

## БЕЛКОВО-ПРОТЕАЗНЫЙ КОМПЛЕКС ЗЕРНА В АГРОТЕХНОЛОГИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

**Бакаева Наталья Павловна**, доктор биологических наук, профессор, кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений»

ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

446442, пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, дом 2; тел.: 89276023266;

e-mail: bakaevanp@mail.ru

**Ключевые слова:** озимая пшеница, обработка почвы, минеральные удобрения, органические удобрения, навоз, содержание белка, протеазы, хлебопекарная оценка.

Изучалось влияние минеральных удобрений: аммиачной селитры, сульфата аммония и мочевины, а также новых органических удобрений и навоза при различных системах обработки почвы на содержание общего белка и белка клейковинных фракций, активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Светоч. В проведенных исследованиях содержание белка в зерне зависело от применяемых удобрений. Так, сухое и жидкое органические удобрения, в эквивалентном 40 т/га количестве, по сравнению с контролем дали прибавку содержания белка в среднем по 1,8 и 1,9 %, соответственно. Более повышенное содержание белка, в среднем на 2,1 %, было при применении минеральных удобрений по мелкой обработке почвы. Наибольшее значение достигло содержание белка 15,6 % при применении навоза в количестве 40 т/га при вспашке на 20-22 см, что было выше на 2,2%, по сравнению с контролем. Удобрения являются существенным фактором повышения качества зерна пшеницы по такому показателю, как содержание белка. Содержание белка в проламине под воздействием удобрений по всем вариантам опыта дало увеличение до 1%, а в глютелине - только на 0,2%. Очевидно, что глютелиновая фракция как меньшая по абсолютному содержанию по сравнению с проламином в меньшей степени зависит от удобрений. Большее содержание белка в зерне соответствует несколько пониженной активности протеолитических ферментов. По оценке хлебопекарных качеств пшеницы полученные результаты исследований позволяют характеризовать хлебопекарные достоинства муки как очень высокие и высокие по всем вариантам агротехнологии.

### Введение

Следует признать, что в настоящее время своевременно и необходимо провести сравнительные исследования для оценки различных видов минеральных и органических удобрений по содержанию общего белка в зерне и белка клейковинных фракций. Однако, очень мало известно о влиянии удобрений на технологические качества зерна. Одним из наиболее важных качеств является активность протеаз, которые совместно с клейковинными белками образуют специфический белково-протеазный комплекс. Кроме того, важно было изучить общую хлебопекарную оценку муки из зерна, полученного в различных вариантах агротехнологии озимой пшеницы [1, 2, 3].

### Объекты и методы исследований

Изучение влияния минеральных и органических удобрений, способов обработки почвы на белково-протеазный комплекс зерна озимой пшеницы сорта Светоч проводили в агрополевой лаборатории «Агроэкология» ФГБОУ ВО Самарской ГСХА. Площадь делянок – 1200 м<sup>2</sup>, повторность опытов - трехкратная.

Рельеф опытного поля - выровненный, почва опытного участка – чернозем типичный

среднегумусный среднemocный тяжелосуглинистый с реакцией среды (рН) близкой к нейтральной. Содержание в слое почвы 0-30 см легкогидролизующего азота, подвижного фосфора и обменного калия- повышенное или высокое. Исследования проводились с применением следующих способов основной обработки почвы: 1. вспашка на 25-27 см; 2. рыхление на 10-12 см или мелкая; 3. «нулевая обработка почвы» – без осенней механической обработки почвы [4].

В период 2014-2017г.г. погодные условия во время активного роста пшеницы были неустойчивыми. По отчетам агрометеостанции «Усть-Кинельская» метеоусловия 2014-2015 сельскохозяйственного года характеризовались повышенным температурным режимом и небольшим количеством осадков, гидротермический коэффициент (ГТК) - 0,7 при средне-многолетнем 0,83. 2015-2016 сельскохозяйственный год характеризовался пониженным температурным режимом и большим выпадением осадков, ГТК -0,73. Метеоусловия 2016-2017 сельскохозяйственного года характеризовались как сложные, но благоприятные, с длительной атмосферной засухой во второй половине июля и августе, ГТК -1,06.

Таблица

**Содержание белка, активность протеаз и хлебопекарная оценка зерна озимой пшеницы, в зависимости от удобрений и систем обработки почвы, в среднем за годы исследований**

Схема опыта		Показатель, в среднем за период исследования				
Удобрение	Основная обработка почвы	Белок, %	Клейковинные фракции, %		Активность протеолитических ферментов, Е	Общая хлебопекарная оценка, балл
			проламины	глютелины		
Без удобрений	Вспашка на 20-22см	13,4	6,31	1,32	1,36	4,4
	Мелкая обработка на 10-12 см	13,1	6,24	1,41	1,37	4,3
	Без механической обработки	12,5	6,22	1,42	1,45	4,0
Аммиачная селитра, N <sub>45</sub>	Мелкая обработка на 10-12 см	15,2	6,83	1,61	1,46	4,5
Сульфат аммония, N <sub>45</sub>	Мелкая обработка на 10-12 см	15,3	6,91	1,70	1,47	4,4
Мочевина, N <sub>45</sub>	Мелкая обработка на 10-12 см	15,1	7,0	1,52	1,48	4,7
Навоз, (Nнавоз = 40 т/га)	Вспашка на 20-22см	15,6	7,32	1,63	1,47	4,8
	Мелкая обработка на 10-12 см	15,4	7,10	1,62	1,51	4,4
	Без механической обработки	14,9	6,72	1,53	1,58	4,3
Сухое органическое удобрение, (Nэквивалентен Nнавоз)	Вспашка на 20-22см	14,8	7,24	1,71	1,46	4,5
	Мелкая обработка на 10-12 см	14,8	7,0	1,62	1,50	4,4
	Без механической обработки	14,4	6,65	1,63	1,53	4,7
Жидкое органическое удобрение, (Nэквивалентен Nнавоз)	Вспашка на 20-22см	15,1	7,34	1,71	1,47	4,8
	Мелкая обработка на 10-12 см	14,8	7,14	1,64	1,51	4,4
	Без механической обработки	14,6	7,0	1,62	1,57	4,2

Примечание. Дисперсионный анализ полученных в опыте данных по отдельным годам с расчетами НСР<sub>05</sub> показал, что все результаты опыта достоверны

Изучались следующие минеральные и органические удобрения: аммиачная селитра NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – в удобрении действующего вещества азота до 35%, азот представлен в двух формах нитратном и аммиачным; сульфат аммония (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – действующего вещества азота до 21% и сульфатанионов до 24%; мочевина CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – действующего вещества азота 46%, в амидной форме, высокой концентрации.

Навоз содержит органического вещества 75-90%, в том числе гуминовых кислот, азота до 20%, а также других легко и трудно разлагающихся компонентов[5]. Жидкое органическое удобрение с массовой долей общего азота 0,28%. Производится из куриного помета и отходов животноводства. Сухое рассыпчатое органическое удобрение с массовой долей общего азота 5,28%, отходы растениеводства с соответствующей обработкой [1]

Среднеспелый сорт озимой мягкой пшеницы Светоч включен в Госреестр селекционных

достижений с 2005 года по Средневолжскому региону. Период вегетации - 308-329 дней и высокая зимостойкость. Высота растений - 69-94 см. За 2000-2010 годы в конкурсном испытании урожайность в среднем составила 35,7 ц/га, масса 1000 зерен – до 43 г. Содержание белка в зерне – до 14%, сырой клейковины – до 37% с качеством клейковины от удовлетворительного до хорошего, в зависимости от условий выращивания. Характеристика по хлебопекарным качествам – удовлетворительный филлер. Биологическая особенность сорта Светоч заключается в том, что в весенний период характеризуется быстрым темпом роста, в осенний период при дефиците влаги способен сформировать продуктивный колос [6].

Отбор растений для анализа проводился по методике, предложенной А.И. Ермаковым (1987), выделение белковых фракций – Х.Н.Починком (1976), колориметрическое определение количественного содержания

белка и фракций – Г.А. Кочетовым (1971) [7, 8]. Ферментативную активность протеолитических ферментов определяли по методу Н. Н. Третьякова (1990), принцип которого заключается в действии на раствор стандартного белка (казеина) ферментным препаратом, выделенным из растительного материала и последующим определением количества разложившегося белка на спектрофотометре. Удельная активность протеаз (Е) в мг субстрата на 1 г навески шрота за 1 ч реакции была рассчитана по формуле:  $A_{протез} = (E_0 - E_k) / 0,02A$ , где  $E_k$  и  $E_0$  – экстинкция контроля и опытного раствора;  $A$  – навеска шрота, 0,02-пересчетный коэффициент [9].

Все другие наблюдения и сопутствующие исследования проводили по соответствующим методикам Госкомиссии и ГОСТовским методам [10]. Экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [11].

#### Результаты исследований

Исследовалось сравнительное влияние различных минеральных удобрений: аммиачной селитры, сульфата аммония и мочевины при мелкой обработке почвы на 10-12 см, а также новых органических удобрений и навоза при различных системах обработки почвы – вспашке на 20-22 см, мелкой обработки на 10-12 см и «нулевой» без осенней обработки почвы в агротехнологии озимой пшеницы сорта Светоч на содержание белка, клейковинных фракций и активность протеолитических ферментов в зерне (табл.).

В таблице представлены результаты по содержанию белка и клейковинных фракций: глиадинов (проламинов) и глютелинов в зерне озимой пшеницы, усредненные показатели за 2014-2017 годы исследований.

Результаты исследований показывают, что без применения удобрений, в контрольном варианте, основные способы обработки почвы обеспечили содержание белка в зерне 12,5...13,4%, причем, значение содержания белка было максимальным по вспашке, средним - при рыхлении, наименьшим - при нулевой обработке почвы.

Применение минеральных удобрений проводилось по мелкой обработке почвы, результаты выявили, что максимальную величину белка получили от применения сульфата аммония 15,3%. Аммиачная селитра и мочевина обеспечили содержание белка в меньшей степени - до 15,2...15,1%. По сравнению с контрольным вариантом при мелкой обработке почвы содер-

жание белка увеличилось на 2...2,2% для всех видов минеральных удобрений.

Применение навоза в качестве удобрения в количестве 40 т/га при всех системах обработки почвы дало повышение содержания белка по сравнению с контрольным вариантом на 2,2...2,3%, а по сравнению с минеральными удобрениями по мелкой обработке почвы - на 0,1...0,3%.

Органические удобрения, применяемые на всех системах обработки почвы, обеспечили содержание белка до 14,8%, что явилось по значению большим показателем по сравнению с контрольным вариантом на 1,8%, но меньшим с вариантом, где применялся навоз – на 1,3%. Сравнение влияния органических удобрений на значения содержания белка в варианте с минеральными удобрениями при мелкой обработке почвы показал меньший результат на 0,4%.

Таким образом, из всех применяемых удобрений навоз в количестве 40 т/га явился наиболее эффективным, по вспашке было получено белка в зерне 15,6%. Несколько меньшие результаты содержания белка были получены при применении минеральных удобрений по мелкой обработке почвы - в среднем 15,2%. Органические удобрения и сухое, и жидкое обеспечили содержание белка в среднем 14,6% и 14,8% соответственно. При сравнении данных результатов с результатами, полученными в других вариантах, при использовании навоза содержание белка было больше на 1%, а минеральных удобрений – на 0,6%.

В проведенных исследованиях содержание белка в зерне зависело от применяемых удобрений, и его количественные показатели были выше по сравнению с вариантом без удобрений [12]. Так, сухое и жидкое органические удобрения, в эквивалентном 40 т/га количестве, по сравнению с контролем дали прибавку содержания белка в среднем по 1,8 и 1,9% соответственно. Более повышенное содержание белка, в среднем на 2,1%, было при применении минеральных удобрений, по мелкой обработке почвы. Наибольшее значение содержание белка 15,6% достигло при применении навоза в количестве 40 т/га при вспашке на 20-22 см, что было выше на 2,2% по сравнению с контролем. По вариантам основной обработки почвы надо отметить, что величина содержания белка была больше при вспашке, несколько меньше - при рыхлении и еще меньше - без механической обработки как в контрольном варианте, так и с применением навоза и органических удобре-

ний. Удобрения являются существенным фактором повышения качества зерна пшеницы по такому показателю как содержание белка.

Известно, что белок зерна пшеницы содержит четыре фракции, две из которых глиадин (проламин) и глютелин входят в сложный белковый комплекс – клейковину, связную эластичную массу, образующуюся при набухании в воде и имеющую большое значение в хлебопечении [13], для которого важно не только количество клейковины в муке, но и ее качество, зависящее от соотношения двух белковых фракций. Ни глиадин, ни глютелин в отдельности не обладают характерными физическими свойствами клейковины, которые присущи ей как общему белковому комплексу [14], поэтому от количества и соотношения данных фракций в белке зерна и будет зависеть качество выпекаемого хлеба.

Содержание глиадиновой (проламиновой) фракции в варианте без удобрений составило в среднем 6,2%, а в вариантах с применением азотных удобрений - в среднем 6,9%, что было на 0,7% выше контроля. Также в варианте с сухим органическим удобрением содержание проламинов было выше контрольного варианта на 0,8%, а с навозом и жидким органическим удобрением - на 0,9%. Содержание белка в глютелиновой фракции по всем изучаемым вариантам изменялось незначительно, но превышало контроль в среднем на 0,2%.

Так, содержание белка в клейковинных фракциях так же зависит от применяемых удобрений, но их влияние сказывается по-разному. Если на содержание белка в проламине оказываемое действие удобрений по всем вариантам опыта было более значительно, увеличение до 1%, то в глютелине только на 0,2%. Очевидно, что глютелиновая фракция как меньшая по абсолютному содержанию по сравнению с проламином и в меньшей степени зависит от удобрений.

Протеолитическая активность зерна озимой пшеницы по вариантам опыта представлена в таблице. Ее величина может выступать критерием качества белка, так как она более чувствительна к условиям внешней среды [15]. Из представленных результатов следует, чем большее содержание белка в зерне, тем несколько пониженной будет активность протеолитических ферментов. Такое соотношение содержания белка и величины активности позволяет получить тесто с хорошей водо- и газодерживающей способностью и выпекать хлеб с более хорошей пористостью и структурой мякиша, то есть крепкая клейковина пшеницы обусловлена низкой активностью собственных

ферментов [10]. Несколько пониженная протеолитическая активность способствует повышению объема и пористости хлеба, что в свою очередь связано с большим содержанием белка в зерне и муке.

Общая хлебопекарная оценка муки из зерна, полученного в различных вариантах агротехнологии изучаемого сорта пшеницы, включающая оценку внешнего вида хлеба, его вкус, поверхность и форму корки, ее цвет, цвет и структуру мякиша, выявила незначительное варьирование данного показателя и изменение на 0,3 балла как в вариантах с использованием минеральных удобрений, при мелкой обработке почвы, так и в вариантах, используемых органические удобрения и навоз, общая хлебопекарная оценка повысилась также на 0,3 балла по сравнению с вариантом без удобрений. Нетрудно заметить, что причиной пониженного объемного выхода хлеба является низкая протеолитическая активность. При этом наилучший объемный выход хлеба был показан при высокой белковистости, что также связано с активной деятельностью белково-протеазного комплекса [14]. По оценке хлебопекарных качеств пшеницы полученные результаты исследований позволяют характеризовать хлебопекарные достоинства муки как очень высокие и высокие по всем вариантам агротехнологии.

Таким образом, проведенные сравнительные исследования по оценке различных видов минеральных и органических удобрений и их влияния на технологические качества зерна, а именно содержание белка в зерне и клейковинных фракций, а также активность протеаз показали, что по изученным показателям удобрения являются существенным фактором повышения качества зерна пшеницы и позволяют получать при изученных вариантах хлебопекарную муку с очень высоким качеством по всем вариантам агротехнологии.

#### **Выводы**

В проведенных исследованиях содержание белка в зерне зависело от применяемых удобрений, и его количественные показатели были выше по сравнению с вариантом без удобрений. Так, сухое и жидкое органические удобрения, в эквивалентном 40 т/га количестве, по сравнению с контролем дали прибавку содержания белка в среднем по 1,8 и 1,9% соответственно. Более повышенным содержанием белка, в среднем на 2,1%, было при применении минеральных удобрений по мелкой обработке почвы. Наибольшее значение содержание белка 15,6% достигло при применении навоза в количестве 40 т/га при вспашке на 20-22 см, что было выше на 2,2% по сравнению с

контролем.

По вариантам основной обработки почвы надо отметить, что величина содержания белка была больше при вспашке, несколько меньше при рыхлении и еще меньше без механической обработки как в контрольном варианте, так и с применением навоза и органических удобрений. Удобрения являются существенным фактором повышения качества зерна пшеницы по такому показателю, как содержание белка.

Содержание белка в клейковинных фракциях зависит от применяемых удобрений, но их влияние сказывается по-разному. Содержание белка в пролаmine под воздействием удобрений по всем вариантам опыта дало более значительное увеличение до 1%, а в глютелине - только на 0,2%. Очевидно, что глютелиновая фракция как меньшая по абсолютному содержанию по сравнению с проламином и в меньшей степени зависит от удобрений.

Большее содержание белка в зерне соответствует несколько пониженной активности протеолитических ферментов. По оценке хлебопекарных качеств пшеницы полученные результаты исследований позволяют характеризовать хлебопекарные достоинства муки как очень высокие и высокие по всем вариантам агротехнологии.

#### **Библиографический список**

1. Зудилин, С.Н. Эффективность новых органических удобрений, производимых ООО «АгроПромСнаб» / С.Н. Зудилин, И.А. Светлаков // Аграрный потенциал в системе продовольственного обеспечения: теория и практика. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2016. – Часть II. – С. 49-54.
2. Лошаков, В.Г. Эффективность отдельного и совместного использования севооборота и удобрений / В.Г. Лошаков // Достижения науки и техники АПК. - 2016. - Том 30, №1. - С. 9-13.
3. Педан, А.А. Повышение плодородия почв путем внесения органических удобрений / А.А. Педан // Актуальные научные исследования в современном мире. - 2017. - № 11-1 (31). - С. 76-80.
4. Салтыкова, О.Л. Экономическая и энергетическая оценка озимой пшеницы в зависимости от систем обработки почвы в лесостепи Заволжья / О.Л. Салтыкова // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи. Материалы V Всероссийской научно-практической заочной конференции молодых ученых. – Курган: ФГБОУ ВПО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева», 2014. – С. 34-38.
5. Никитин, С.Н. Продуктивность озимой пшеницы при применении навоза и осадков сточных вод / С.Н. Никитин // Научные труды Ульяновского НИИСХ/ под ред. С.Н. Немцева. - Ульяновск, 2010. - С. 194-199.
6. Бакаева, Н.П. Продуктивность и проявление сортовых особенностей озимых пшениц Поволжская 86 и Светоч при применении удобрений / Н.П. Бакаева, Н.Ю. Коржавина // Известия СГСХА. - 2017. - №1. - С. 38-41.
7. Бакаева, Н.П. Влияние обработки семян препаратами ЖУСС и подкормки азотными удобрениями на урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы / Н.П. Бакаева, Ю.А. Шоломов, Н.Ю. Коржавина // Агрехимия. – 2016. - №3. — С. 32-38.
8. Бакаева, Н.П. Методы выделения белка и его фракций из зерна озимой пшеницы сорта Поволжская-86 / Н.П. Бакаева, Н.Ю. Коржавина // Вестник БГСХА имени В.Р. Филиппова. - 2015. - №3(40). – С. 7-11.
9. Коржавина, Н.Ю. Содержание белка и крахмала в зерне озимой пшеницы на фоне применения микроудобрений ЖУСС / Н.Ю. Коржавина // Современные проблемы агропромышленного комплекса: сборник научных трудов 69-й Международной научно-практической конференции. - Самара, 2016. – С. 104-106.
10. Балюбаш, В.А. Определение количества клейковины в пшеничной хлебопекарной муке / В.А. Балюбаш, С.Е. Алёшичев, В.В. Назарова // Хлебопродукты. - 2014. - № 7. - С. 46-47.
11. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 361 с.
12. Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.
13. Васюсина, Т.В. Качество клейковины зерна мягкой пшеницы как показатель его хлебопекарных достоинств / Т.В. Васюсина, Б.Е. Кравцова, А.И. Мартынова // Труды ВНИИЗ. - 1972. - № 74. - С. 106-112.
14. Насырова, Ю.Г. Влияние протеолитической и амилолитической активности зерна на качество хлеба из пшеничной муки / Ю.Г. Насырова, М.Ю. Киселева // Успехи современной науки и образования. - 2016. – Том 1, № 4. – С. 6-9.
15. Мякинников, А.Г. Ферментные препараты протеолитического действия и хлебопекарные свойства муки / А.Г. Мякинников // Пищевая и перерабатывающая промышленность.- 2002. - № 3. - С. 968.

## PROTEIN-PROTEASIS GRAIN COMPLEX IN WINTER WHEAT AGROTECHNOLOGY IN CASE OF APPLICATION OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS

**Bakaeva N.P.**

**FSBEI HE "Samara State Agricultural Academy"  
446442, Ust-Kinelsky town, Uchebnaya st, 2; Tel: 89276023266;  
e-mail: bakaevanp@mail.ru**

*Keywords: winter wheat, tillage, mineral fertilizers, organic fertilizers, manure, protein content, proteases, baking assessment.*

We studied the effect of mineral fertilizers: ammonium nitrate, ammonium sulfate and urea, as well as new organic fertilizers and manure in various soil tillage systems, on content of total protein and protein of gluten fractions, activity of proteolytic enzymes in winter wheat grain of Svetoch variety. Grain protein content depended on the applied fertilizers in our studies. Thus, dry and liquid organic fertilizers, in an equivalent amount of 40 t/ha, compared with the control, gave an increase in protein content, on average, by 1.8 and 1.9%, respectively. A higher protein content, on average, by 2.1%, was observed in case of application of mineral fertilizers, in combination with surface tillage. The highest value of protein content was 15.6%, when using manure in the amount of 40 t/ha during 20-22 cm plowing, which was higher by 2.2%, compared to the control. Fertilizers are a significant factor of improving the quality of wheat grain in terms of protein content. The protein content in prolamin under the influence of fertilizers in all variants of the experiment gave an increase by 1%, glutelin - only by 0.2%. Obviously, the glutelin fraction, which is less in absolute content than prolamin, is less dependent on fertilizers. Higher protein content in the grain corresponds to slightly lower activity of proteolytic enzymes. According to assessment of wheat baking qualities, the obtained research results allow to characterize the baking advantages of flour as very high and high in all variants of agrotechnology.

### *Bibliography*

1. Zudilin, S.N. The effectiveness of new organic fertilizers produced by OOO AgroPromSnab / S.N. Zudilin, I.A. Svetlakov // Agrarian potential in the food supply system: theory and practice. Materials of the All-Russian scientific-practical conference. - Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2016. - Part II. - P. 49-54.
2. Loshakov, V.G. Efficiency of separate and combined application of crop rotation and fertilizers / V.G. Loshakov // Achievements of science and technology of agriculture. - 2016. - Volume 30, №1. - P. 9-13.
3. Pedan, A.A. Improving soil fertility by applying organic fertilizers / A.A. Pedan // Current scientific research in the modern world. - 2017. - № 11-1 (31). - P. 76-80.
4. Saltykova, O.L. Economic and energy assessment of winter wheat depending on the tillage systems in the forest-steppe of the Trans-Volga region / O.L. Saltykova // Development of scientific, creative and innovative activities of the youth. Materials of the V All-Russian scientific practical distant conference of young scientists. - Kurgan: Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev, 2014. - P. 34-38.
5. Nikitin, S.N. The productivity of winter wheat in case of application of manure and sewage sludge / S.N. Nikitin // Scientific works of Ulyanovsk Research Institute of Agriculture / ed. by S.N. Nemtsev. - Ulyanovsk, 2010. - P. 194-199.
6. Bakaeva, N.P. Productivity and performance of varietal characteristics of winter wheat of Volga 86 and Svetoch varieties when applying fertilizers / N.P. Bakaeva, N.Yu. Korzhavina // Materials of SAA. - 2017. - №1. - P. 38-41.
7. Bakaeva, N.P. The effect of seed treatment with liquid fertilizer-stimulating composition chemicals and fertilizing with nitrogen fertilizers on yield and protein content of winter wheat grain / N.P. Bakaeva, Yu.A. Sholomov, N.Yu. Korzhavina // Agrochemistry. - 2016. - №3. — P. 32-38.
8. Bakaeva, N.P. Methods of protein its fractions isolation from winter wheat grain of Volga-86 variety / N.P. Bakaeva, N.Yu. Korzhavina // Vestnik of BSAA named after V.R. Filippov. - 2015. - № 3 (40). - P. 7-11.
9. Korzhavina, N.Yu. The content of protein and starch in the grain of winter wheat in case of application of liquid fertilizer-stimulating composition microfertilizers / N.Yu. Korzhavina // Current problems of the agro-industrial complex: a collection of scientific papers of the 69th International scientific and practical conference. - Samara, 2016. - P. 104-106.
10. Balyubash, V.A. Specification of the amount of gluten in wheat baking flour / V.A. Balyubash, S.E. Aleshichev, V.V. Nazarova // Bakery products. - 2014. - № 7. - P. 46-47.
11. Dospekhov, B.A. Methods of field trial / B.A. Dospekhov, - M.: Agropromizdat, 1985. - 361 p.
12. Aleksandrova, L.N. Organic soil matter and the processes of its transformation / L.N. Alexandrova. - L.: Nauka, 1980. - 288 p.
13. Vasyusina, T.V. The quality of grain gluten of soft wheat as an indicator of its baking qualities / T.V. Vasyusina, B.E. Kravtsov, A.I. Martyanova // Scientific works of All-Russian Scientific Research Institute of Grains. - 1972. - № 74. - P. 106-112.
14. Nasyrova, Yu.G. The influence of proteolytic and amylolytic activity of grain on the quality of bread made from wheat flour / Yu.G. Nasyrova, M.Yu. Kiseleva // Achievements of modern science and education. - 2016. - Volume 1, Number 4. - P. 6-9.
15. Myakinkov, A.G. Enzyme preparations of proteolytic action and baking properties of flour / A.G. Myakinkov // Food and processing industry. - 2002. - № 3. - P. 968.