

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

L.V. Plekhanova, L.N. Shevtsova

MODELING OF BAKING INDICATORS OF GRAIN OF SOFT SPRING WHEAT

Плеханова Л.В. – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. отдела оценки селекционного материала Красноярского НИИ сельского хозяйства – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН,

г. Красноярск. E-mail: plechanova-l1967@mail.ru

Шевцова Л.Н. – канд. с.-х. наук, доц. каф. информационных технологий и математического обеспечения информационных систем Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: econom_dec@kgau.ru

Plekhanova L.V. – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Department of Assessment of Selection Material, Krasnoyarsk Research and Development Institute of Agriculture, Separate Division of FRC KRC, SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: plechanova-l1967@mail.ru

Shevtsova L.N. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Information Technologies and Information Systems Software, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: econom_dec@kgau.ru

В сложных климатических условиях Красноярского края одним из важнейших факторов в решении проблемы выращивания сильных и ценных зерновых и зернобобовых культур является создание сортов с высоким количеством и качеством белково-протеинозного комплекса. Изучение технологических свойств зерна зерновых и зернобобовых культур в селекции имеет свои особенности и ограничено из-за невозможности проводить отборы по этим показателям на ранних стадиях. Для оценки большого числа селекционного материала необходимо ограничиваться только такими анализами, которые не требуют затрат большого количества времени, труда и зерна. Технологическая оценка сортов и сортообразцов зерновых в Красноярском научно-исследовательском институте сельского хозяйства проводилась в соответствии с национальными стандартами Российской Федерации и методами ИСО. Исследования технологических качеств зерна с использованием современных существующих методик обусловили поиск новых методов, позволяющих делать предварительный прогноз получения высококачественного зерна пшеницы. Для наиболее полного выражения способности муки из данного зерна давать хлеб того или иного качества очень важно иметь модель, позволяющую оценить хлебопекарные свойства зерна без

применения хлебопекарной выпечки. В статье предложен математический метод, позволяющий оценить хлебопекарные свойства зерна без применения хлебопекарной выпечки. Обобщённый показатель хлебопекарной оценки представляется в виде свёртки частных показателей содержания белка, силы муки, времени до начала разжижения, валориметрической оценки, стекловидности, выхода муки. Введение эконометрических формул позволяет рассчитывать показатели качества зерна с целью более объективной оценки перспективности селекционного материала, а также прогнозировать получение высококачественного зерна зерновых и зернобобовых культур.

Ключевые слова: яровая пшеница, хлебопекарные свойства, технологические качества зерна, моделирование признаков, регрессионная модель.

Due to adverse climatic conditions of Krasnoyarsk Region one of the greatest factors for solving the problem of intense and valuable grain and grain legume crops growing is the development of protein-based complex varieties with high quantity and protein and proteinous quality in complex. The study of technological properties of grain and grain legume crops in selection has its features and is limited due to the impossibility of selection at early stages. To evaluate a large number of selecting

material it's essential to be limited to such tests not requiring spending much time, labor and grain. Technological evaluation and varieties of grain in the Krasnoyarsk Research and Development Institute of Agriculture was conducted in the accordance with the national standards of the Russian Federation and ISO methods The studies of technological properties of grain, using modern available techniques have led to the search for new methods to make preliminary forecast of high quality wheat production. For the most complete expression of the ability of the flour from this grain to give bread of this or that quality it is very important to have the model allowing estimating baking properties of grain without using baking pastries. In the study mathematical method allowing estimating baking properties of grain without using baking pastries is offered. Generalized indicator of baking assessment is presented in the form of convolution of partial indicators of protein content, the hardness of flour, the time of fluidifying, valorimetric evaluation, grain hardness and flour yield. The introduction of econometric formulas allows to calculate the indicators of grain quality for the purpose of more objective assessment of prospects of selecting material and also to predict high quality grain production, grain and receiving leguminous crops.

Keywords: *spring wheat, baking properties, technological qualities of grain, modeling of features, regression model.*

Введение. Одним из важнейших факторов в решении проблемы выращивания в Красноярском крае сильных и ценных зерновых и зернобобовых культур является создание сортов с высоким количеством и качеством белково-протеиназного комплекса и способных сохранять хорошие показатели качества даже при неблагоприятных условиях выращивания.

Успех селекционной работы во многом зависит от объективности оценки технологических качеств новых форм и сортов. Систематическая и поэтапная оценка качества селекционного материала селекционерами совместно с технологами Красноярского НИИ сельского хозяйства (НИИСХ) позволила за довольно короткий период времени создать в регионе генофонд, сочетающий полезные хозяйственно-биологические признаки и свойства с хорошим качеством зерна. В настоящее время все районированные

сорта зерновых и зернобобовых культур являются наследственно сильными и ценными.

В работах [2, 4] установлено, что сложившееся направление селекции на качество ведёт к снижению зависимости от зоны возделывания показателей качества новых сортов, доля влияния фактора «годы» снижается и повышается доля влияния фактора «сорт», а также происходит снижение случайного фактора.

Изучение технологических свойств зерна зерновых и зернобобовых культур в селекции имеет свои особенности и ограничено из-за невозможности проводить отборы по этим показателям на ранних стадиях. Для оценки большого числа селекционного материала необходимо ограничиться только такими анализами, которые не требуют затрат большого количества времени, труда и зерна.

Цель исследований. Разработать модель экспертной оценки хлебопекарных качеств зерна мягкой яровой пшеницы для прогнозирования получения хлебопекарной продукции разного качества без процесса выпечки.

Материал и методы исследований. В качестве объекта изучения использовался селекционный материал мягкой яровой пшеницы Красноярского НИИ сельского хозяйства.

Технологическая оценка сортов проводилась в лаборатории технологической оценки зерна Красноярского НИИСХ в соответствии с национальными стандартами Российской Федерации и методами ИСО, методическими рекомендациями [3]. Определяли натуру зерна (ГОСТ 10841); мукомольные свойства – общий выход муки; содержание сырой клейковины в зерне (ГОСТ 13586.1-68); физические свойства клейковины на альвеографе «Шопена» (ГОСТ Р 51415, ИСО 5530-4-91) и фаринографе «Брабендера» (ГОСТ Р 51404, ИСО 5530-1-97); хлебопекарные свойства муки (по лабораторным выпечкам методом интенсивного замеса теста из муки 70% выхода).

Для математического моделирования использовались статистические пакеты «Пакет анализа» MS Excel, Snedecor, DataFit.

Результаты исследований и их обсуждение. Существующие методы определения хлебопекарных свойств муки являются субъективными. Общую хлебопекарную оценку устанавливают по лабораторной выпечке хлеба, осно-

ванной на органолептических показателях, – это форма, цвет и поверхность корки, эластичность, пористость, цвет мякиша, вкус и аромат хлеба.

Для наиболее полного выражения способности муки из данного зерна давать хлеб того или иного качества очень важно иметь модель, позволяющую оценить хлебопекарные свойства зерна без применения хлебопекарной выпечки. В качестве модели нами рассматривается множественная регрессия. Для построения уравнения множественной регрессии были отобраны восемь (8) факторов: содержание белка (x_1 , %); сила муки (x_2 , е.а.); время до начала разжижения теста (x_3 , мин); разжижение теста (x_4 , е.ф.); валориметрическая оценка (x_5 , %); объём хлеба (x_6 , см³); стекловидность зерна (x_7 , %); выход муки (x_8 , %). При отборе факторов учитывались следующие рекомендации [1]:

а) подбираются факторы исходя из сущности проблемы;

б) число включаемых факторов рекомендуется в шесть-семь раз меньше объема совокупности, по которой строится регрессия;

в) предпочтение отдается факторам, которые при достаточно тесной связи с результатом имеют наименьшую тесноту связи с другими факторами.

Материалом для исследований были взяты 64 перспективных образца мягкой яровой пшеницы конкурсного сортоиспытания (КСИ) Красноярского НИИ сельского хозяйства.

Для проверки наличия коллинеарности или мультиколлинеарности факторов была построена корреляционная матрица с использованием MS Excel (Пакет анализа). Корреляционная матрица (табл.1) показала коллинеарность между факторами x_5 и x_3 , наблюдается также высокая отрицательная корреляция между факторами x_5 и x_4 .

Таблица 1

Корреляционная матрица, построенная для факторов x_1, \dots, x_8 .

| | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | x_6 | x_7 | x_8 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|-------|
| x_1 | 1 | | | | | | | |
| x_2 | 0,195971 | 1 | | | | | | |
| x_3 | 0,045243 | 0,411734 | 1 | | | | | |
| x_4 | 0,122188 | -0,1357 | -0,52979 | 1 | | | | |
| x_5 | -0,00267 | 0,355507 | 0,950808 | -0,71928 | 1 | | | |
| x_6 | 0,106257 | 0,230916 | 0,364945 | -0,58779 | 0,475407 | 1 | | |
| x_7 | 0,291193 | 0,004453 | -0,30301 | 0,301776 | -0,37036 | -0,24524 | 1 | |
| x_8 | -0,06055 | -0,1419 | -0,04434 | -0,1803 | 0,044059 | 0,207059 | -0,1359 | 1 |

Обобщённый показатель хлебопекарной оценки (Y , балл) представляется в виде свёртки частных показателей содержания белка (x_1 , %); силы муки (x_2 , е.а.); времени до начала разжижения теста (x_3 , мин); разжижения теста (x_4 , е.ф.); валориметрической оценки (x_5 , %); объёма хлеба (x_6 , см³); стекловидности зерна (x_7 , %); выхода муки (x_8 , %)

$$Y = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 + \alpha_4 x_4 + \alpha_5 x_5 + \alpha_6 x_6 + \alpha_7 x_7 + \alpha_8 x_8,$$

где $\alpha_k, k = 1, 2, \dots, 8$ – весовые коэффициенты частных показателей.

Используя статистический пакет DataFit [5], найдены весовые коэффициенты – как коэффи-

циенты линейной регрессии

$$\alpha_1=0,0246; \quad \alpha_2= 0,0004; \quad \alpha_3=-0,02263; \\ \alpha_4=0,0030; \quad \alpha_5=0,0078; \quad \alpha_6=0,0014; \quad \alpha_7=0,0070; \\ \alpha_8=0,0248.$$

С учётом этих значений формула расчета обобщённого показателя примет вид

$$Y = 0,0246x_1 + 0,0004x_2 - 0,02263x_3 + 0,0030x_4 + \\ + 0,0078x_5 + 0,0014x_6 + 0,0070x_7 + 0,0248x_8.$$

По данному регрессионному уравнению в MS Excel выполнены вычисления показателей хлебопекарной оценки (Y) для 64 образцов мягкой яровой пшеницы. Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Показатели технологических качеств зерна мягкой яровой пшеницы КСИ

| № п/п | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | Y (по уравнению) |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 13,1000 | 336,0000 | 7,5000 | 25,0000 | 72,0000 | 930,0000 | 60,0000 | 66,8000 | 4,27465 |
| 2 | 13,8200 | 212,0000 | 5,0000 | 60,0000 | 61,0000 | 750,0000 | 45,0000 | 67,6000 | 3,99055 |
| 3 | 14,9700 | 435,0000 | 6,6000 | 80,0000 | 64,0000 | 940,0000 | 47,0000 | 67,0000 | 4,41448 |
| 4 | 14,4600 | 546,0000 | 5,0000 | 90,0000 | 58,0000 | 770,0000 | 54,0000 | 66,3000 | 4,26526 |
| 5 | 14,8700 | 509,0000 | 5,0000 | 70,0000 | 59,0000 | 850,0000 | 56,0000 | 65,5000 | 4,31450 |
| 6 | 13,7100 | 454,0000 | 5,3000 | 60,0000 | 60,0000 | 740,0000 | 47,0000 | 70,3000 | 4,13592 |
| 7 | 17,4100 | 663,0000 | 8,5000 | 40,0000 | 75,0000 | 1140,0000 | 53,0000 | 67,0000 | 4,80354 |
| 8 | 14,7900 | 773,0000 | 5,3000 | 60,0000 | 61,0000 | 990,0000 | 60,0000 | 66,3000 | 4,63968 |
| 9 | 13,7300 | 354,0000 | 6,0000 | 50,0000 | 69,0000 | 700,0000 | 45,0000 | 73,2000 | 4,12012 |
| 10 | 13,3600 | 615,0000 | 6,2000 | 50,0000 | 65,0000 | 930,0000 | 44,0000 | 70,3000 | 4,42204 |
| 11 | 13,1800 | 473,0000 | 6,5000 | 70,0000 | 65,0000 | 850,0000 | 44,0000 | 71,1000 | 4,32076 |
| 12 | 13,8900 | 330,0000 | 5,2000 | 60,0000 | 61,0000 | 850,0000 | 49,0000 | 68,3000 | 4,21957 |
| 13 | 14,3900 | 476,0000 | 4,5000 | 60,0000 | 58,0000 | 770,0000 | 47,0000 | 71,9000 | 4,24856 |
| 14 | 15,1700 | 383,0000 | 5,0000 | 30,0000 | 65,0000 | 960,0000 | 46,0000 | 68,1000 | 4,34676 |
| 15 | 14,9100 | 289,0000 | 6,3000 | 80,0000 | 63,0000 | 700,0000 | 51,0000 | 68,2000 | 4,07646 |
| 16 | 14,0300 | 310,0000 | 3,5000 | 75,0000 | 52,0000 | 720,0000 | 58,0000 | 70,8000 | 4,17753 |
| 17 | 14,5200 | 376,0000 | 5,0000 | 70,0000 | 59,0000 | 850,0000 | 52,0000 | 65,9000 | 4,23461 |
| 18 | 15,3500 | 482,0000 | 6,5000 | 60,0000 | 66,0000 | 850,0000 | 61,0000 | 66,8000 | 4,36790 |
| 19 | 15,7200 | 267,0000 | 4,7000 | 60,0000 | 58,0000 | 880,0000 | 67,0000 | 67,0000 | 4,36490 |
| 20 | 14,6200 | 253,0000 | 5,3000 | 80,0000 | 59,0000 | 830,0000 | 62,0000 | 68,8000 | 4,32390 |
| 21 | 14,8500 | 255,0000 | 8,5000 | 60,0000 | 72,0000 | 860,0000 | 59,0000 | 68,9000 | 4,31108 |
| 22 | 14,7700 | 328,0000 | 5,8000 | 60,0000 | 59,0000 | 800,0000 | 62,0000 | 69,8000 | 4,26724 |
| 23 | 14,4000 | 365,0000 | 6,0000 | 110,0000 | 60,0000 | 630,0000 | 45,0000 | 62,0000 | 3,87504 |
| 24 | 14,4800 | 654,0000 | 8,6000 | 70,0000 | 72,0000 | 980,0000 | 50,0000 | 64,7000 | 4,48979 |
| 25 | 16,1800 | 519,0000 | 8,0000 | 70,0000 | 71,0000 | 860,0000 | 54,0000 | 63,3000 | 4,31087 |
| 26 | 15,1600 | 559,0000 | 7,5000 | 60,0000 | 69,0000 | 940,0000 | 50,0000 | 65,7000 | 4,41285 |
| 27 | 15,5000 | 553,0000 | 6,7000 | 70,0000 | 66,0000 | 750,0000 | 54,0000 | 59,8000 | 4,06213 |
| 28 | 14,6500 | 611,0000 | 8,0000 | 70,0000 | 70,0000 | 950,0000 | 62,0000 | 61,1000 | 4,42967 |
| 29 | 14,2400 | 578,0000 | 6,5000 | 30,0000 | 64,0000 | 830,0000 | 59,0000 | 59,9000 | 4,06027 |
| 30 | 14,3900 | 455,0000 | 6,0000 | 90,0000 | 61,0000 | 770,0000 | 67,0000 | 57,1000 | 4,08707 |
| 31 | 14,7000 | 522,0000 | 4,5000 | 80,0000 | 56,0000 | 650,0000 | 62,0000 | 62,9000 | 4,03279 |
| 32 | 13,4400 | 470,0000 | 5,0000 | 90,0000 | 57,0000 | 740,0000 | 53,0000 | 66,7000 | 4,16288 |
| 33 | 14,6500 | 392,0000 | 5,0000 | 80,0000 | 58,0000 | 700,0000 | 59,0000 | 61,1000 | 3,98637 |
| 34 | 14,6900 | 654,0000 | 8,8000 | 40,0000 | 76,0000 | 710,0000 | 73,0000 | 61,4000 | 4,13205 |
| 35 | 14,4300 | 382,0000 | 7,3000 | 50,0000 | 67,0000 | 620,0000 | 47,0000 | 59,8000 | 3,66843 |
| 36 | 15,1100 | 464,0000 | 5,6000 | 90,0000 | 59,0000 | 650,0000 | 53,0000 | 62,7000 | 3,97619 |
| 37 | 15,3700 | 392,0000 | 3,7000 | 120,0000 | 49,0000 | 620,0000 | 64,0000 | 62,4000 | 4,04331 |
| 38 | 15,4900 | 338,0000 | 4,0000 | 130,0000 | 49,0000 | 580,0000 | 58,0000 | 57,6000 | 3,82973 |
| 39 | 14,7200 | 389,0000 | 3,5000 | 135,0000 | 45,0000 | 600,0000 | 69,0000 | 63,2000 | 4,07202 |
| 40 | 13,6000 | 538,0000 | 4,0000 | 110,0000 | 51,0000 | 650,0000 | 47,0000 | 61,8000 | 3,94400 |
| 41 | 14,4600 | 593,0000 | 7,5000 | 85,0000 | 68,0000 | 810,0000 | 48,0000 | 65,9000 | 4,28539 |
| 42 | 13,0000 | 628,0000 | 3,7000 | 80,0000 | 51,0000 | 800,0000 | 51,0000 | 64,1000 | 4,17817 |
| 43 | 13,9300 | 399,0000 | 8,5000 | 30,0000 | 76,0000 | 890,0000 | 45,0000 | 64,0000 | 4,10973 |
| 44 | 13,8800 | 320,0000 | 5,0000 | 50,0000 | 61,0000 | 930,0000 | 62,0000 | 63,2000 | 4,26711 |
| 45 | 14,1100 | 430,0000 | 6,5000 | 60,0000 | 66,0000 | 980,0000 | 50,0000 | 62,8000 | 4,32240 |
| 46 | 13,4000 | 560,0000 | 9,8000 | 50,0000 | 76,0000 | 950,0000 | 42,0000 | 63,2000 | 4,23006 |

Окончание табл. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| 47 | 14,4500 | 310,0000 | 3,5000 | 90,0000 | 50,0000 | 940,0000 | 58,0000 | 63,6000 | 4,34670 |
| 48 | 13,4000 | 376,0000 | 6,6000 | 30,0000 | 70,0000 | 960,0000 | 33,0000 | 64,2000 | 4,10962 |
| 49 | 16,2100 | 482,0000 | 3,7000 | 50,0000 | 56,0000 | 950,0000 | 58,0000 | 67,0000 | 4,47866 |
| 50 | 13,6700 | 267,0000 | 3,5000 | 70,0000 | 54,0000 | 920,0000 | 53,0000 | 67,0000 | 4,30283 |
| 51 | 15,1900 | 253,0000 | 4,5000 | 70,0000 | 56,0000 | 900,0000 | 49,0000 | 66,2000 | 4,24808 |
| 52 | 13,4300 | 390,0000 | 8,5000 | 50,0000 | 76,0000 | 850,0000 | 37,0000 | 64,6000 | 4,05671 |
| 53 | 14,2700 | 600,0000 | 10,5000 | 40,0000 | 80,0000 | 950,0000 | 32,0000 | 64,8000 | 4,21993 |
| 54 | 13,8400 | 392,0000 | 7,2000 | 20,0000 | 72,0000 | 920,0000 | 31,0000 | 61,0000 | 3,94730 |
| 55 | 13,9600 | 654,0000 | 8,0000 | 50,0000 | 72,0000 | 850,0000 | 43,0000 | 64,8000 | 4,20426 |
| 56 | 13,7000 | 382,0000 | 6,0000 | 60,0000 | 64,0000 | 840,0000 | 40,0000 | 63,4000 | 4,03954 |
| 57 | 12,8500 | 464,0000 | 10,0000 | 40,0000 | 79,0000 | 850,0000 | 53,0000 | 67,4000 | 4,20743 |
| 58 | 15,3900 | 392,0000 | 6,0000 | 60,0000 | 64,0000 | 950,0000 | 45,0000 | 63,2000 | 4,26915 |
| 59 | 14,6400 | 532,0000 | 6,5000 | 10,0000 | 72,0000 | 860,0000 | 57,0000 | 62,5000 | 4,14659 |
| 60 | 13,9400 | 490,0000 | 5,8000 | 30,0000 | 64,0000 | 950,0000 | 62,0000 | 64,0000 | 4,32678 |
| 61 | 13,7100 | 410,0000 | 8,0000 | 40,0000 | 73,0000 | 870,0000 | 39,0000 | 64,6000 | 4,07335 |
| 62 | 13,7400 | 310,0000 | 5,0000 | 50,0000 | 60,0000 | 890,0000 | 29,0000 | 63,4000 | 3,96982 |
| 63 | 16,4600 | 610,0000 | 6,8000 | 90,0000 | 66,0000 | 920,0000 | 44,0000 | 67,2000 | 4,51744 |
| 64 | 17,1400 | 660,0000 | 10,5000 | 20,0000 | 80,0000 | 890,0000 | 47,0000 | 67,8000 | 4,34993 |

Проверка значимости уравнения регрессии проведена по F-критерию Фишера. Для определения критического значения ($F_{\text{крит.}}$, вероятность = 0,05) использована функция MS Excel «FРАС-ПОБР». Расчетное значение $F_{\text{факт.}} > F_{\text{крит.}}$ (13,1785 > 2,08), полученное регрессионное уравнение является адекватным.

Сопоставление показателей хлебопекарных свойств (Y), полученных по регрессионной модели с результатами пробной выпечки ($Y_{\text{факт.}}$), показало их достаточно устойчивое совпадение по образцам – рисунок (приведен фрагмент таблицы).

| 1 | Название образцов | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | X_8 | Y (по уравнению) | $Y_{\text{факт.}}$ |
|----|-------------------|---------|----------|--------|---------|---------|-----------|---------|---------|------------------|--------------------|
| 2 | Тулунская 12 | 13,1000 | 336,0000 | 7,5000 | 25,0000 | 72,0000 | 930,0000 | 60,0000 | 66,8000 | 4,27465 | 4,30 |
| 3 | К 44-1 | 13,8200 | 212,0000 | 5,0000 | 60,0000 | 61,0000 | 750,0000 | 45,0000 | 67,6000 | 3,99055 | 4,10 |
| 4 | КС 16-64 | 14,9700 | 435,0000 | 6,6000 | 80,0000 | 64,0000 | 940,0000 | 47,0000 | 67,0000 | 4,41448 | 4,80 |
| 5 | КС 1529 | 14,4600 | 546,0000 | 5,0000 | 90,0000 | 58,0000 | 770,0000 | 54,0000 | 66,3000 | 4,26526 | 4,40 |
| 6 | КС 1649 | 14,8700 | 509,0000 | 5,0000 | 70,0000 | 59,0000 | 850,0000 | 56,0000 | 65,5000 | 4,31450 | 4,60 |
| 7 | Минуса | 13,7100 | 454,0000 | 5,3000 | 60,0000 | 60,0000 | 740,0000 | 47,0000 | 70,3000 | 4,13592 | 4,30 |
| 8 | К-54-1 | 17,4100 | 663,0000 | 8,5000 | 40,0000 | 75,0000 | 1140,0000 | 53,0000 | 67,0000 | 4,80354 | 5,00 |
| 9 | Кантегирская 89 | 14,7900 | 773,0000 | 5,3000 | 60,0000 | 61,0000 | 990,0000 | 60,0000 | 66,3000 | 4,63968 | 4,60 |
| 10 | Р 6-2 | 13,7300 | 354,0000 | 6,0000 | 50,0000 | 69,0000 | 700,0000 | 45,0000 | 73,2000 | 4,12012 | 3,90 |
| 11 | КС 1629 | 13,3600 | 615,0000 | 6,2000 | 50,0000 | 65,0000 | 930,0000 | 44,0000 | 70,3000 | 4,42204 | 4,70 |
| 12 | КС 1607 | 13,1800 | 473,0000 | 6,5000 | 70,0000 | 65,0000 | 850,0000 | 44,0000 | 71,1000 | 4,32076 | 4,40 |
| 13 | К 93-2 | 13,8900 | 330,0000 | 5,2000 | 60,0000 | 61,0000 | 850,0000 | 49,0000 | 68,3000 | 4,21957 | 4,20 |
| 14 | КС 93-3 | 14,3900 | 476,0000 | 4,5000 | 60,0000 | 58,0000 | 770,0000 | 47,0000 | 71,9000 | 4,24856 | 4,30 |
| 15 | К-92-2 | 15,1700 | 383,0000 | 5,0000 | 30,0000 | 65,0000 | 960,0000 | 46,0000 | 68,1000 | 4,34676 | 4,60 |
| 16 | К-65-2 | 14,9100 | 289,0000 | 6,3000 | 80,0000 | 63,0000 | 700,0000 | 51,0000 | 68,2000 | 4,07646 | 4,10 |
| 17 | Омская 33 | 14,0300 | 310,0000 | 3,5000 | 75,0000 | 52,0000 | 720,0000 | 58,0000 | 70,8000 | 4,17753 | 4,10 |
| 18 | КС 1703 | 14,5200 | 376,0000 | 5,0000 | 70,0000 | 59,0000 | 850,0000 | 52,0000 | 65,9000 | 4,23461 | 4,20 |
| 19 | КС 1706 | 15,3500 | 482,0000 | 6,5000 | 60,0000 | 66,0000 | 850,0000 | 61,0000 | 66,8000 | 4,36790 | 4,40 |
| 20 | КС 1719 | 15,7200 | 267,0000 | 4,7000 | 60,0000 | 58,0000 | 880,0000 | 67,0000 | 67,0000 | 4,36490 | 4,40 |
| 21 | КС 1117 | 14,6200 | 253,0000 | 5,3000 | 80,0000 | 59,0000 | 830,0000 | 62,0000 | 68,8000 | 4,32390 | 4,30 |
| 22 | КС 1717 | 14,8500 | 255,0000 | 8,5000 | 60,0000 | 72,0000 | 860,0000 | 59,0000 | 68,9000 | 4,31108 | 4,50 |

Сопоставление показателей технологических качеств зерна мягкой яровой пшеницы

Выводы. Приведенные нами данные показывают возможность применения регрессионных моделей для оценки хлебопекарных свойств пшеничной муки. А именно – упростить оценку хлебопекарных свойств возможно, заменив метод пробной выпечки, что особенно актуально на ранних стадиях селекции.

С помощью таких же расчётов можно математически просчитать показатели качества и по другим культурам с целью более объективной их оценки.

Таким образом, использование комплексных методов позволит более точно оценивать перспективный селекционный материал зерновых и зернобобовых культур, что, в свою очередь, позволит делать предварительный прогноз получения высококачественного зерна зерновых и зернобобовых культур.

Литература

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
2. Городов А.А., Городова Л.В., Плеханова Л.В. Моделирование показателей качества зерна пшеницы с помощью систем эконометрических уравнений // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 5.
3. Методические рекомендации по оценке качества зерна. – М.: Тип. ВАСХНИЛ, 1977. – 171 с.

4. Плеханова Л.В. Влияние агроэкологических факторов и генотипа сорта на формирование качества зерна мягкой яровой пшеницы в лесостепи Приенисейской Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 2009. – 140 с.
5. Формирование качества зерна мягкой яровой пшеницы в условиях Красноярского края / Л.В. Плеханова, А.И. Хохлова, В.В. Матюшев [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011. – 139 с.

Literatura

1. Ajvazjan S.A., Mhitarjan V.S. Prikladnaja statistika i osnovy jekonometriki. – M.: JuNITI, 1998. – 1022 s.
2. Gorodov A.A., Gorodova L.V., Plehanova L.V. Modelirovanie pokazatelej kachestva zerna pshenicy s pomoshh'ju sistem jekonometricheskikh uravnenij // Vestnik KrasGAU. – 2014. – № 5.
3. Metodicheskie rekomendacii po ocenke kachestva zerna. – M.: Tip. VASHNIL, 1977. – 171 s.
4. Plehanova L.V. Vlijanie agrojekologicheskikh faktorov i genotipa sorta na formirovanie kachestva zerna mjagkoj jarovoj pshenicy v lesostepi Prienisejskoj Sibiri: dis. ... kand. s.-h. nauk. – Krasnojarsk, 2009. – 140 s.
5. Formirovanie kachestva zerna mjagkoj jarovoj pshenicy v uslovijah Krasnojarskogo kraja / L.V. Plehanova, A.I. Hohlova, V.V. Matjushev [i dr.]; Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2011. – 139 s.

