

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

DOI 10.12737/

УДК 633.11 : 631.5 : 631.8

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ

Бакаева Наталья Павловна, д-р биол. наук, проф. кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: bakaevanp@mail.ru

Салтыкова Ольга Леонидовна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: saltykova_o_l@mail.ru

Ключевые слова: пшеница, урожайность, белок, удобрения, агротехнологии, эффективность.

Цель исследований – совершенствование агротехнологии возделывания яровой пшеницы для увеличения урожайности и содержания белка в зерне по показателям экономико-энергетической эффективности в условиях лесостепи Заволжья. Изучалось влияние способов основной обработки почвы (вспашка на 20-22 см, рыхление на 10-12 см и без осенней механической обработки) на урожайность, содержание белка и клейковинных фракций в зерне яровой пшеницы, полученной без внесения удобрений и на фоне внесения удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ при посеве. Исследования проводились на полях кафедры «Земледелие» и лаборатории «Агроэкология» Самарского государственного аграрного университета. В среднем за годы исследований урожайность яровой пшеницы по вспашке, при рыхлении и без осенней механической обработки почвы с применением удобрений достигала 1,60 т/га. Содержание белка в зерне при внесении удобрений увеличивалось на 5,2-5,8% в сравнении с неудобренным фоном. Содержание белка было максимальным по вспашке – 13,26%, средним – при рыхлении – 12,66%, что было выше на 6 и 2%, соответственно, чем в варианте без осенней механической обработки почвы. Сумма клейковинных фракций была наибольшей по вспашке – 8,70% и при рыхлении – 8,01%. Расчеты экономической и энергетической эффективности показали, что при рыхлении почвы и без ее осенней механической обработки рентабельность была наибольшей, соответственно 79 и 75 % на фоне без внесения удобрений и 70 % с внесением удобрений. Наиболее энергетически эффективным показал себя вариант без осенней механической обработки почвы с минеральными удобрениями, причем коэффициент энергетической эффективности урожая был наибольшим – 1,35 – при наименьшем коэффициенте энергоемкости белка – 5,96.

THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT DEPENDING ON WAYS OF BASIC SOIL CULTIVATION AND FERTILIZERS

N. P. Bakaeva, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department «Gardening, Botany and Physiology of Plants», FSBEI HE Samara SAU.

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: bakaevanp@mail.ru

O. L. Saltykova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of «Gardening, Botany and Physiology of plants», FSBEI HE Samara SAU.

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: saltykova_o_l@mail.ru

Keywords: wheat, yield, protein, fertilizers, agricultural technology, efficiency.

The research purpose is improving agricultural technology of spring wheat cultivation in order to increase the yield and protein content in grain in terms of economic and energy efficiency in the conditions of forest-steppe of Trans-Volga region. Principle soil cultivation ways and their effect were studied (plowing at 20-22 cm depth, bursting at 10-12 cm and without autumn tillage practice), on yield, protein and gluten in grain of spring wheat growing without and using fertilizers when seeding according to dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$. The studies were conducted on the fields of «Land Husbandry» Department and «Agroecology» Laboratory of Samara State Agrarian University. Over the years of research, on average the yield of spring wheat taking into account plowing, bursting and without autumn tillage practice with fertilizers use amounted to 1.60 t/ha. Protein in grain with the application of fertilizers increased by 5.2-5.8% in comparison with that cultivated without it. Maximum Protein content was when plowing performed – 13.26%, medium – when bursting – 12.66%, and these results were higher by 6 and 2%, respectively, than these registered when autumn tillage practice was not provided. The highest gluten was in plowing – 8.70% and bursting – 8.01%. Calculations of economic and energy efficiency showed that with bursting of the soil and without its autumn tillage practice, profitability was the highest, respectively, 79 and 75% without fertilizers and 70% with fertilizers. The highest point of economic and energy efficiency was shown when autumn tillage practice was not performed but with mineral fertilizers use; moreover, the coefficient of energy efficiency in the crop was the highest – 1.35, with the lowest coefficient of protein energy – 5.96.

На современном этапе поиск путей увеличения производства зерна с гарантированным качеством, с учетом энергетического и экономического состояния сельскохозяйственного производства является основной проблемой земледелия [1, 2].

В настоящее время все большее распространение находят новые технологии возделывания зерновых культур, основанные на применении минимальных обработок почвы. В связи с этим, исследования должны быть направлены на разработку таких способов, приемов и систем обработки почвы, которые бы способствовали сохранению плодородия почвы, созданию оптимальных условий для роста и развития растений, обеспечивали бы высокую урожайность и высокое качество сельскохозяйственных культур [2, 3].

Цель исследований – совершенствование агротехнологии возделывания яровой пшеницы для увеличения урожайности и содержания белка в зерне по показателям экономико-энергетической эффективности в условиях лесостепи Заволжья.

Задачи исследований – изучить влияние приемов основной обработки почвы и удобрений на урожайность, накопление белка, клейковинных фракций в зерне яровой мягкой пшеницы, рассчитать экономическую и энергетическую эффективность.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на полях кафедры «Земледелие», лаборатории «Агроэкология» Самарского государственного аграрного университета. Объект исследований – районированный сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская 59. Предшественником в опытах была озимая пшеница по чистому пару. Варианты опыта включали три вида основной обработки почвы: вспашка на глубину 20-22 см; рыхление на глубину 10-12 см; без осенней механической обработки (осенняя обработка почвы не проводилась, весной применяли прямой посев сеялкой Primera DMC 601).

В поперечном направлении к вариантам обработки почвы применялись варианты удобрений: без удобрений (контроль) и применение при посеве $N_{60}P_{60}K_{60}$ из расчета 3,8 ц азофоски на 1 га. Посевы обрабатывались гербицидом в фазу кущения – Пума супер в концентрации 0,8 л/га. Площадь делянок – 1200 м², так как опыт двухфакторный, то площадь участка при применении удобрений (второй фактор), соответственно делилась. Повторность опытов трехкратная.

Рельеф опытного поля выровненный, облесенность окружающей территории 8-10%. Почва опытного участка – чернозем типичный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый с реакцией среды (рН) близкой к нейтральной и средним содержанием гумуса.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными и отмечались как относительно благоприятные для роста и развития растений яровой мягкой пшеницы, так и крайне неблагоприятные. Гидротермический коэффициент (ГТК) за годы исследований колебался от 0,42 до 1,20 при среднемноголетнем значении 0,83. В начале исследований ГТК за период от посева до уборки урожая составлял 0,90, во второй год ГТК был ниже среднемноголетних

значений на 0,42. Третий сельскохозяйственный год характеризовался повышенным температурным режимом и обильными дождями, ГТК 1,20, четвертый – ГТК 0,68.

Учет урожая проводился путем сплошной уборки участков комбайном, урожай приводили к 14% влажности и базисным кондициям по содержанию сорной примеси. Отбор растений для анализа проводился по методике, предложенной А. И. Ермаковым, выделяли белковые фракции зерна пшеницы по методу Х. Н. Починка, основанному на неодинаковой растворимости белков в различных растворителях. Колориметрическим методом, описанным Г. А. Кочетовым, определяли содержание белка и его фракций. Экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову с использованием программы STATISTICA. Расчёты экономических и энергетических показателей выполнялись на базе технологических карт [4].

Результаты исследований. Урожайность, содержание белка и его фракционный состав в зерне яровой мягкой пшеницы в большинстве случаев являются интегрирующими показателями влияния способов основной обработки почвы и удобрений [5, 6].

Структура урожая представлена числом продуктивных растений на единице площади, длиной колоса и числом зерен в нем, а также массой 1000 зерен. Учет количества растений на 1 м² посевов в период уборки урожая показал, что на удобренных вариантах опыта количество растений достигало 340 шт., а на удобренных – 370 шт. Наибольшее количество растений отмечено по вспашке на 20-22 см в зависимости от внесения удобрений. Длина колоса существенно не отличалась и находилась в пределах от 5,8 до 6,3 мм. Самое большое количество зерен в колосе получено при вспашке на фоне внесения удобрений – 19,4 шт. Следует также отметить, что наименьшее число зерен в колосе получено на варианте без осенней механической обработки почвы как без внесения, так и с внесением удобрений (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность яровой мягкой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений, среднее за годы исследований

Обработка почвы	Удобрения	Общее число растений, шт./м ²	Длина колоса, мм	Число зерен в колосе, шт.	Урожайность, т/га	Белок, %	
						Σ клейковинных фракций	Общий белок
Вспашка на 20-22 см	Без удобрений	344	6,3	19,0	1,36	8,00	12,48
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	374	6,3	19,4	1,60	8,70	13,26
Рыхление на 10-12 см	Без удобрений	331	6,0	18,2	1,34	7,30	11,93
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	368	6,2	18,9	1,60	8,01	12,66
Без осенней механической обработки	Без удобрений	336	5,6	15,8	1,14	7,21	11,79
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	370	6,0	16,6	1,55	7,88	12,44

Урожайность зерна яровой мягкой пшеницы на вариантах без удобрений была наибольшей по вспашке и при рыхлении почвы до 1,36 т/га. При этом, содержание белка в зерне было выше по вспашке на 4,4%, по сравнению с вариантом с рыхлением почвы и на 5,5% – с вариантом без осенней механической обработки.

Максимальному содержанию белка в зерне способствовало наибольшее накопление клейковинных фракций. Их сумма достигала 8,0 мг/кг. Клейковинные фракции представляют собой сложный белковый комплекс, в который входят две фракции – глиадин (проламин) и глютелин. Этот комплекс представляет собой связную эластичную массу, образующуюся при набухании в воде и имеющую большое значение в хлебопечении. Поэтому от количества данных фракций будет зависеть качество выпекаемого хлеба [7].

Внесению удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ дало наибольшие достоверные прибавки урожая (на 15,0-26,5%), а также увеличило содержание белка в зерне яровой мягкой пшеницы на 5,8%, сумму клейковинных фракций на 8,8%. Значения данных показателей были максимальными по вспашке, а урожайность – по вспашке и при рыхлении почвы.

Таким образом, в среднем за годы исследований основная обработка почвы – вспашка на 20-22 см с внесением при посеве удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ – способствовала наилучшим показателям элементов структуры урожая и получению наибольшей урожайности яровой мягкой пшеницы – 1,60 т/га, увеличению белка в зерне до 13,26% и суммы белковых фракций до 8,70%.

Расчёты экономической эффективности показали, что производственные затраты максимальны при возделывании яровой мягкой пшеницы с применением в качестве основной обработки почвы вспашки на 20-22 см, средние – при рыхлении почвы на 10-12 см, а минимальные – без осенней механической обработки почвы. Внесение удобрений способствовало увеличению не только урожайности и повышению белковости зерна пшеницы, возрастала также стоимость основной продукции. Большие производственные затраты, несмотря на высокую урожайность, отразились на себестоимости зерна. Наименьшая себестоимость 1 т зерна яровой пшеницы и наибольший чистый доход с 1 га были получены на варианте без осенней механической обработки почвы. Рентабельность на уровне 79% показали варианты – рыхление и без осенней механической обработки почвы. На фоне внесения удобрений производственные затраты увеличивались, и уровень рентабельности снижался по вспашке и при рыхлении почвы до 12%, на 5% без осенней механической обработки почвы (рис. 1).

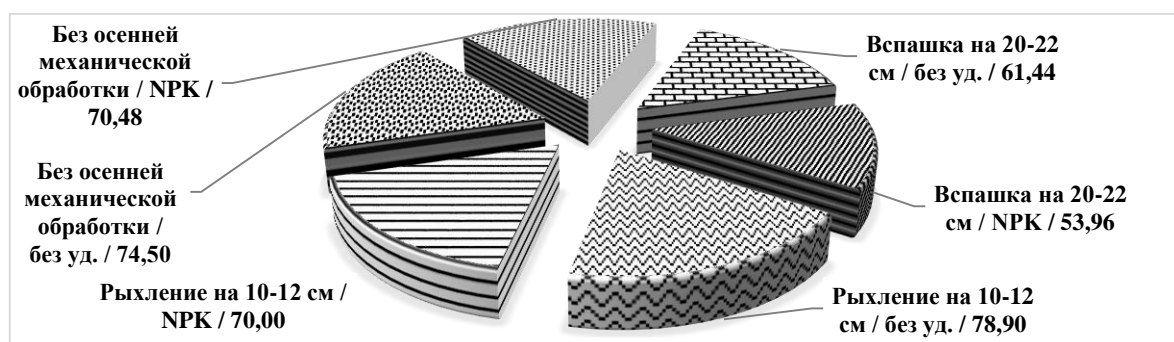


Рис. 1. Рентабельность (%) возделывания яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы и удобрений, среднее за годы исследований

Таким образом, по значению относительного показателя экономической эффективности, как рентабельности, при возделывании яровой мягкой пшеницы наиболее доходными вариантами были – рыхление на 10-12 см и вариант без осенней механической обработки почвы, которые способствовали снижению затрат труда, денежных средств и прочих ресурсов.

Энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы показала положительный баланс энергозатрат. Это значит, что получаемая продукция включала больше энергии, чем затрачивалось на ее производство (табл. 2).

На фоне без внесения удобрений, при вспашке на 20-22 см, было затрачено антропогенной энергии 15,45 тыс. МДж на 1 гектар, при проведении рыхления почвы затраты энергии составляли 14,66 тыс. МДж/га, без осенней механической обработки – 13,55 тыс. МДж/га. Внесение удобрений приводило к увеличению затрат по всем технологиям обработки почвы с учетом на уборку урожая на 3 тыс. МДж/га при вспашке и рыхлении и на 1,5 тыс. МДж/га без осенней механической обработки почвы. Максимальный прирост энергии в урожае (на уровне 5,35 тыс. МДж/га) обеспечивался в варианте без осенней механической обработки почвы на фоне внесения удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$, при этом энергетическая себестоимость зерна в урожае и белка была наименьшей.

Таблица 2

Энергетическая эффективность возделывания яровой мягкой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы и удобрений, в среднем за годы исследований

Обработка почвы	Удобрения	Накоплено энергии, тыс. МДж/га		Затраты антропогенной энергии, тыс. МДж/га	Прирост энергии в урожае, тыс. МДж/га	Энергетическая себестоимость, тыс. МДж/т	
		в урожае	в белке			в урожае	в белке
Вспашка на 20-22 см	Без удобрений	17,92	2,24	15,45	2,47	11,36	123,60
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	21,09	2,80	18,74	2,35	11,71	140,90
Рыхление на 10-12 см	Без удобрений	17,66	2,10	14,66	3,00	10,94	123,19
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	21,09	2,68	17,76	3,33	11,10	139,84
Без осенней механической	Без удобрений	15,03	1,77	13,55	1,48	11,89	114,83
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,43	2,53	15,08	5,35	9,73	121,61

обработки						
-----------	--	--	--	--	--	--

Коэффициент энергетической эффективности урожая получен выше нуля по всем вариантам опыта, поэтому изучаемые технологии возделывания яровой мягкой пшеницы можно считать энергетически эффективными (рис. 2). Данный коэффициент снижался на вариантах со вспашкой на 20-22 см с внесением удобрений и без внесения, при рыхлении почвы на 10-12 см был на уровне 1,20.

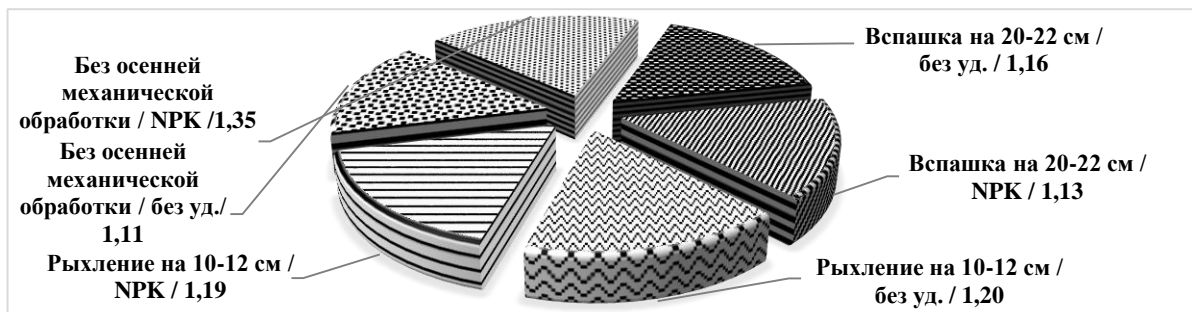


Рис. 2. Коэффициент энергетической эффективности в урожае яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы и удобрений, среднее за годы исследований

Наиболее энергетически эффективным показал себя вариант без осенней механической обработки почвы с применением минеральных удобрений, коэффициент энергетической эффективности урожая был наибольшим – 1,35, а коэффициент энергоёмкости белка наименьшим – 5,96 (рис. 3). При этом коэффициент энергоёмкости белка по сравнению с вариантами со вспашкой, при рыхлении и «нулевой» обработкой почвы на фоне с внесением удобрений был ниже на 13,6, 14,6, 15,9%, соответственно. На неудобренном фоне по вспашке – на 10,9% и при рыхлении почвы на 10,1%.

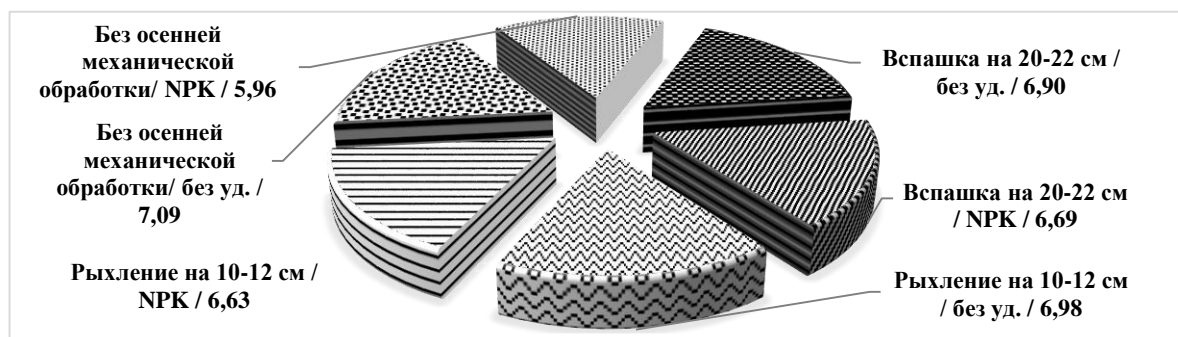


Рис. 3. Коэффициент энергоёмкости в белке зерна яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы и удобрений, среднее за годы исследований

Заклучение. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность яровой мягкой пшеницы – 1,60 т/га – получена по вспашке на 20-22 см и при рыхлении почвы на 10-12 см на фоне внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ при посеве из расчета 3,8 ц азофоски на 1 га. Содержание белка в зерне пшеницы на фоне внесения удобрений увеличивалось на 6% в сравнении с неудобренным фоном. Значения белка были максимальными в варианте со вспашкой – 13,26%, средними – при рыхлении почвы – 12,66%, наименьшими – без осенней механической обработки почвы – 6 и 2%, соответственно. При этом сумма клейковинных фракций была наибольшей в варианте со вспашкой – 9% и при рыхлении – 8%. По расчетам экономической и энергетической эффективности: в условиях Среднего Поволжья, применяя в качестве основной обработки почвы под яровую пшеницу рыхление на 10-12 см и без осенней механической обработки почвы, рентабельность была выше на фоне без внесения удобрений (соответственно на уровне 79% и 75%) и 71% – на фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$. Наиболее энергетически эффективным показал себя вариант без осенней механической обработки почвы с минеральными удобрениями, причем, коэффициент энергетической

эффективности урожая был наибольшим, при наименьшем коэффициенте энергоемкости белка.

Библиографический список

1. Ивченко, В. К. Влияние различных обработок почвы и средств интенсификации на продуктивность зерновых культур / В. К. Ивченко, З. И. Михайлова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – №4 (127). – С. 3-10.
2. Зудилин, С. Н. Эффективность основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / С. Н. Зудилин, Ю. А. Гниломедов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 11-15.
3. Казаков, Г. И. Влияние вида пара в севообороте, систем удобрения и основной обработки почвы на урожайность яровой пшеницы / Г. И. Казаков, В. Г. Кутилкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 4. – С. 14-19.
4. Бакаева, Н. П. Проявление белкового комплекса зерна пшениц от различных агротехнологий Среднего Поволжья : монография / Н.П. Бакаева, О. Л. Салтыкова. – Кинель : РИО СГСХА, 2018. – 157 с.
5. Орлов, А. Н. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от элементов технологии возделывания / А. Н. Орлов, О. А. Ткачук, Е. В. Павликова // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №7. – С. 28-30.
6. Морозов, В. И. Биологизация технологии возделывания яровой пшеницы и формирование её продуктивности в условиях Среднего Поволжья / В. И. Морозов, А. Л. Тойгильдин, М. И. Подсевалов, В. В. Басенков // Нива Поволжья. – 2016. – №4(41). – С. 49-55.
7. Bakaeva, N. P. Harmful of wheat trips (haplothrips tritici kurd) and its food preferences / N. P. Bakaeva, Yu. G. Nasyrova, O. L. Saltykova [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9, № 5. – С.1221-1229.

References

1. Ivchenko, V. K., & Mikhailova Z. I. (2017). Vliianie razlichnikh obrabotok pochvi I sredstv intensivatsii na produktivnost zernovikh kultur [The influence of various soil treatments and means of intensification on the productivity of grain crops]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of KrasSAU*, 4 (127), 3-10 [in Russian].
2. Zudilin, S. N., & Gnilomedov Yu. A. (2017). Effektivnost osnovnoi obrabotki pochvi pri vozdelivanii iarovoii pshenicy v lesostepi Srednego Povolzh'ia [Efficiency of the main tillage in the cultivation of spring wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 11-15 [in Russian].
3. Kazakov, G. I., & Kutilkin, V. G. (2009). Vliianie vida para v sevooborote, sistem udobrenii osnovnoi obrabotki pochvi na urozhainosti iarovoii pshenicy [Influence of the type of fallow in the crop rotation, fertilizer systems and basic tillage on the yield of spring wheat]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 14-19 [in Russian].
4. Bakaeva, N. P., & Saltykova, O. L. (2018). Proizvleniie belkovogo kompleksa zerna pshenicy ot razlichnikh agrotekhnologii Srednego Povolzh'ia [Effects of a protein complex of wheat grain from various agricultural technologies of the Middle Volga region]. Kinel: PC Samara SAU [in Russian].
5. Orlov, A. N., Tkachuk, O. A., & Pavlikova, E. V. (2009). Urozhainost I kachestvo zerna iarovoii pshenicy v zavisimosti ot elementov tekhnologii vozdelivaniia [Productivity and grain quality of spring wheat depending on the ways of cultivation technology]. *Dostizheniianaukiitekhniki APK – Achievements of Science and Technology of AICis*, 7, 28-30 [in Russian].
6. Morozov, V. I., Toygildin, A. L., Podsevalov, M. I., & Basenkov V. V. (2016). Biologizatsiia tekhnologii vozdelivaniia iarovoii pshenicy i formirovaniie eio produktivnosti v usloviakh Srednego Povolzh'ia [Biologization of spring wheat cultivation technology and formation of its productivity in the conditions of the Middle Volga region]. *Niva Povolzh'ia – Niva Povolzhya*, 4 (41), 49-55 [in Russian].
7. Bakaeva, N. P., Nasyrova Yu. G., Saltykova O. L., Korzhavina N. Yu., & Mamai O. V. (2018). Harmful of wheat trips (haplothripstriticiukurd) and its food preferences. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9, 5, 1221-1229.