

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

РУП «Научно-практический центр  
НАН Беларуси по земледелию»

# ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И СЕЛЕКЦИЯ В БЕЛАРУСИ

*Сборник научных трудов*

Основан в 1951 году

ВЫПУСК 46



Минск  
«ИВЦ Минфина»  
2010

3. Петербургский, А.В. Практикум по агрохимии / А.В. Петербургский // Определение сахаров по методу Бертрана / А.В. Петербургский. — М., 1954. — С. 109–112.

4. Грачева, И.М. Лабораторный практикум по технологии ферментных препаратов / И.М. Грачева [и др.] // Определение содержания различных сахаров в растворах: учеб. пособие. — М., 1982. — С. 21–22.

5. Крищенко, В.П. Ближняя инфракрасная спектроскопия / В.П. Крищенко. — М.: КРОН-ПРЕСС, 1997. — 640 с.

6. Davies, A.M.C. Back to basics: the «final» calibration. / A.M.C. Davies, T. Fearn // Spectroscopy Europe. — 2007. — Vol. 19., № 6. — P. 15–18.

### **ASSESSMENT OF SUGAR ACCUMULATION LEVEL IN PLANTS OF WINTER CEREAL CROPS ON THE BASIS OF SPECTRAL CHARACTERISTICS IN THE NEAR INFRARED REGION**

*V.N. Bezlyudny, V.M. Kravchenko, V.V. Kravchenko, O.N. Pozniak*

*The study of the accumulation of sugars in plants of winter cereal crops before going into winter has been conducted. Based on the comparative analysis with Bertrand method it has been concluded that the use of near infrared spectroscopy for screening the samples with high stability potential is a prospective method.*

УДК 633.112.9:636.085.7

### **ОЦЕНКА ЗЕРНОФУРАЖНОЙ ТРИТИКАЛЕ КАК КОМПОНЕНТА КОМБИКОРМОВ**

*С.В. Абраскова, канд. с.-х. наук, Н.П. Шишлова, канд. биол. наук,  
Т.П. Носовец, канд. с.-х. наук, Е.В. Лапутько, науч. сотрудник  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино*

*(Поступила в печать 29.09.2010)*

*Аннотация. В статье сообщаются результаты по определению биологической ценности зерна тритикале районированных сортов и перспективных сортообразцов. По отдельным незаменимым аминокислотам зерно тритикале превосходило рожь, а в некоторых случаях — пшеницу.*

*Содержание лизина в зерне тритикале составило 3,8% от сырого протеина. Выявлена высокая вариабельность показателей «высота амилограммы» и «число падения» водно-мучных суспензий и прямая достоверная связь между ними ( $r = 0,68$ ), что делает их эффективными для косвенной оценки вязкости экстракта зерна для отбора сортов с минимальным ее уровнем на кормовые цели. Применение ферментов ( $\beta$ -глюконазы, ксиланазы, целлюлазы,  $\alpha$ -амилазы, их комплекса), действующих на разные группы углеводной части зерна тритикале, и консервирование влажного плющеного зерна являются приемами, снижающими вязкость водной суспензии на 11–12% и 24–39% соответственно.*

Использование зерна для нужд животноводства осложняется тем, что при скармливании животным в чистом виде оно не сбалансировано по белку и аминокислотам и в связи с этим нерационально расходуется на кормовые цели. Данную проблему можно решить путем расширения посевных площадей под культурами и сортами, характеризующимися лучшим аминокислотным составом, содержанием биологически полноценного белка, благодаря чему их доля в структуре зерновой части концентратов может быть увеличена.

В связи с этим заслуживает внимания тритикале, которая характеризуется комплексной устойчивостью к грибным заболеваниям, хорошей зимостойкостью и меньшей, чем пшеница, требовательностью к плодородию почвы и приспособляемостью к различным, в том числе относительно экстремальным, условиям.

Максимальные нормы ввода тритикале без предварительной обработки в состав комбикормов для свиней составляют 10–30% зерновой части, для птицы – 5–30%, для крупного рогатого скота – 20–45% [1].

В условиях Беларуси при хорошей реализации потенциала продуктивности как озимой, так и ярового тритикале, уровень содержания белка в зерне этой культуры сопоставим или несколько уступает пшенице. По сравнению с пшеницей и рожью зерно тритикале более сбалансировано по аминокислотному составу. Содержание лизина у тритикале на 15–30% выше, чем в зерне пшеницы [2].

Мировая практика показывает, что использование зерна тритикале в качестве компонента в комбикормах после предварительной обработки (экструзия, вструдирование, микронизация) в рационах сельскохозяйственных животных позволяет повысить их продуктивность [3, 4, 6], но приводит к удорожанию продукции.

Однако тритикале имеет также недостатки, снижающие эффективность использования зерна в кормлении животных: наличие в зерне антипитательных веществ, в том числе некрахмальных полисахаридов (НПС), снижающих переваримость и усвоение питательных веществ корма. Они характеризуются высокой гидрофильностью, способны по-

глотать воду в 8–10 раз больше своей массы, в результате чего образуются гели, ограничивающие доступ пищеварительных ферментов к белкам и жирам зерна [5, 6, 8]. Из-за отсутствия информации о питательных достоинствах зерна тритикале отечественных районированных сортов, а также данных о возможности максимального его использования в качестве компонента в комбикормах, не разработаны рекомендации по повышению эффективности скармливания зерна тритикале в животноводстве и птицеводстве.

В связи с вышесказанным в задачу исследований входило определение биологической ценности зерна районированных сортов и перспективных сортообразцов тритикале; а также изучение способов, снижающих вязкость водного экстракта зерна и комбикормов, включающих в качестве компонента разные количества тритикале.

**Методика проведения исследований.** Объектом исследований служило зерно (урожай 2005–2009 гг.) различных сортов и сортообразцов озимой (Дубрава, Рунь, Антось, Кастусь, Михась, Мара, Микола, Адасть) и яровой (Лана, Дублет, Русло, Узор, Лотас, Орбита, Привет) тритикале, выращенной на экспериментальных полях Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Определение содержания общего азота (и сырого протеина) проводили по Кьельдалю, аминокислотного состава зерна — на хроматографе ProStar методом жидкостной хроматографии, количества крахмала — поляриметрическим методом по Эверсу [Ермаков и др., 1976], числа падения — на приборе Falling Number 1500 [Perten, 1964].

Сравнение амилографических показателей водно-мучной суспензии зерна озимой и яровой тритикале, стандартных комбикормов КК-55 (в рецепт которого включено 30% тритикале, ячменя — 57,5%; пшеницы — 10% от зерновой части, лизина — 1%, премикса — 1%, мела — 1%, соли — 0,5%), СК-26 (тритикале — 30%, ячменя — 55,7%; подсолнечного шрота — 12,0% от зерновой части, лизина — 1%, премикса — 1%, мела — 0,8%, соли — 0,5%) с вводом разного процентного содержания тритикале сортообразцов Русло, Узор, Мара (урожай 2008–2009 гг.) и «давальческой» тритикале (поступающей от хозяйств на комбикормовый завод) проводили на приборе Amylograph-E Brabender (Германия). Анализ вязкости водного экстракта комбикормов на основе тритикале осуществлялся без обработки и после обработки  $\alpha$ -амилазой,  $\beta$ -глюканазой, ксиланазой, целлюлазой, комплексом ферментов, без инкубации и в условиях, приближенных к естественным (среда кишечного тракта животных).

**Результаты исследований.** С позиций кормления животных значение протеина в корме определяется несколькими положениями: потребляемый протеин является поставщиком аминокислот, используемых для синтеза белка и глюкозы; он является поставщиком незаменимых кислот; кроме того, используется для покрытия энергетических нужд жи-

вотного. Для свиней наиболее важен качественный и количественный состав незаменимых аминокислот, особенно их соотношение.

По отдельным незаменимым аминокислотам зерно тритикале превосходило рожь, а в некоторых случаях — пшеницу (таблица 1). Содержание лизина для изученного ряда зерна озимой тритикале составило 3,8% от сырого протеина. Сортообразец Угро имел 0,73% лизина (против 0,68% в пшенице, 0,32% — во ржи), а среди изученного ряда он выделялся повышенным содержанием валина (0,98) и треонина (1,19%). Такая закономерность отмечалась также по количеству фенилаланина и аргинина. Сорта Импульс и Эра превосходили пшеницу по триптофану — 0,17 и 0,19% (против 0,15% в пшенице), сорт Антось и тритикально-пшеничные гибриды № 1–2 — по метионину, который составил 0,39, 0,32 и 0,60% соответственно (против 0,27% в пшенице). Сорта Руно, Антось показали также максимальный уровень по содержанию гистидина и фенилаланина.

Уровень содержания сырого протеина в зерне озимой тритикале не влиял на сумму незаменимых аминокислот ( $r = 0,02$ ). Как показали результаты, количество протеина в зерне тритикале определялось погодными условиями, сортовой спецификой и продуктивностью. Среднее его содержание в зерне изучаемых сортов за четыре года составило 12,06% (урожай 2005–2008 гг.).

Вязкость водного раствора зерна тритикале зависит от содержания в нем водорастворимых НПС. Экспериментально показана линейная зависимость вязкости водного экстракта от содержания НПС. По мере увеличения вязкости зерновых экстрактов пентозанов (доля ксилозы и глюкозы) закономерно возрастает [5]. В связи с этим для прогнозирования содержания водорастворимых НПС (пентозанов) чаще всего используют не прямые, а косвенные методы оценки, основанные на измерении вязкости экстракта муки. По таким важным показателям как «число падения» и «высота амилограммы» (вязкость водно-мучной суспензии цельносмолотого зерна по амилографу), разработана примерная классификация озимой ржи, предназначенной на кормовые или хлебопекарные цели.

Анализ полученных данных по показателю «число падения» указывает на невысокое его значение в зерне озимой тритикале (при среднем значении 84 с), что является положительной характеристикой для зернофуражной культуры (таблица 2). Его уровень свидетельствует о высокой автолитической активности зерна тритикале. Однако в некоторых сортах этот показатель был выше среднего значения для зерна изученного ряда. В отдельные годы зерно тритикале сорта Мара характеризовалось высоким числом падения — 201 с (2007 г.) и 141 с (2008 г.). Максимальный уровень — 119 и 102 с (Мара и Антось) и минимальный — 67 с (Рунь) указывает на высокую вариабельность этого показателя на протяжении четырех лет исследования.

Таблица 1 – Аминокислотный состав и содержание сырого протеина в зерне тритикале, % (урожай 2009 г.)

Незаменимые аминокислоты	стандарт Михась	Рубе	Алгошь	Кастушь	Амулет	Прометей	Импульс	Угро	Лето	образец №1 №1	образец №2	Рожь Пуховицкая	Пшеница Капозьянка
Лизин	0,36	0,43	0,36	0,45	0,34	0,38	0,35	0,78	0,36	0,32	0,32	0,32	0,68
Триптофан	0,16	0,09	0,09	0,14	0,11	0,10	0,17	0,15	0,10	0,08	0,13	0,10	0,15
Метионин	0,27	0,26	0,39	0,25	0,24	0,21	0,23	0,32	0,26	0,60	0,60	0,15	0,27
Валин	0,48	0,71	0,62	0,57	0,58	0,56	0,62	0,98	0,44	0,60	0,60	0,41	0,55
Гистидин	0,33	0,50	0,50	0,35	0,42	0,40	0,40	0,18	0,29	0,42	0,42	0,25	0,40
Фенилаланин	0,45	0,64	0,60	0,52	0,54	0,52	0,59	0,97	0,38	0,53	0,65	0,40	0,55
Лейцин	0,64	0,83	0,78	0,69	0,72	0,69	0,75	0,21	0,55	0,70	0,70	0,57	0,98
Изолейцин	0,31	0,44	0,41	0,38	0,39	0,37	0,39	0,18	0,29	0,39	0,39	0,26	0,43
Треонин	0,55	0,83	0,72	0,56	0,63	0,61	0,67	1,19	0,48	0,65	0,53	0,49	0,85
Аргинин	0,28	0,36	0,36	0,24	0,29	0,29	0,30	0,51	0,24	0,29	0,29	0,25	0,40
Общая сумма	3,83	5,09	4,83	4,15	4,26	4,13	4,47	5,42	3,39	4,58	4,63	3,20	5,26
Сырой протеин	10,2	11,0	10,7	11,0	10,1	10,4	10,9	10,5	8,7	11,0	11,8	9,6	12,1

Таблица 2 – Физико-химический состав зерна озимой тритикале (урожай 2005–2008 гг.)

Сорт (сортообразец)	Показатель		
	число падения, с	крахмал, %	сырой протеин, %
Михась стандарт	79	66,8	11,05
Микола	82	64,8	12,66
Кастусь	73	65,8	11,62
Адась	75	66,1	12,28
Рунь	67	65,2	12,52
Дубрава	75	65,6	12,54
Антось	102	65,6	11,38
Мара	119	68,2	12,39
Среднее	84	66,0	12,06

У яровой тритикале сорта и сортообразцы по этому показателю расположились в следующем порядке убывания: Русло → Лотас → Узор → Привет → Дублет → Орбита → Лана с максимальным уровнем 240 с (Русло) и минимальным 65 с (Лана).

В предыдущих наших исследованиях было обнаружено, что некоторые исследуемые сорта и сортообразцы тритикале (урожай 2007–2009 гг.) характеризовались высоким показателем «высота амилограммы» и появлением на амилограмме ярко выраженного второго пика вязкости, обусловленного, по-видимому, наличием растворимых некрахмальных полисахаридов [7]. Изученные сорта тритикале характеризовались высокой вариабельностью показателей «высота амилограммы». В ряду тритикале ( $n = 15$ ) максимальная вязкость водных экстрактов зерна была выявлена у озимой тритикале сорта Мары (348 е. а.), яровой тритикале сортообразца Русло, сорта Узор (214 е. а.). Причем в условиях, приближенных к естественным («среда кишечного тракта животных»), отмечалась общая закономерность более резкого повышения высоты амилограммы у высоковязких образцов (Мара, Русло, Узор), что объясняется свойством разбухания некрахмальных полисахаридов.

В результате корреляционного анализа данных нами установлена функциональная связь этого показателя в зависимости от погодных условий ( $r = 0,74$ ). Максимум показателя «высота амилограммы» водного экстракта зерна тритикале отмечается в засушливые, минимум – во влажные годы.

Выявлена прямая достоверная связь между «числом падения» и «высотой амилограммы» ( $r = 0,68$ ).

Следующим этапом наших исследований было выяснение влияния ввода большего количества изученных нами ранее сортов тритикале с максимальной высотой амилограммы на изменение вязкости водного раствора стандартных комбикормов (таблица 3).

Таблица 3 – Амилографические показатели комбикорма КК-55 при вводе зерна тритикале

Состав концентрированного корма	Высота амилограммы, е. а.	
	контроль	«среда кишечного тракта животных»
Тритикале «давальческая»* 100%	80	96
Тритикале «давальческая» 30%	104	120
Тритикале Русло 100%	222	277
Тритикале Русло 30%	266	321
Тритикале Узор 100%	179	270
Тритикале Узор 30%	93	116
Тритикале Мара 100%	187	231
Тритикале Мара 30%	37	57

\* Тритикале, поступающая от хозяйств на комбикормовый завод.

Изучение амилографических показателей стандартного комбикорма КК-55 и СК-26 показало невысокий уровень вязкости водных растворов (высота амилограммы была 104 е. а. и 85 е. а.).

В условиях, приближенных к естественным («среда кишечного тракта животных»), вязкость водной суспензии изучаемого комбикорма КК-55 повышалась незначительно – до 120 е. а., как и у комбикорма СК-26 – до 103 е. а. (таблица 3). При дальнейшем увеличении доли зерна тритикале до 40 и 60% в составе комбикорма КК-55 вязкость водного раствора необработанных образцов (без ферментов) оставалась высокой у сортообразца Русло – 253–295 е. а. (рисунок 1).

Как видно из рисунка 1, при обработке водной суспензии комбикорма с тритикале сортообразца Русло (40% и 60% от зерновой части) амилолитическим ферментом (внесение 100 мг  $\alpha$ -амилазы) снижение уровня вязкости было 17 и 46% соответственно.

Кроме того, на амилограммах стандартных комбикормов (КК-55 и СК-26) с 30%-м вводом яровой тритикале сортообразцов Русло и Узор было отмечено появление ярко выраженного второго пика вязкости, обусловленного, по-видимому, наличием растворимых некрахмальных полисахаридов (рисунки 2, 3).

Использование ферментов ( $\alpha$ -амилазы, глюканы, ксиланазы, комплекса ферментов), действующих на разные группы углеводной части, в том числе НПС, позволило выяснить разную степень снижения вязкости под их действием.

Под влиянием  $\beta$ -глюканы (100 мг) вязкость водного экстракта сорта Мара снижалась на 23,4% в сравнении с контролем (без обработки ферментом).

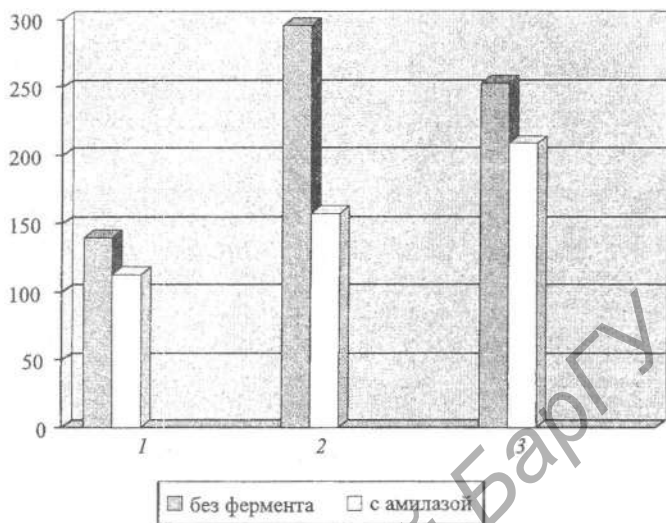


Рисунок 1 — Высота амилограммы (е. а.) водной суспензии комбикормов в зависимости от содержания тритикале сорта Русло:

- 1 — стандартный комбикорм с 30%-м вводом «давальческой» тритикале;  
 2 — 40% яровой тритикале сорта Русло в составе стандартного комбикорма;  
 3 — 60% яровой тритикале сорта Русло в составе стандартного комбикорма

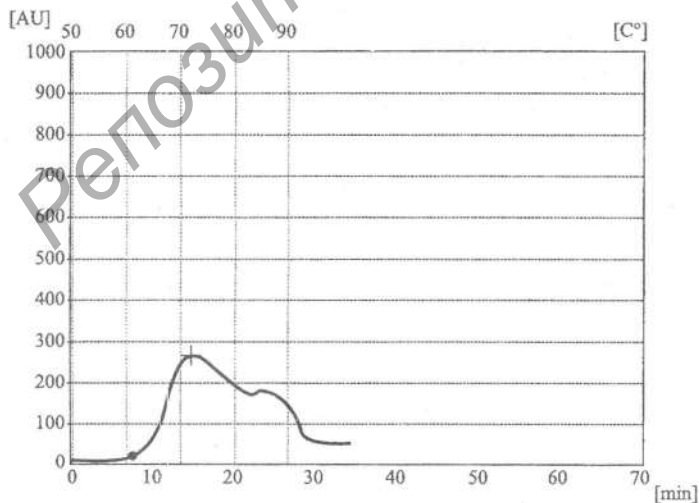


Рисунок 2 — Амилограмма водно-мучной суспензии стандартного комбикорма КК-55 (тритикале сортообразца Русло — 30% зерновой части)

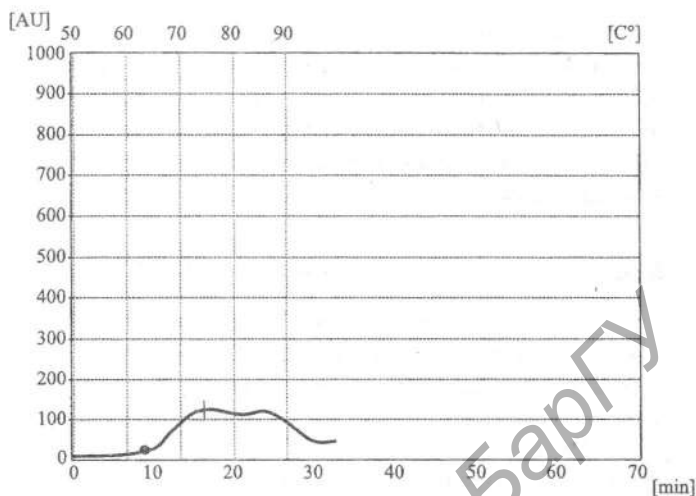


Рисунок 3 — Амилограмма водно-мучной суспензии стандартного комбикорма СК-26 (тритикале сорта Узор — 30% зерновой части)

Действие экзогенной  $\alpha$ -амилазы (100 мг) на вязкость водно-мучной суспензии зерна этого сорта было 20,8%.

Значительное влияние оказали ферменты на вязкость водного экстракта сортообразца Русло, снижая ее на 16–38%. Максимальное действие проявляла глюканаза на зерно как яровой тритикале Русло, так и ржи Зарница (рисунок 4).

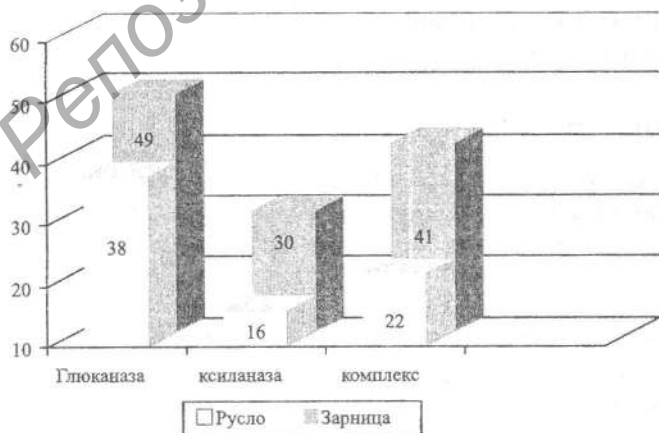


Рисунок 4 — Снижение вязкости водного экстракта зерна тритикале Русло и ржи Зарница под действием ферментов, % от контроля

Изучение влияния различных способов консервирования (традиционное силосование без добавок и с использованием пропионовой кислоты) на уровень вязкости показало, что в процессе брожения происходило более быстрое снижение вязкости: при силосовании плющеного зерна без добавления и с добавлением пропионовой кислоты 11–42% и 24–39% соответственно.

## Выводы

1. По отдельным незаменимым аминокислотам зерно тритикале превосходило рожь, а в некоторых случаях пшеницу. Содержание лизина в зерне тритикале составило 3,8% от сырого протеина, среднее количество которого в изученных образцах за четыре года составило 12,06% (урожай 2005–2008 гг.).

2. В результате корреляционного анализа данных выявлены высокая вариабельность показателей «высота амилограммы», «число падения» и прямая связь между данными показателями ( $r = 0,68$ ). Это позволяет использовать методы косвенной оценки, основанные на измерении вязкости водного экстракта зерна, и проведение целенаправленного отбора сортов с минимальным уровнем вязкости.

3. Использование ферментов ( $\beta$ -глюканазы, ксиланазы, целлюлазы,  $\alpha$ -амилазы, их комплекса), а также заготовка тритикале путем консервирования влажного плющеного зерна с применением химических консервантов позволяет снизить вязкость водно-мучных суспензий на 16–46% и отрицательные последствия, вызываемые растворимыми некрахмальными полисахаридами.

## Литература

1. Классификатор сырья и продукции комбикормового производства Республики Беларусь / Мин. с.-х. и прод. Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, ЦНИЛ Хлебопродуктов. – Минск, 2006. – 95 с.

2. Булавина, Т. М. Оптимизация приемов возделывания тритикале а Беларуси / Т. М. Булавина; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси; науч. ред. С. И. Гриб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2005. – 224 с.

3. Голушко, В. М. Научные основы кормления свиней / В. М. Голушко [и др.] // Приложение к журналу Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 6. – 31 с.

4. Филипович, З. Г. Пшеница и тритикале в рационах сельскохозяйственных животных / З.Г. Филипович, И.Р. Птак // Обзорная информация. — М. 1976. — 42 с.

5. Гончаренко, А. А. Сравнительная оценка сортов зерновых культур по вязкости водного экстракта и структуре водорастворимых пентозанов / А.А. Гончаренко, А.С. Тимошенко // Вестник Российской академии с.-х. наук. — 2007. — № 1. — С. 58–61.

6. Шишлова, Н. П. Биохимические и технологические свойства семян озимой тритикале. Основные направления использования культуры: Аналит. обзор / Н. П. Шишлова; Белорусский научный институт внедрения новых форм хозяйствования в АПК. — Минск, 2005. — 52 с.

7. Абраскова, С. В. Содержание некрахмальных полисахаридов в зерновых сырьевых источниках и пути снижения их уровня / С.В. Абраскова, Н.П. Шишлова, О.С. Краснокая // Кормопроизводство: технологии, экономика, почвосбережение: мат. Межд. науч.-практ. конф., г. Жодино, 25–26 июня 2009 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. — Минск: ИВЦ Минфина. 2009. — С. 214–217.

8. Müller, A. Enzyme in der Schweinemast / A. Müller // Hanover Schweinevel. — 1996. — S. 5–7.

## ASSESSMENT OF GRAIN/FORAGE TRITICALE AS A COMPONENT OF COMBINED FEED

S.V. Abraskova, N.P. Shishlova, T.P. Nosovets, E.V. Laputko

*The results of determination of biological value of triticale grain of the released varieties and promising variety samples are presented in the article. By some essential amino acids triticale grain exceeds rye and sometimes wheat. Lysine content in triticale grain makes up 3.8% of crude protein. High variability of the parameters «height of amylograme» and «falling number» of water and flour suspensions and direct significant correlation between them ( $r = 0.68$ ) have been revealed, that makes them effective for indirect estimation of the viscosity of grain extract for the selection of varieties with minimal viscosity level for forage purposes. Use of enzymes ( $\beta$ -glucanase, xylanase, cellulase,  $\alpha$ -amylase and their complexes), having influence on different groups of the carbohydrate part of triticale grain, and conserting of wet rolled grain reduce the viscosity of water suspension by 11–42% and 24–39%, respectively.*