for early spring crops was significant only in 2020, and for peas, as a result of the enrichment of the soil with biological nitrogen, it was absent for all three years. In general, it was found that a cold drought in the central zone led to a low yield of early spring grain crops.

Keywords: drought, precipitation, air temperature, dry days, culture, mineral fertilizers, grain increase, yield.

For citation: Cold drought in the steppe Orenburg region and its impact on the yield of agricultural crops / N.A. Maksyutov, A.A. Zorov, V.Yu. Skorokhodov et al. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 88(2): 18–23. (In Russ.). doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-18-23.

Сельское хозяйство – одна из приоритетных отраслей экономики Российской Федерации. На эффективность сельского хозяйства большое влияние оказывают факторы природного характера, в том числе такие аномальные явления, как засуха, способные привести к катастрофическим последствиям для отдельных регионов и страны в целом. Засуха – природное явление, связанное с дефицитом влаги, которое наблюдается в различных климатических зонах и приносит огромный ущерб [1]. Для резко континентального климата степной зоны Южного Урала характерны дефицитность выпадения атмосферных осадков, интенсивность процессов испарения и обилие прямого солнечного освещения в течение всего вегетационного периода. Зависимость урожая озимых и яровых культур от особенностей погодных условий в период их вегетации наблюдается почти во всех регионах степного земледелия [2]. По данным Ульяновского НИИСХ, повторяемость засухи происходит через каждые три года. Интенсивная устойчивая засуха, вызывающая существенное снижение продуктивности сельскохозяйственных культур,

бывает в среднем один раз в восемь лет [3]. Одной из причин часто повторяющейся засухи в Оренбургской области является изменение погодных условий за последние 25–30 лет, которое сводится к повышению температуры воздуха за сельскохозяйственный год на 2,1 °C, с резкими среднесуточными её перепадами, особенно в вегетационный период достигающими 20–25 °C (ночью 8–10 °C, днём 30–35 °C) [4].

В засушливых условиях юго-востока Оренбургской области и Западного Казахстана наблюдается пять типов засухи: ранневесенняя, осенне-летняя, летне-осенняя, комбинированная и устойчивая [5–7]. Но в последние годы проявился шестой тип засухи, так называемая холодная засуха, которая характеризуется весной большим недобором тепла, слабым течением роста и развития растений.

При холодной засухе держится температура воздуха ниже средней по данному региону (т.е. необычно холодно летом), но при этом нет дождей. Т.е. посевы так же получают недостаточно влаги, как и при обычной засухе, отсюда понижение урожайности и высыхание [8, 9].

Основным показателем засухи является такой фактор, как степень снижения от неё урожайности сельскохозяйственных культур. По данным Оренбургского НИИСХ, за последние 10 лет засуха отмечалась почти каждый год начиная с 2009 г.; очень сильная засуха наблюдалась 7 лет; 2 года характеризовались условиями пустыни, и только один год по засушливости был умеренным. Изменившиеся погодные условия сводятся к потеплению за сельскохозяйственный год и в зимний период, к резким среднесуточным перепадам между дневными и ночными температурами, которые создают стрессовую ситуацию для роста и развития растений, а в отдельные годы даже приводят к гибели урожая [10, 11].

За последние годы, особенно в весенне-летний период, проявляется холодная засуха, которая характеризуется дефицитом тепла в ночное время и высокой температурой воздуха в дневное, что проявляется в замедленном росте растений и развитии. В результате затухания биологических процессов в почве, в первую очередь нитрификации и недостатка нитратного азота, основного элемента роста растений, формируется небольшой колос и снижается урожайность. Такое явление имело место в наших наблюдениях.

Материал и методы. Исследование проводится в длительном стационарном опыте, заложенном в 1990 г., в с. Нежинка Оренбургского района и на стационаре с. Елизаветинка Адамовского района Оренбургского НИИСХ.

В системе 6-польных и 4-польных севооборотов изучаются яровые и озимые культуры. Анализ погодных условий проведён по данным гидрометцентра г. Оренбурга и метеостанции Айдырля.

Среднегодовалые метеоусловия по г. Оренбургу за сельскохозяйственный год составляли: температура воздуха – 4,3 °С, максимальная температура – 17 °С, минимальная – 4,2 °С мороза, количество осадков – 367 мм; по метеостанции Айдырля – соответственно 3,3 °С; +15,6 °С и –8,2 °С, количество осадков – 316 мм.

Почва стационарных опытных участков примерно одинаковая: чернозём южный карбонатный малогумусный тяжелосуглинистый, с содержанием гумуса в слое почвы 0–30 см 3,2–4,0 %, подвижного фосфора – 1,5–2,5 мг, обменного калия – 30–38 мг на 100 г почвы. Технология возделывания сельскохозяйственных культур – принятая для центральной и восточной зон области. Методика исследования – рекомендуемая по изучению севооборотов.

Под паровые предшественники озимой и яровой твёрдой пшеницы как основное удобрение вносили $P_{80}K_{40}$ кг д.в. на 1 га, под паровые – $N_{40}P_{40}$ кг д.в. на 1 га, весенняя подкормка ози-

мых культур велась аммиачной селитрой 30 кг д.в. на 1 га.

Результаты исследования. В изменении погодных условий основным фактором является повышение температуры воздуха за годы стационарных исследований за сельскохозяйственный год по центральной зоне на 2,0 °С зимой и весной – на 2,6 и 1,8 °С соответственно, в осенний период дефицит тепла составлял 1,4 °С. Однако особенностью изменения погодных условий стали низкие среднесуточные перепады в ночное и дневное время во все времена года, но в весенне-летний период они сыграли очень важную роль в формировании урожая сельскохозяйственных культур. Такие явления за последние годы проявляются дефицитом тепла ночью и высокой температурой воздуха днём. Причиной низкой температуры в ночное время является наличие озоновых дыр, когда из верхних слоёв атмосферы в нижние поступает холодный поток воздуха и даже днём в облачную погоду, несмотря на высокую активность солнца. Большая опасность при резких среднесуточных перепадах температуры заключается в том, что они сопровождаются существенным изменением атмосферного давления и влажности воздуха, создавая стрессовую ситуацию всему живому, в первую очередь человеку. Кроме того, такие перепады сказываются не только на урожайности, но и на его качестве.

Примером этого в наших исследованиях может быть 2014 г., когда среднесуточные перепады температуры воздуха между ночными и дневными достигали 20–25 °С (7–10 °С ночью, 30–35 °С днём).

В связи с такими перепадами различные сорта яровой твёрдой пшеницы в экологическом испытании перед уборкой полностью погибли. За короткий промежуток времени в результате такого стресса прекратился рост растений и побелела вся листостебельная масса. В переводе на человеческую болезнь это можно считать инсультом или инфарктом, так как растения тоже живые существа.

Основным доказательством холодной засухи в рассматриваемый период являются данные, приведённые в таблице 1.

Приведённые данные за последние три года являются характерными для холодного вида засухи и подтверждаются урожайностью сельскохозяйственных культур.

Следует отметить, что изменение температуры воздуха как по вегетационному периоду, так и по годам проходило в центральной и восточной зонах области одинаково, лишь только с той разницей, что в восточной она была существенно ниже. Так, в среднем за три года максимальная и минимальная температура по Оренбургу составляла 31,0 и 5,1 °С, по Айдырлю – соответ-

ственно 28,8 и 1,2 °С. Самые большие перепады температуры воздуха были установлены обеими метеостанциями в апреле, мае и июне.

Реакция сельскохозяйственных культур на резкие среднесуточные перепады температуры воздуха, дефицит тепла в ночное время и высокую температуру в дневное была неоднозначной и зависела от их биологических особенностей (табл. 2).

Из трёх лет исследований только 2019 г. был неблагоприятным для озимых культур из-за отсутствия осадков осенью, низких запасов влаги в пахотном слое почвы, в мае и июне – холодной засухи с большим количеством суховейных дней. В остальные годы озимые сформировали высокий урожай за счёт эффективности минеральных удобрений, восполнивших отсутствие нитратного азота в почве из-за дефицита тепла.

Основной причиной низкой урожайности ранних яровых зерновых культур явилась холодная засуха, которая в наибольшей степени повлияла на рост и развитие растений и формирование урожая.

Результаты по урожайности в Оренбургском районе полностью совпадают с урожайностью многолетнего стационарного опыта в Адамовском районе. В условиях восточной зоны в течение трёх лет также основной причиной низкой урожайности стала холодная засуха в весенний и в первой половине летнего периода.

К сожалению, из-за частой гибели озимых в результате заморозков и отсутствия сортов, устойчивых к условиям восточной зоны, эти культуры не возделываются, а по чистым парам размещается яровая твёрдая пшеница. Однако в условиях центральной зоны озимые по чёрному пару, по нашим результатам исследований, превосходят урожайность яровой твёрдой пшеницы более чем в три раза.

В связи с тем что в восточной зоне за последние годы зима, когда в основном вымерзают озимые, также потеплела, следовательно, для более эффективного использования чистых паров по ним размещались эти культуры.

Дефицит тепла в ночное время и холодная засуха в весенний период за последние годы

1. Динамика максимальной и минимальной температуры воздуха за вегетационный период сельскохозяйственных культур (2018–2020 гг.)

Месяц	Гидрометеостанция, г. Оренбург						Метеостанция, Айдырля					
	максимальная			минимальная			максимальная			минимальная		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Апрель	21,0	26,6	18,7	-4,3	-3,0	-4,7	16,6	12,3	20,7	-9,3	-7,0	-2,7
Май	31,0	32,6	29,0	3,7	1,0	3,7	29,0	30,7	29,3	-3,7	-4,0	11,8
Июнь	32,7	34,0	32,7	5,7	2,7	8,0	29,3	31,7	32,3	3,3	3,7	4,0
Июль	36,0	34,3	37,7	14,7	10,0	12,7	32,7	35,3	34,7	9,7	9,3	10,7
Август	32,7	33,7	32,3	7,7	6,7	8,7	32,3	33,3	31,0	3,7	4,7	6,3
Средняя за вегетационный период	30,7	32,2	30,1	5,5	4,0	5,9	28,0	28,7	29,6	0,7	1,3	1,5
Средняя за 3 года	максимальная 31,0			минимальная 5,1			максимальная 28,8			минимальная 1,2		

2. Урожайность озимых и ранних яровых зерновых культур в зависимости от фона питания, ц с 1 га

Культура	Год			Средняя за 3 года
	2018	2019	2020	
Многолетний стационар – с. Нежинка, Оренбургский район				
Озимая рожь по чёрному пару	<u>35,8</u> 29,5	<u>8,4</u> 6,1	<u>35,6</u> 22,3	<u>26,6</u> 19,3
Озимая пшеница по чёрному пару	<u>20,6</u> 18,1	<u>7,2</u> 5,6	<u>45,6</u> 26,3	<u>24,4</u> 16,7
Яровая твёрдая пшеница по чёрному пару	<u>10,3</u> 9,5	<u>4,6</u> 3,3	<u>10,4</u> 7,5	<u>8,4</u> 6,8
Яровая мягкая пшеница	<u>4,5</u> 6,7	<u>5,6</u> 6,4	<u>13,6</u> 10,3	<u>7,9</u> 7,8
Ячмень	<u>3,4</u> 5,0	<u>16,1</u> 10,6	<u>21,0</u> 16,9	<u>13,5</u> 10,8
Горох	<u>2,1</u> 2,6	<u>10,0</u> 10,9	<u>6,8</u> 7,1	<u>6,3</u> 6,9
Многолетний стационар – с. Елизаветинка, Адамовский район				
Яровая твёрдая пшеница по чёрному пару	9,0	7,0	7,9	8,0
Яровая мягкая пшеница	6,8	10,6	9,3	8,9
Ячмень	7,4	13,0	10,1	10,2

3. Эффективность весенней подкормки озимых в зависимости от фона питания, ц с 1 га

Культура	Год	Удобрённый фон			Неудобрённый фон		
		с подкормкой	без подкормки	прибавка зерна + или –	с подкормкой	без подкормки	прибавка зерна + или –
Озимая рожь по чёрному пару	2018	29,0	35,8	–6,8	29,5	25,6	+3,9
	2019	10,2	8,4	+1,8	9,4	6,1	+3,3
	2020	16,0	35,6	–19,6	26,9	22,3	+4,6
	среднее	18,4	26,6	–8,2	21,9	18,0	+3,9
Озимая пшеница по чёрному пару	2018	22,8	20,6	+2,2	18,1	17,2	+0,9
	2019	8,1	7,2	+0,9	8,1	5,6	+2,5
	2020	35,7	45,6	–9,9	40,5	26,3	+14,2
	среднее	22,2	24,4	–2,3	22,2	16,3	+5,9

имели и положительные стороны. В связи с затуханием биологических процессов почвы и низким содержанием нитратного азота существенно повысилась эффективность применения минеральных удобрений, особенно под озимые культуры, которые устраняли его дефицит. Такое положение подтвердилось результатами исследования (табл. 2, 3).

От основного внесения минеральных удобрений прибавка зерна в среднем за 3 года озимой ржи составляла 7,3 ц, озимой пшеницы – 7,7 ц с 1 га, а в наиболее благоприятном 2020 г. – соответственно 13,3 и 19,3 ц с 1 га.

Выводы

1. Представленные результаты исследований как по погодным условиям, так и по урожайности сельскохозяйственных культур в условиях центральной и восточной зон области являются характерными для холодной засухи. Основным её показателем может быть низкая температура в ночное время и высокая в дневное с резкими её перепадами, что создаёт стрессовую ситуацию для растений. В начале вегетации ранних яровых зерновых культур такие перепады в сильной степени замедляют рост растений и ускоряют их развитие, что приводит к снижению урожайности.

Развитые озимые культуры весной хорошо переносят среднесуточные перепады температуры и формируют высокие урожаи.

2. В результате дефицита тепла в ночное время биологические процессы в почве замедлены, снижается содержание нитратного азота, в связи с чем отмечается высокая эффективность внесения минеральных удобрений как при основном фоне питания, так и в виде весенней подкормки озимых.

В среднем за 3 года озимая рожь на удобрённом фоне обеспечила прибавку 7,3 ц, озимая пшеница – 7,7 ц с 1 га.

При низкой урожайности ранних яровых зерновых культур по яровой твёрдой пшенице от фона питания получена прибавка зерна 1,6 ц, ячменя – 2,7 ц с 1 га.

В связи с тем что горох обогащает почву биологическим азотом, за все 3 года исследований

эффекта от внесения минеральных удобрений не было.

3. Веским доказательством того, что при дефиците тепла основную роль играет биологический азот почвы, является эффективность весенней подкормки озимых культур аммиачной селитрой, которая была в среднем за 3 года почти равноценна основному внесению минеральных удобрений.

Так, озимая рожь на удобрённом фоне с подкормкой снизила урожайность за 3 года на 8,2 ц, озимая пшеница – на 2,3 ц с 1 га, на неудобрённом фоне с подкормкой повысила соответственно на 3,9 и 5,9 ц с 1 га, при этом урожайность озимой ржи на удобрённом фоне с подкормкой составляла 26,6 ц, на неудобрённом фоне с подкормкой – 26,6 ц, на неудобрённом – 21,9 ц с 1 га, озимой пшеницы – соответственно 24,4 и 22,2 ц с 1 га.

Основной причиной снижения урожайности озимых культур от подкормки на удобрённом фоне мы считаем избыток азота который увеличивает урожайность соломы.

4. Негативное влияние холодной засухи на урожайность ранних яровых зерновых культур отмечается в условиях центральной и восточной зоны Оренбуржья.

Литература

1. Журавлёва Е.В., Фурсов С.В. Засуха как один из факторов риска в экономике растениеводства Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30 № 9. С. 88–90.
2. Иванов А.К. Проблема ведения земледелия в условиях засухи // Земледелие. 2010. № 2. С. 3–5.
3. Немцев С.Н., Шарипова Р.Б. Оценка агрометеорологических показателей атмосферных засух и урожайности зерновых культур в изменяющихся условиях регионального климата // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. Вып. 1. С. 10–16.
4. Засуха и урожай / Н.А. Максютков, А.А. Зоров, Д.В. Митрофанов [и др.] // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства в условиях часто повторяющихся засух. Оренбург. 2017. С. 26–33.
5. Шульмейстер К.Г. Борьба с засухой и урожаем. М.: Агропромиздат, 1988. 263 с.
6. Оценка влияния различных типов засух на продуктивность возделываемых культур / С.Г. Чеканин, А.А. Оськин, Ш. Сейфулина [и др.] // Известия Орен-

бургского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (81). С. 19–23.

7. Кириев А.К. Актуальные проблемы земледелия и растениеводства в Казахстане // Достижения и перспективы земледелия, селекции и биологии сельскохозяйственных культур. Алматы, 2010. С. 371–373.

8. Максюттов Н.А. Эффективность внесения минеральных удобрений под кормовые культуры на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья в условиях засухи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (80). С. 96–98.

9. Тихонов В.Е. Погода и урожай в Оренбургском Приуралье. Оренбург, 2009. 235 с.

10. Урожайность сельскохозяйственных культур в условиях засухи степной зоны южного Урала / Н.А. Максюттов, А.А. Зоров, В.Ю. Скороходов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 20–23.

11. Колесников Л.Д. Борьба с засухой на Южном Урале. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1982. 135 с.

Николай Алексеевич Максюттов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, maksyutov.n@mail.ru

Александр Алексеевич Зоров, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заместитель директора. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, orniish@mail.ru

Виталий Юрьевич Скороходов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, skorohodov.vitali1975@mail.ru

Дмитрий Владимирович Митрофанов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, dvm.80@mail.ru

Юрий Васильевич Кафтан, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, yu.kaftan@bk.ru

Наталья Анатольевна Зенкова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, natalya.zenkova1977@mail.ru

Nikolay A. Maksyutov, Doctor of Agriculture, Professor, Chief Researcher. Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, maksyutov.n@mail.ru

Alexander A. Zorov, Candidate of Agriculture, Leading Researcher. Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, orniish@mail.ru

Vitaliy Yu. Skorokhodov, Candidate of Agriculture, Leading Researcher. Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, skorohodov.vitali1975@mail.ru

Dmitry V. Mitrofanov, Candidate of Agriculture, Leading Researcher. Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, dvm.80@mail.ru

Yuri V. Kaftan, Candidate of Agriculture, Leading Researcher. Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, yu.kaftan@bk.ru

Natalya A. Zenkova, Candidate of Agriculture, Senior Researcher. Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, natalya.zenkova1977@mail.ru