

7. Beatty, P.H., Anbessa, Y., Juskiw, P., Carroll, R.T., Wang, J.A., Good, A.G., 2010. Nitrogen use efficiencies of spring barley grown under varying nitrogen conditions in the field and growth chamber. *Ann. Bot.* 105, 1171–1182.

8. Лимантова, Е.М. Влияние доз азотных удобрений в сочетании с фунгицидом тилт на урожай ячменя на дерново-подзолистой почве / Е.М. Лимантова, С.Ф. Буга // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск.- Ураджай. – 1987. – Вып.18. – С. 47-51.

9. Бруй, И.Г. Эффективность применения физиологически активных веществ в технологии возделывания ярового ячменя: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / И.Г. Бруй; РНИУП «Институт земледелия и селекции». – Жодино, 2003. – 18 с.

10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М.: Колос, 1973. – 336 с.

11. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей: ТКП 151-2008. – Введ. 17.11.2008. – Минск: Минсельхозпрод, Белорус. машиноиспытательная станция, 2008. – 15 с.

12. Рекомендуемые цены на средства защиты растений в 2015 году. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. <http://mshp.minsk.by/ceny/market/e3b1846fd95e93b2.html>

13. Цены на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2015 года. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Постановление Минсельхозпрода от 10.12.2015 г. № 40 «О внесении изменения в постановление Минсельхозпрода от 30 марта 2015 года № 11». <http://mshp.minsk.by/documents/prices/e13ce911d0bdb7ce.html>

EFFECT OF SOME CULTIVATION TECHNOLOGY ELEMENTS ON YIELD OF NEW SPRING FODDER BARLEY VARIETIES

A.A. Zoubkovitch, A.P. Gvozдов, O.N. Yakuta, T.P. Savosteyeva

Research results on the study of the effect of urea foliar application at the dose of N_{30} , the use of Cerone growth regulator (0.8 l/ha) at DC 37 stage and home-produced fungicides on the yield of new fodder barley varieties are presented in the article. The evaluation of the economic efficiency of the studied technology elements was conducted.

УДК 633.111:577.1:581.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО АЗОТА И СУХОГО ВЕЩЕСТВА В СОЛОМЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

В.Н. Безлюдный, кандидат биол. наук, **И.И. Берестов**, доктор с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 18.02.2016 г.)

Аннотация. По спектрам образцов соломы яровой мягкой пшеницы в ближней инфракрасной области с использованием модифицированного метода наименьших квадратов построены предсказательные модели содержания общего азота и сухого вещества. Проведена оценка полученных калибровок и результатов их тестирования. Сделан вывод о возможности использования ближней инфракрасной спектроскопии для определения содержания сухого вещества и общего азота в соломе яровой мягкой пшеницы.

Введение. Одним из элементов изучения азотного питания растений является определение выноса азота урожаем. Учет выноса позволяет выявить потребность в оптимальном количестве азота в доступной для растений форме, необходимом для получения планируемого урожая и создания бездефицитного баланса этого элемента в системе почва-растение. Определение выноса осуществляется по данным полевых измерений и химических анализов образцов основной и побочной продукции [1].

Основными показателями, используемыми для расчета выноса азота урожаем, являются содержание общего азота и содержание сухого вещества. Традиционно используемые для их определения методы достаточно трудоемки и затратны. В тоже время в биологической и аграрной науке известны современные методы анализа на основе ближней инфракрасной спектроскопии, все чаще используемые для количественной и качественной характеристики растительного материала [2]. Преимуществом этих методов является высокая производительность, скорость определения и малая трудоемкость.

Целью данного исследования было изучение возможности использования ближней инфракрасной спектроскопии для определения содержания общего азота и сухого вещества в соломе яровой мягкой пшеницы.

Материал и методика исследований. В качестве материала для исследования использовали образцы соломы 16 сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы, выращенные в полевых условиях в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2013-2015 гг.

Отбор образцов соломы проводили после комбайновой уборки урожая в опыте с различным уровнем применения азотных удобрений. Образцы размалывали на мельнице МПП-2 и проводили измерение спектров с использованием сканирующего спектрометра (NIRSystems 5000, США) в диапазоне длин волн 1100-2500 нм. Затем в образцах определяли содержание общего азота методом Кьельдаля [3] и содержание сухого вещества весовым методом [4]. Часть образцов, подобранных генератором случайных чисел, использовали в качестве калибровочных. Оставшиеся образцы использовали как независимые при тестировании предсказательных моделей.

Количество проанализированных образцов, их характеристики и характер распределения по содержанию общего азота и сухого вещества представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

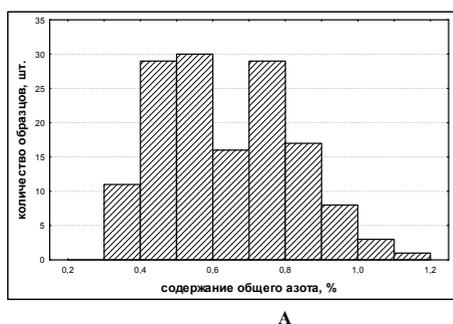
Обработка спектров осуществлялась с использованием программы WinISI II v.1.02 (InfraSoft, США), входящей в комплект спектрометра.

Спектры подвергали предварительному преобразованию путем нормирования по среднеквадратичному отклонению с одновременным устранением тренда в сочетании с методами скользящего среднего (бегущего окна) и получения производных различного порядка.

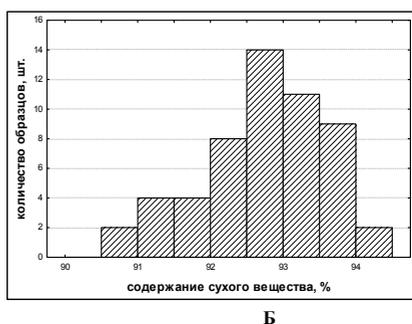
При расчете предсказательных регрессионных моделей использовали модифицированный метод наименьших квадратов. Точность предсказания оценивали по характеристикам калибровочных уравнений (SEC – стандартная ошибка калибровки; R^2 – коэффициент детерминации), показателям перекрестной проверки (SECV – стандартная ошибка перекрестной проверки; 1-VR – коэф-

Таблица 1 – Вариация образцов соломы яровой мягкой пшеницы по содержанию общего азота и сухого вещества

Образец	Диапазон вариации	Среднее	Стандартное отклонение
общий азот			
Калибровочные (96 шт.)	0,35 – 1,10	0,64	0,19
Независимые (48 шт.)	0,35 – 1,14	0,66	0,18
Всего (144 шт.)	0,35 – 1,14	0,64	0,18
сухое вещество			
Калибровочные (40 шт.)	90,95 – 94,49	92,80	0,81
Независимые (14 шт.)	90,58 – 94,44	92,64	1,05
Всего (54 шт.)	90,58 – 94,49	92,76	0,86



А



Б

Рисунок 1 - Распределение образцов соломы яровой мягкой пшеницы по содержанию общего азота (А) и сухого вещества (Б)

фициент детерминации при перекрестной проверке), а также по результатам тестирования на спектрах образцов, не использовавшихся в калибровании, на основании стандартной ошибки определения (SEP) и коэффициента детерминации (R^2).

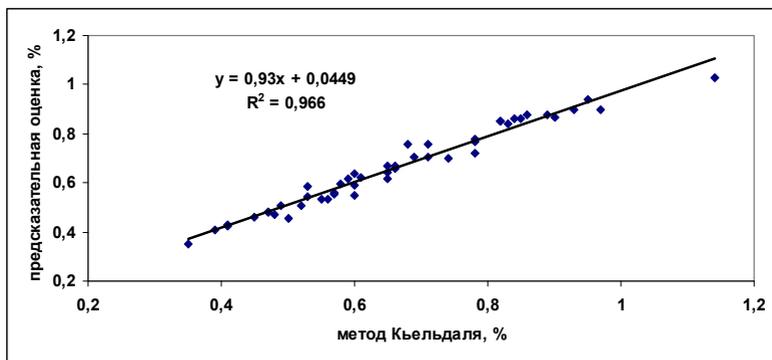
Результаты исследований и их обсуждение. Содержание общего азота в исследуемых образцах соломы яровой мягкой пшеницы варьировало в пределах 0,35-1,10%, сухого вещества – 90,9-94,49%.

При расчете предсказательных регрессионных моделей при предварительном преобразовании спектров наиболее оптимальным было использование производной 1-го порядка. Стандартные ошибки калибровки и перекрестной проверки (SEC и SECV) предсказательных моделей содержания общего азота и сухого вещества в соломе яровой мягкой пшеницы, полученные при использовании этой производной, представлены в таблице 2.

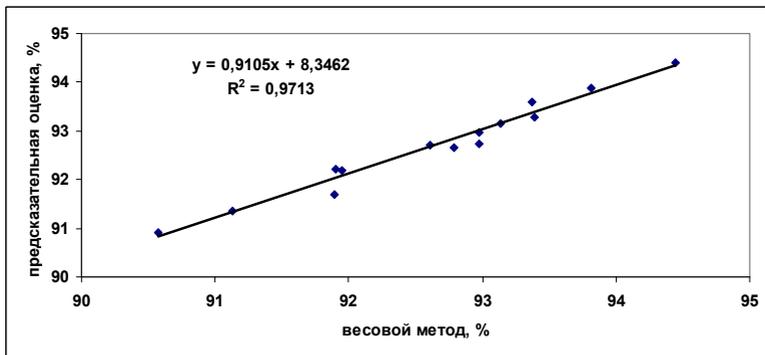
Сравнительный анализ данных, полученных при определении содержания общего азота и сухого вещества в соломе яровой мягкой пшеницы методом инфракрасной спектроскопии и, соответственно, методом Кьельдаля и весовым методом, выявил высокую степень соответствия полученных результатов (рисунок 2).

Таблица 2 – Характеристика предсказательных регрессионных моделей содержания общего азота и сухого вещества в образцах соломы яровой мягкой пшеницы

Показатель	Характеристика предсказательных моделей			
	SEC	R ²	SECV	1-VR
Содержание общего азота	0,03	0,99	0,03	0,98
Содержание сухого вещества	0,15	0,96	0,19	0,95



А



Б

Рисунок 2 – Сравнение результатов определения содержания общего азота (А) и сухого вещества (Б) в образцах соломы яровой мягкой пшеницы с предсказательной оценкой на основе ближней инфракрасной спектроскопии

Результаты тестирования полученных калибровок на независимых образцах незначительно различались от характеристик предсказательных моделей (для содержания общего азота SEP 0,03 и R² 0,97; для содержания сухого вещества – SEP 0,19 и R² 0,97).

Максимальное отклонение предсказания от результатов анализа содержания общего азота в соломе яровой мягкой пшеницы, полученных методом

Кьельдаля, составило 0,08% от результатов анализа содержания сухого вещества, полученных весовым методом – 0,5%.

Заключение

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что ближняя инфракрасная спектроскопия может использоваться как эффективный и высокопроизводительный метод для определения содержания общего азота и сухого вещества в соломе яровой мягкой пшеницы при расчете выноса азота урожаем при изучении азотного питания растений и планировании систем удобрения яровой мягкой пшеницы. Проведение анализа позволит избежать трудоемких процедур, предусмотренных методом Кьельдаля и весовым методом, и, таким образом, значительно сократит затраты и время проведения анализа.

Литература

1. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
2. Крищенко, В.П. Ближняя инфракрасная спектроскопия / В.П. Крищенко – М.: КРОН-ПРЕСС, 1997. – 640 с.
3. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. – Введ. 01.01.95. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 17 с.
4. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.

DETERMINATION OF GENERAL NITROGEN AND DRY MATTER CONTENTS IN STRAW OF SPRING SOFT WHEAT USING NEAR INFRARED SPECTROSCOPY

V.N. Bezliudny, I.I. Berestov

Predictive models of general nitrogen and dry matter contents in straw of spring soft wheat are designed by near infrared spectra using the modified partial least square method. On the basis of calibration characteristics and the results of theirs testing, the following conclusion can be made: near infrared spectroscopy for the determination of general nitrogen and dry matter contents in straw of spring soft wheat can be used.

УДК 633.112.9«324»631.576

ХАРАКТЕРИСТИКА ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МИКСОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Н.П. Шишлова, кандидат биол. наук, ***Е.Л. Долгова***, кандидат с.-х. наук,
Е.В. Лапутько, Т.П. Шемпель

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 18.01.2016 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты миксографического анализа сортов и перспективных сортообразцов озимого тритикале в сравнении с пшеницей и рожью за 2013-2014 гг. Образцы тритикале в целом харак-