

## Качество семян яровой пшеницы в зависимости от погодных факторов и технологий возделывания в Оренбургском Предуралье\*

*И.Н. Бесалиев, д.с.-х.н., ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН*

Общеизвестно, что посев высококачественными семенами является одним из резервов роста урожайности сельскохозяйственных культур. Качество семян определяется как погодными факторами, так и агротехникой, а чаще их взаимодействием. В последние годы факторы погоды в период вегетации основных культур изменились в сторону нарастания температуры воздуха, снижения её относительной влажности и количества осадков. В период генеративного развития растений температура воздуха достигает критических значений с точки зрения оптимального налива зерна. Установлено, что продуктивность пшеницы обеспечивается температурным режимом во время цветения 15–25°C при повышенной интенсивности солнечной радиации [1]. Температура выше 38°C в течение нескольких суток в период цветения, налива и молочной спелости вызывает необратимые изменения в растениях пшеницы и отрицательно сказывается на её продуктивности [2].

Качество семян формируется задолго до уборки культуры. После фазы цветения начинается процесс формирования зерна, который, по данным Н.Н. Кулешова [3], подразделяется на три этапа: формирование, налив и созревание. Условия каждого из этапов в отдельности и всего периода генеративного развития в целом определяют формирование не только количества, но и качество семян.

Что касается температуры воздуха, то Г.Т. Селянинов [4] считал, что для злаков умеренных стран вредной следует считать температуру выше 30°C, при которой, по-видимому, уже начинается торможение роста, и, безусловно, вредной является температура выше 35°C. По наблюдениям на Безенчукской опытной станции, явление запала наступает при температуре в 36°C.

Т.А. Красносельская-Максимова [4], изучая действие суховея (температура воздуха 40–45°C) на яровую пшеницу, овёс и ячмень, установила, что страдание растений сильнее всего во время вымётывания соцветий и цветения, слабее во время молочной спелости и незначительно во время восковой спелости.

По данным А.Г. Крючкова [5], запалы в период формирования семян оказывают резко неблагоприятное влияние на всхожесть семян яровой пшеницы, снижая показатель у сорта Харьковская 46 до 78%, у сорта Альбидум 43 – до 89–90%.

Для условий южной лесостепи Западной Сибири установлено, что семена с высокими посевными

качествами формируются в интервале значений среднесуточной температуры воздуха от 15,6 до 18,46°C, относительной влажности воздуха – 72,4–73,0%, суммы влаги – от 79,3 до 105,3 мм [6].

Среди приёмов агротехники на посевные качества семян яровой пшеницы влияют подкормка азотными удобрениями, сроки уборки [7], обработка семян низкочастотным магнитным полем в период комбайновой уборки [8], а также сроки сева [9].

В зоне проведения исследования (Оренбургское Предуралье) вышеотмеченные показатели температуры воздуха (по максимальным значениям) в период вегетации яровой пшеницы наблюдаются в последнее время ежегодно. Так, в первой декаде июня, когда наступает фаза выхода в трубку, за период с 2007 по 2015 г. максимальная температура воздуха составляла от 29°C до 34°C. Во второй – третьей декадах июня, когда проходит цветение – колошение яровой пшеницы, максимальная температура воздуха достигала в эти годы значений от 30° до 40°C. В июле в период формирования и налива зерна в колосе также отмечалось превышение оптимальных показателей температуры воздуха, и по максимальным её значениям она составляла от 29° до 40°C.

Основными показателями, определяющими посевную годность семян, являются энергия прорастания и всхожесть. Энергия прорастания имеет большее значение в характеристике качества семян, так как она определяет дружность появления всходов. Высокая энергия прорастания обуславливает более интенсивное поглощение воды при набухании. В то же время хозяйственная характеристика семян проводится по показателям всхожести.

**Целью** нашего исследования было изучение зависимости показателей энергии прорастания и всхожести семян яровой мягкой и твёрдой пшеницы от факторов агротехники и погодных показателей в Оренбургском Предуралье.

**Материал и методы исследования.** Материалом для анализа служили данные полевых опытов отдела технологии зерновых культур Оренбургского НИИСХ (ныне ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН), проведённых с различными сортами яровой мягкой пшеницы в зоне обыкновенных чернозёмов в 1976–1985 гг. и в зоне южных чернозёмов в 2007–2017 гг. В опытах изучались сроки сева, нормы высева, предшественники, а также приёмы основной обработки почвы. Для изучения зависимости показателей энергии прорастания и всхожести семян от погодных факторов

\* Работа выполнена в рамках госзадания № 0761-2019-004

был проведён математический анализ с применением программы Statistica. Энергию прорастания и всхожесть семян определяли по ГОСТу 12038-81. Показатель атмосферной засушливости (ПАЗ-1м) рассчитывали по формуле [10]:

$$\text{ПАЗ-1м} = E_m - O_m, \quad (1)$$

где  $O_m$  – осадки за месяц, мм;

$E_m$  – испаряемость за тот же месяц, мм (по эмпирической формуле):

$$E_m = 0,0018 \times (25 + t)^2 \times (100 - a), \quad (2)$$

где  $t$  – средняя температура воздуха за месяц, °С,

$a$  – средняя относительная влажность воздуха за тот же месяц, %.

**Результаты исследования.** Учитывая важное значение погодных факторов в формировании посевных качеств семян, мы провели корреляционно-регрессионный анализ зависимости энергии прорастания и всхожести семян яровой пшеницы со среднесуточной температурой воздуха, её максимальными значениями, а также с суммой осадков за все декады июня, июля и первую декаду августа.

Результаты позволяют утверждать, что существенной связи показателей качества семян со средней температурой воздуха не установлено. Связано это с тем, что средняя максимальная температура воздуха в отдельные годы исследования достигала только 26–28°С, что не выходило за рамки температурных градиентов, наносящих вред формирующемуся семени. Другая картина складывалась с максимальной температурой воздуха по декадам июня. Изучение связи показало наличие достоверных коррелятивных отношений для энергии прорастания с максимальной температурой

в первую, вторую и третью декады июня, а для всхожести – в третью декаду июня (табл. 1, рис. 1).

Повышение температурного максимума в эти декады до 38–40°С приводит к снижению энергии прорастания до 56–82%, а всхожести – до 52%. Таким образом, подтверждается повреждающее влияние высокой температуры воздуха на качество семян, которое начинается задолго до формирования окончательных их размеров.

Установлена зависимость энергии прорастания семян яровой пшеницы от суммы осадков третьей декады июля и первой декады августа (табл. 2, рис. 2).

Высокие коррелятивные отношения и детерминированность полученных связей, а также графическая прямолинейность этих связей позволяют заключить о нежелательности даже незначительного количества осадков в этот период.

В конце июля – начале августа практически заканчивается формирование зерна с уборочной влажностью, и любое количество излишней влаги ведёт к снижению энергии прорастания семян. В то же время при выпадении осадков в первой декаде июля, когда зерно находится в основном в фазе молочно-восковой спелости, энергия прорастания и всхожесть семян не только не снижаются, а имеют тенденцию к росту (рис. 3).

Корреляционные связи суммы осадков за данный период с энергией прорастания составляют 0,816, а со всхожестью – 0,803. Осадки, выпавшие в начале июля, в количестве до 40 мм в сумме за период не влияют отрицательно на процесс формирования сухого вещества зерна и распределения ассимилятов вегетативных органов.

1. Зависимость энергии прорастания и всхожести семян яровой пшеницы от максимальной температуры воздуха периода вегетации

Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v, %	$\eta_{yx}$	F	
				факт.	теор.
Максимальная температура 1-й декады июня, °С ( $x_1$ )	<u>26,0–34,4</u> 30,7±2,96	9,6	–	–	–
Энергия прорастания семян, % ( $y_1$ )	<u>71,6–90,6</u> 82,0±7,63	9,3	0,813	2,53	2,44
$y_1 = -97,16 + 13,80x_1 - 0,257x_1^2 \pm 4,80\%$ , для 66,12% случаев					
Максимальная температура 2-й декады июня, °С ( $x_2$ )	<u>27,0–38,0</u> 32,5±3,55	10,9	–	–	–
Энергия прорастания семян, % ( $y_2$ )	<u>81,8–90,8</u> 87,1±2,99	3,4	0,886	4,08	3,63
$y_2 = 37,56 + 3,78x_2 - 6,882E - 0,2x_2^2 \pm 1,48\%$ , для 78,56% случаев					
Максимальная температура 3-й декады июня, °С ( $x_3$ )	<u>28,0–38,0</u> 32,9±3,50	10,6	–	–	–
Энергия прорастания семян, % ( $y_3$ )	<u>82,0–91,4</u> 87,4±3,47	3,97	0,904	4,70	3,63
$y_3 = 51,13 + 3,12x_3 - 6,06E - 0,2x_3^2 \pm 1,60\%$ , для 81,76% случаев					
Максимальная температура 3-й декады июня, °С ( $x_4$ )	<u>28,0–40,0</u> 33,8±4,03	11,9	–	–	–
Всхожесть, % ( $y_4$ )	<u>83,8–93,8</u> 83,7±15,8	3,92	0,845	3,05	3,63
$y_4 = -522,48 + 39,262x_4 - 0,623x_4^2 \pm 6,32\%$ , для 86,08% случаев					

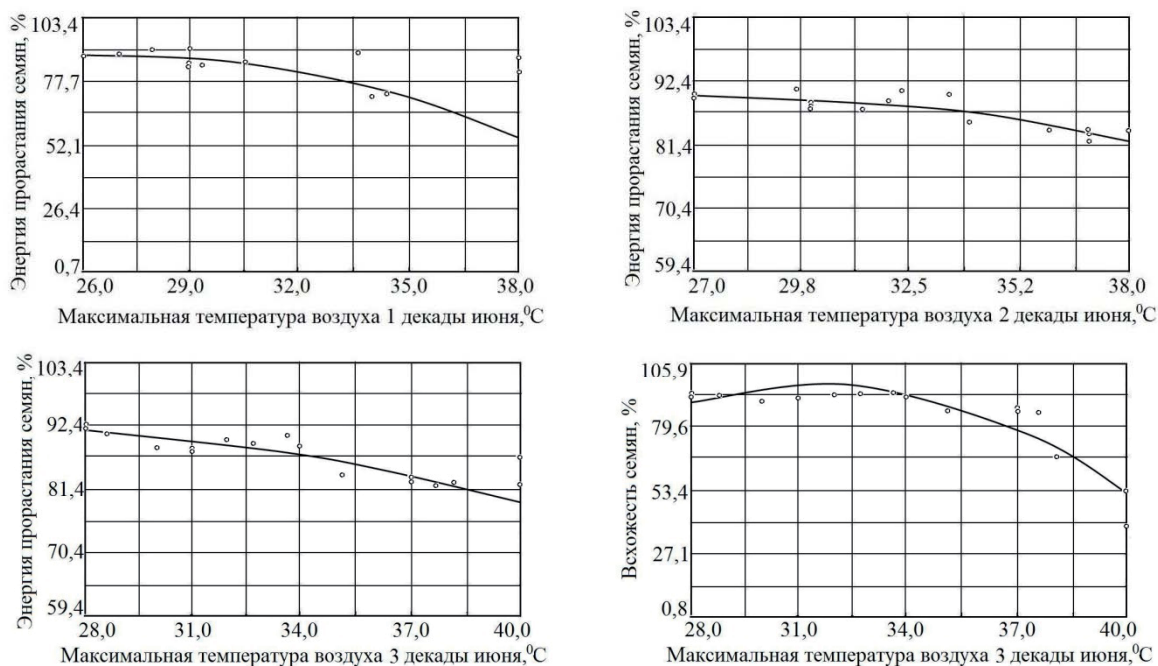


Рис. 1 – Зависимость энергии прорастания и всхожести семян яровой пшеницы от максимальной температуры воздуха периода вегетации

2. Зависимость энергии прорастания семян яровой пшеницы от количества осадков

Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v, %	η <sub>yx</sub>	F	
				факт.	теор.
Осадки третьей декады июля, мм (x <sub>1</sub> )	0,7–48 10,4±14,6	140,74	–	–	–
Энергия прорастания семян, % (y <sub>1</sub> )	76,6–90,4 86,8±3,9	4,47	0,868	3,57	2,44
$y_1 = 88,060 - 0,063x_1 - 3,553E-03x_1^2 \pm 2,06\%$ , для 75,46% случаев					
Осадки первой декады августа, мм (x <sub>2</sub> )	0,1–92 16,4±22,5	136,74	–	–	–
Энергия прорастания семян, % (y <sub>2</sub> )	76,8–90 86,8±3,4	3,92	0,845	3,05	2,44
$y_2 = 88,437 - 6,091E-02x_2 - 7,608E-04x_2^2 \pm 1,95\%$ , для 71,39% случаев					

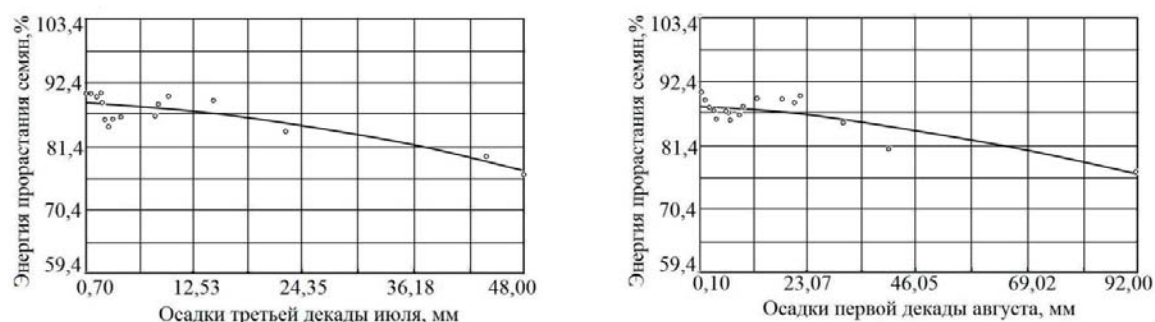


Рис. 2 – Зависимость энергии прорастания семян яровой пшеницы от осадков периода вегетации

Зависимость энергии прорастания семян от показателя атмосферной засушливости (ПАЗ-1м), учитывающего одновременное влияние температуры воздуха, относительной влажности воздуха и осадков, существенна для июня и июля (табл. 3, рис. 4).

При показателях ПАЗ-1м за июнь 35 мм и за июль 15 мм семена формируются с энергией про-

растания 89–91%. С ростом засушливости в эти месяцы до 294 мм и 279 мм возможно снижение данного показателя соответственно до 74 и 86%.

Изучение энергии прорастания и всхожести семян в отделе технологии зерновых культур ФНЦ БСТ РАН проводится продолжительное время. Данные показатели определялись в опытах с предшественниками, нормой удобрений сортов яровой

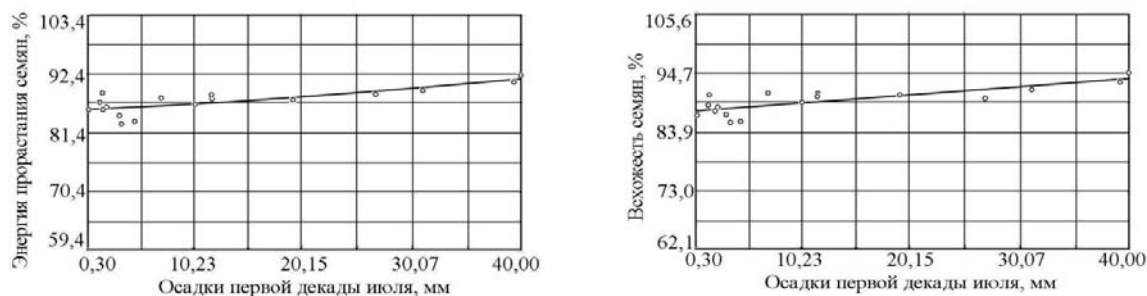


Рис. 3 – Зависимость энергии прорастания и всхожести семян яровой пшеницы от осадков периода вегетации

3. Зависимость энергии прорастания семян яровой пшеницы от показателя атмосферной засушливости

Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v, %	η <sub>yx</sub>	F	
				факт.	теор.
Показатель атмосферной засушливости июня, мм (x <sub>1</sub> )	35–207 118±52	44,1	–	–	–
Энергия прорастания семян, % (y <sub>1</sub> )	82–92 87±3	3,5	0,828	2,73	2,44
$y_1 = 91,713 - 8,638E-03x_1 - 1,638E-04x_1^2 \pm 1,92\%$ , для 68,61% случаев					
Показатель атмосферной засушливости июля, мм (x <sub>2</sub> )	15–196 124±54	43,0	–	–	–
Энергия прорастания семян, % (y <sub>2</sub> )	83–91 87±2	2,6	0,937	7,60	2,38
$y_2 = 92,337 - 2,467 \cdot Lg(x_2) \pm 2,27\%$ , для 87,73% случаев					

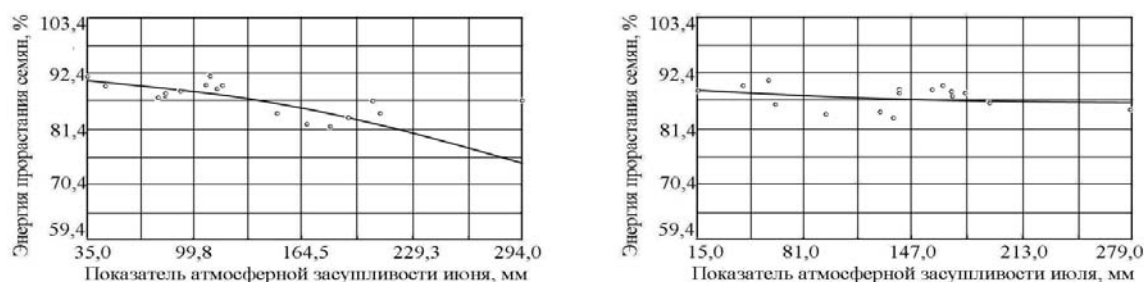


Рис. 4 – Зависимость энергии прорастания и всхожести семян яровой пшеницы от ПАЗ-1м

пшеницы, сроками и нормами её посева, сроками уборки, приёмами обработки почвы.

Семена, полученные при посеве яровой пшеницы по зерновому предшественнику, формировались с энергией прорастания и всхожестью выше на 2–3%, чем у семян, полученных по чёрному пару и кукурузе на силос. При формировании более высокой урожайности яровой пшеницы по пару семена по данному предшественнику по показателям семенных качеств не были лучшими. Объясняется это комфортными условиями парового поля по влагообеспеченности и минеральному питанию для растений, что в конечном итоге увеличивает продуктивность, но снижает качественные показатели.

По срокам сева лучшей энергией прорастания и всхожестью обладали семена не с самых ранних сроков. Семена со средних (через 7 дней после самых ранних) и более поздних (через 14 дней) посевов имели энергию прорастания на 2–4% выше, чем с более ранних посевов. Здесь так же

как с предшественниками вступают в противоречие количество и качество продукции. Посевы ранних сроков сева были в большинстве случаев более урожайными.

Изучение влияния сроков уборки яровой пшеницы на посевные качества семян показало, что энергия прорастания и всхожесть семян отличаются лучшими показателями при скашивании в момент наступления восковой и полной спелости у 65–90% зёрен в массиве с обмолотом не более чем через 6 сут.

Начиная с 2010–2011 гг., в изучаемой зоне в опытах отмечается устойчивое снижение показателей энергии прорастания и всхожести семян яровой пшеницы. Максимальные значения энергии прорастания семян сорта мягкой пшеницы Саратовская 42 не превышали 87–89%, снижаясь до значений 62–69% в 2013 г., а всхожесть соответственно была не выше 91–92% с минимальными значениями 65–68%.

## 4. Энергия прорастания и всхожесть семян сортов яровой пшеницы в зависимости от приёмов обработки почвы (среднее за 2007–2015 гг.)

Сорт	Энергия прорастания, %			Всхожесть, %		
	вспашка	безотвальное рыхление	без обработки	вспашка	безотвальное рыхление	без обработки
Саратовская 42	84	83	84	87	85	87
Саратовская 70	89	89	89	91	90	91
Учитель	87	86	86	90	89	88
Тулайковская золотистая	89	87	87	92	89	89
Средняя по приёмам обработки почвы	87	86	86	90	88	89

## 5. Энергия прорастания и всхожесть семян сортов яровой твёрдой пшеницы в зависимости от приёмов основной обработки почвы

Сорт	Показатель	Вспашка			Безотвальное рыхление		
		2016 г.	2017 г.	средняя	2016 г.	2017 г.	средняя
Оренбургская 10	энергия прорастания	83	79	81	80	78	79
	всхожесть	86	85	86	85	84	84
Безенчукская 240	энергия прорастания	84	78	81	82	78	80
	всхожесть	85	79	82	84	79	82

В 2007–2017 гг. проводилось изучение реакции сортов яровой пшеницы на приёмы обработки почвы: вспашку и безотвальное рыхление зяби, а также фон без осенней обработки почвы.

Посевные качества семян яровой пшеницы в зависимости от приёмов основной обработки существенно не изменялись (табл. 4).

Показатели качества семян в этом случае существенно определялись взаимодействием факторов погоды и обработки почвы.

В благоприятные годы с уровнями урожайности 15–20 и более ц с 1 га энергия прорастания и всхожесть семян по видам обработки почвы мало различались с улучшением показателей в отдельные годы по фону необработанной зяби. В неблагоприятные годы при резком снижении урожайности относительное увеличение посевных качеств семян отмечено на фоне вспашки (2012 г.) или фона без обработки почвы (2014 г.).

В 2006–2008 гг. при посеве различных сортов яровой твёрдой пшеницы в зависимости от приёмов основной обработки отмечено повышение энергии прорастания семян на фоне вспашки (84% в среднем по всем сортам) в сравнение с безотвальным рыхлением (84%) и фоном без основной обработки (83%). По показателю всхожести наблюдается некоторое выравнивание показателей с сохранением небольшого (на 1–2%) преимущества фона вспашки.

В более поздних опытах очевидного преимущества приёма обработки почвы по показателям посевных качеств семян не получено (табл. 5).

Резюмируя данные по энергии прорастания и всхожести семян по различным приёмам обработки почвы, можно сказать, что эти показатели существенно не меняются.

**Выводы**

1. Энергия прорастания и всхожесть семян яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье

в значительной мере зависит от максимальной температуры июня, суммы осадков третьей декады июля и первой декады августа, а также показателя атмосферной засушливости июня и июля.

2. Снижение показателя энергии прорастания и всхожести семян является следствием роста максимальной температуры воздуха в период формирования зерна и роста засушливости.

3. Факторы агротехники, при которых наблюдается рост продуктивности яровой пшеницы, не способствуют повышению посевных качеств семян.

4. Энергия прорастания и всхожесть семян с фона отвальной вспашки выше на 2–3%, чем с фона безотвального рыхления и фона без основной обработки почвы.

**Литература**

1. Schafer W., Klank S., Künkel K. Einfluvonstrahlung und temperature ouch die Netto-CO<sub>2</sub> – Aufnahme – rate bei Winter weizen und Zuckerrübenunter Feldbedingugen // Wiss. Humboldt Univ. Berlin. Math. naturewiss. R. 1984. 33. № 4. S. 377–379.
2. Шматько И.Г., Шведова О.Е. Водный режим и засухоустойчивость пшеницы. Киев: Наукова думка, 1977. 199 с.
3. Кулешов Н.Н. Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. М.: Наука, 1964. 210 с.
4. Радченко С.И. Температурные градиенты среды и растения. М.-Л.: Наука, 1966. 389 с.
5. Крючков А.Г. Влияние предшественников и норм высева на урожай и качество семян яровой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 1976. 154 с.
6. Фризен Ю.В., Кислицина Е.В. Влияние метеорологических факторов на посевные качества семян яровой твёрдой пшеницы // Вестник Омского ГАУ. 2016. № 3 (23). С. 18–22.
7. Ведерников Ю.Е. Влияние сортовой технологии на качество семян яровой мягкой пшеницы // Аграрная наука евро-северо-востока. 2010. № 2 (17). С. 11–15.
8. Левина Н.С., Тertyшная Ю.В., Бидей И.А. и др. Посевные качества семян мягкой яровой пшеницы (*Triticumaestivum* L.) при разных режимах воздействия низкочастотным электромагнитным полем // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 580–587.
9. Малокозова Е.И. Урожайность и посевные качества семян яровой мягкой пшеницы в зависимости от сроков сева на юго-востоке Центрального Черноземья // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 2. С. 24–25.
10. Синицын С.С. Показатель и результаты сравнения агро-климатических условий регионов – аналогов производства высококачественной яровой пшеницы // Вестник РАСХН. 2002. № 2. С. 35–39.