

ӘОЖ 664.696.2/ 664.729
ГТАМР 65.01.77

АНТИОКСИДАНТТАР МӨЛШЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ НЕГІЗІНДЕ ЖҮГЕРІ ДӘНДЕРІНІҢ ӨНУ РЕЖИМДЕРІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ

Н.С. ЗӘУІРБЕКОВ¹, А.А. АСЫЛБЕКОВ¹, А.К. КОЗЫБАЕВ¹, Ж.С. НАБИЕВА¹

¹Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан)

E-mail: asilbek_k@mail.ru

Статистикалық өңдеу жүгері дәндерін өндіру нәтижелерін температура мен өндіру уақытына сәйкестендіріп, өнімнің биологиялық және тағамдық құндылығын арттыра отырып технологиялық процестерді оңтайландырудың параметрлерін математикалық сипаттап, ғылыми негіздеуге мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижелері 24°C температурасында өсіру кезінде антиоксидантты белсенділік 18 және 30°C-тан жоғары болғандығын көрсетеді. 24°C температурада, 5-ші күндегі барлық гибридтерде антиоксиданттар максималды белгіге жетеді. Зерттелген гибридтердің «Арман 689» жүгерінің бесінші күні 24 °C температурасында АО бақылаумен салыстырғанда 3,1 есеге (68%) артты. Сонымен қатар, «Тұран 480 СВ» гибридінде - 3,2 есеге (68,7% -ға), «Турген 5/87» гибридінде - 4,2 есеге (76% -ға) өсті. «Тұран 480 СВ» және «Турген 5/87» гибридтерімен салыстырғанда, «Арман 689» гибридінде АО мөлшері 1,3 және 1,03 есе, тиісінше 22,8 және 2,9% жоғары болды. Алынған нәтижелер бойынша математикалық әдіс арқылы жүгерінің өну моделі құрылды.

Негізгі сөздер: антиоксиданттар, модельдеу, компьютерлік модель, дәрумендер, қазақстандық жүгері гибридтері.

СТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕЖИМОВ ПРОРАЩИВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА АНТИОКСИДАНТОВ

Н.С. ЗАУРБЕКОВ¹, А.А. АСЫЛБЕКОВ¹, А.К. КОЗЫБАЕВ¹, Ж.С. НАБИЕВА¹

¹Алматынський технологический университет, Алматы, Казахстан)

E-mail: asilbek_k@mail.ru

Статистическая обработка экспериментальных исследований позволила научно обосновать и математически описать оптимизацию параметров технологического процесса при взаимном влиянии температуры и продолжительности проращивания на изменение биологической и пищевой ценности зерна кукурузы. Результаты исследований показали, что при температуре проращивания 24°C антиоксидантная активность показывает наибольший результат, чем при 18 и 30°C. При температуре проращивания 24°C все приведенные показатели на 5 сутки достигают максимальной отметки. Из исследованных гибридов при температуре 24°C на пятые сутки проращивания в кукурузе «Арман 689» повысилось ССА в 3,1 раза (на 68 %) по сравнению с контролем. При тех же условиях, в гибриде «Туран 480 СВ» ССА повысилось в 3,2 раза (на 68,7 %), в гибриде «Турген 5/87» - 4,2 раза (на 76 %). По сравнению с гибридами «Туран 480 СВ», «Турген 5/87» в гибриде «Арман 689» ССА выше в 1,3 и 1,03 раза, соответственно в 22,8 и 2,9 %. На основе полученных данных построена математическая модель, позволяющая оптимизировать режимы проращивания кукурузных гибридов.

Ключевые слова: антиоксиданты, моделирование, компьютерное моделирование, витамины, казахстанские гибриды кукурузы.

THE STRUCTURE OF THE MATHEMATICAL MODEL OF MAIZE GERMINATION REGIMES ON THE BASIS OF CHANGE OF THE QUANTITY OF ANTIOXIDANTS

N.S. ZAURBEKOV¹, A.A. ASSYLBEKOV¹, A.K. KOZYBAYEV¹, Zh.S. NABIYEVA¹

(¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: asilbek_k@mail.ru

Statistical processing of experimental studies allowed to scientifically substantiate and describe mathematically the optimization of the parameters of the technological process with the mutual influence of temperature and the duration of germination on the change in the biological and nutritional value of maize corn. The research results showed that at the germination temperature of 24 °C, antioxidant activity shows the highest result than at 18 and 30 °C. At a germination temperature of 24 °C, all of the above figures at day 5 reach the maximum mark. Of the studied hybrids, at a temperature of 24 °C on the fifth day of germination in "Arman 689" corn, the SSA increased by 3.1 times (68%) compared with the control. Under the same conditions, in the hybrid "Turan 480 SV", the SSA increased 3.2 times (by 68.7%), in the hybrid "Turgen 5/87" - 4.2 times (by 76%). Compared with the "Turan 480 CB" and "Turgen 5/87" hybrids, in the "Arman 689" hybrid, the SSA is 1.3 and 1.03 times higher, respectively, 22.8 and 2.9%. Based on the data obtained, mathematical model of germination of corn hybrids.

Keywords: antioxidants, modeling, computer modeling, vitamins, Kazakhstans corn hybrids.

Kipicne

Зертхана жағдайында зерттеу нәтижелерін жүргізу барысында өндіру температурасы 18-30⁰С екені анықталып отыр, ол жүгері дәндерінің пісуі мен жинауы кезіндегі атмосфералық ауаның көрсеткіштерімен бірдей болып отыр. Жүгеріні өңдеу күрделі және көп факторлы процесс болғандықтан, өндірудің оптималды режимдерін анықтау үшін ПФЭ-2ⁿматематикалық өңдеу жолы алынды. Бастапқы мәндерді жинау, алдын-ала анализ жасау және оларды негіздеу 2² типті моделде жүргізілді. Осы арқылы сапалық көрсеткіштерді анықтап олардың зерттеулерін математикалық моделде өңдеуге болатыны анықталды. Әдістемеге сәйкес өңдеу процесін оңтайландыру мақсатында тәжірбие жасалды. Ол жерде өзгеріске ұшырап отыратын температура X₁ 18-30 градус, ал биохимиялық жағдайларды бақылау үшін өндірудің ұзақтығы X₂ қарастырылды[1,2].

Зерттеу нысандары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде - «Арман 689», «Туран 480 СВ» және «Турген 5/87» гибридтері алынды.

Көрсеткіштер жүйесін жасау барысында технологиялық процесті оңтайландыратын екі факторға аса назар аударылды:

X₁-температура, °С; X₂-өндіру ұзақтығы, тәулік.

Тәжірбие нәтижесінде критерилердің 3 нәтижесі анықталды, оның әрқайсысы «Арман 689», «Туран 480 СВ» және «Турген 5/87» гибридтері үшін орташа мәнге келтірілген:

У₁, У₂, У₃-антиоксиданттардың құрамы, мг/100 г;

Нәтижелер және оларды талдау

Жоспарларудың математикалық талдау жасау барысында зерттеу белгілі жоспар бойынша жүрді.

«Арман 689», «Туран 480 СВ» және «Турген 5/87» гибридтеріне жүгеріні өндірудің температуралық режимдерін анықтауға зерттеулер жүргізілді, осы кезде олардың антиоксиданттық қасиеттері де бақыланып отырды. Үш гибридті әртүрлі өзгермелі температурада өсірді: 18,24 және 30⁰С-да 7 тәулік бойына. Төмендегі кестеде зерттеу нәтижелері келтірілген. Берілген кестеден көріп отырғанымыздай гибрид түріне және өндіру температурасына қарамастан АО массалық үлесі 5 тәулікте максималды мәнге ие болды. Ал, 5 тәуліктен соң олардың саны азайып кеттеді. Кестеде 1 өндіру режимдерінің антиоксиданттық белсенділікті өзгертуге әсері көрсетілген[3,4].

Кесте 1 - 18, 24, 30°C температурада 7 тәулік бойы өндірілген жүгері дәндерінің АО өзгеруінің динамикасы

| t, °C | Антиоксиданттардың мөлшері, мг/100 г, өндіру кезінде τ=1-7 тәулік | | | | | | | |
|------------------------|---|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| | Бақылау, өнбеген | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| «Турген 5/87» Гибридi | | | | | | | | |
| 18°C | 19,0 | 24,0 | 25,0 | 26,0 | 26,6 | 36,2 | 34,3 | 32,0 |
| 24°C | 19,0 | 24,3 | 30,9 | 52,5 | 65,1 | 79,9 | 76,7 | 74,8 |
| 30°C | 19,0 | 25,3 | 28,3 | 32,4 | 46,7 | 61,0 | 60,7 | 60,5 |
| «Туран 480 СВ» Гибридi | | | | | | | | |
| 18°C | 20,0 | 20,3 | 21,9 | 22,6 | 30,6 | 38,0 | 34,3 | 32,0 |
| 24°C | 20,0 | 21,5 | 29,9 | 39,5 | 60,0 | 63,9 | 62,1 | 60,3 |
| 30°C | 20,0 | 20,6 | 23,8 | 27,3 | 39,7 | 55,9 | 53,3 | 53,9 |
| «Арман 689» Гибридi | | | | | | | | |
| 18°C | 22,5 | 25,0 | 21,0 | 32,3 | 33,8 | 44,9 | 43,6 | 43,6 |
| 24°C | 22,5 | 28,34 | 31,89 | 33,0 | 80,4 | 82,3 | 81,4 | 80,6 |
| 30°C | 22,5 | 35,4 | 38,3 | 39,3 | 42,4 | 55,6 | 55,58 | 55,42 |

«Арман 689», «Туран 480 СВ» және «Турген 5/87» гибридтерін 7 тәулік бойына өндіру кезіндегі АО өзгеруінің өзгерістері бойынша, зерттеу нәтижелерінен 24°C температурада 18 және 30°C температурада өндіруге қарағанда антиоксиданттық белсенділігі жоғары екенін көріп отырмыз.

Нәтижелер бойынша 24°C температурада барлық көрсеткіштер 5 тәулікте максималды деңгейге жететіндігі байқалды. Зерттелген гибридтерден «Арман 689» жүгерілерінде бақылау мен салыстырғанда 24°C температурада АСК 3,1 есе (68 %) артты. Тура сол көрсеткіштерде «Туран 480 СВ» гибридінде АСК 3,2 есе (68,7 %) артты, ал «Турген 5/87» гибридінде 4,2 есе (76 %) артты. «Туран 480 СВ», «Турген 5/87» гибридтерімен салыстырғанда «Арман 689» гибридінде АСК 1,3 және 1,03 есе яғни 22,8 және 2,9 % артық. Өндіру нәтижесінде өңдеудің оптималды режимдерін $A_{изм}$ антиоксиданттардың ұлғаюы арқылы табу қажет болған. Жалпы ол теңдеуді былай жазуға болады:

$$A_{изм} = f(t, \tau) \quad (1)$$

Бұл жерде t- тәжірбие кезіндегі температура, °C; τ – тәжірбие ұзақтығы, тәулік ($\tau = 1-7$ тәулік). $A_{изм}$ бағытты түрде өзгеру процестеріне тәуелді деп есептесек, онда тәжірбиелік нәтижелерді регрессия теңдеуі ретінде қарастырамыз, ол кезде тек бағытты нәтиже емес сонымен қатар фактор аралық нәтижелердің көрсеткіштері де беріледі.

$$V = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 \quad (2)$$

Бұл жерде y – шығымның мәні (яғни $A_{изм}$); x_1, x_2 – фактор мәндерін кодтау;

b_0, b_1, b_2, b_{12} – регрессия теңдеуінің мәні, тәжірбиелік нәтижелерге қарай есептеледі.

Тәжірбиенің орталығы мына формула бойынша есептеледі:

$$u_j^0 = (u_j^+ + u_j^-) / 2 \quad (3)$$

Бұл жерде u_j^+, u_j^- – тәжірбиедегі максималды және минималды нәтижелердің мәндері (жоғарғы және төменгі мәндер). Өзгеріс интервалы

$$z_j = \frac{u_j^+ - u_j^-}{2} \quad (4)$$

Өлшемсіз (кодталған) мәндерде жоғарғы мән +1, төменгі мән -1 деп қарастырылады.

$$x_j^+ = \frac{u_j^+ - u_j^0}{z_j} = +1, x_j^- = \frac{u_j^- - u_j^0}{z_j} = -1 \quad (5)$$

Әр тәжірбиенің қайталануы 3 ретті ($m = 3$). Тәжірбиені кездейсоқ қайталау керек. Әр тәжірбиеден орташа мәнді есептейміз. \bar{y}_i .

$$\bar{y}_i = \frac{y_{i1} + y_{i2} + y_{i3}}{3} \quad (6)$$

Одан әрі қарай регрессия мәндерінің коэффициентін анықтаймыз:

а) бағытты мәндері

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ij} \bar{y}_i \quad (7)$$

Бұл жерде j – фактордың реттік нөмірі ($j = 1, 2$); N – эксперименттегі тәжірбие саны ($N = 4$); i – тәжірбие нөмірі ($i = 1 \dots 4$);

б) өзара әсерлесу эффектісі

$$b_{12} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{1i} x_{2i}) \bar{y}_i}{N} \quad (8)$$

в) бос мүше

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{y}_i}{N} \quad (9)$$

Одан әрі қарай алынған коэффициенттердің мәнділігін қарастырамыз, ол үшін дисперсиясын есептейміз:

а) әр тәжірбиеге

$$S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y}_i)^2}{m-1} \quad (10)$$

б) бүкіл эксперименттің орташа мәні

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_i^2}{N} \quad (11)$$

Соңғы мәнді дисперсия S_i^2 біртекті болса ғана қолдануға болады. Дисперсия қатарының біртектілігін Кохрен G арқылы тексереміз:

$$G = S_{i \max}^2 / \sum_{i=1}^N S_i^2 \quad (12)$$

Бұл жерде $S_{i \max}^2$ бағыттағы максималды дисперсия

Біртекті дисперсиялардағы бағытты G мәні кестедегі G табл = 0,768 мәнінен төмен болуы тиіс, бұл жердегі мәндер: m = 3, N = 4 және $\alpha = 5\% = 0,05$; (G кесте = 0,695, m=3, N = 5 және $\alpha = 5\% = 0,05$ болған кезде).

Регрессия теңдеуінің коэффициенттерінің мәнділігін келесі формуламен есептейміз [5,6]:

$$|b_i| = t_{kp} \sqrt{S^2} \quad (13)$$

Бұл жерде t_{kp} - Стьюдент критерийі, кесте арқылы анықталады.

Біздің жағдайда $\alpha = 0,05$ деп аламыз число, бос дәреже $v = N(m-1) = 4(3-1)=8$, сол кездет $_{kp} = 2,31$; ($t_{kp} = 2,23, v=10$ болған кезде).

Егер регрессия мәндерінде $t_{kp} \sqrt{S^2}$ мәнінен кем мәндер болатын болса онда оны ол қатардан алып тастау керек. Осы жолмен алынған регрессия мәндерін шынайылыққа тексеру қажет, яғни ол мәндер тәжірбие мәніне шынымен сәйкес па жоқ па соны анықтау керек. Регрессия теңдеуіне факторлар қатарын қоя отырып, есептік мәндерді табамыз.

Ары қарай расталмаған регрессия мәндерін есептейміз

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2}{N-N'} \quad (14)$$

Бұл жерде N' - регрессия коэффициенттерінің мәндік саны. Шынайылықты Фишер теңдеуімен анықтайды.

$$F = S_{ad}^2 / S^2 \quad (15)$$

Егер $F < F_{\text{табл}}$ онда теңдеу осы процесті шынайы есептейді десек ($F_{\text{табл}}$ мәндері кестеде келтірілген).

Төмендегі кестеде 2- N - N' тәуелді Фишер критерийі (мұнда m=3, N = 4 және $\alpha = 5\% = 0,05$) көрсетілген.

Кесте 2 - Регрессия коэффициентіне тәуелді Фишер критерийлері

| | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|
| N-N' | 1 | 2 | 3 | 4 |
| F _{табл} | 5,32 | 4,46 | 4,07 | 3,84 |

Регрессия теңдеуінің шынайылығы туралы гипотезаны келесі теңдеу болған кезде жоққа шығаруға болмайды:

$$b_0 - y_0 < t_{kp} \sqrt{S^2} \quad (16)$$

Егер олай болмаған жағдайда регрессия теңдеуін құрудың 2 ретіне көшуге тура келеді. Егер регрессия теңдеуі шынайы болса, онда факторлардың кодталған нағыз мәндерімен жұмыс жасауға болады, ондағы қолданылатын формула [7]:

$$x_j = \frac{u_j - u_j^0}{z_j} \quad (17)$$

Одан ары қарай регрессия теңдеуіне қарай көлемді график тұрғызу керек, онда қолданылатын осьтер y_i x_1 , x_2 және x_i , x_2 мәндеріне әсер ететін әр факторды бағалау қажет. Кестеден көріп ойранымыздай x_1 , x_2 жоғарғы, төменгі және орташа мәндегі (-1,1,0) көрсеткіштер антиоксиданттардың санына әсер етеді. Сонымен қатар ол өнген жүгері дәндерінің сұрпына да тікелей байланысты. Кестеде 3 тәжірбиені қою және жүргізу барысындағы регрессия теңдеуінің бос мүшесінің мәнін қолдану көрсетілген.

Кесте 3 - Тәжірбиені қою және жүргізу барысындағы регрессия теңдеуінің бос мүшесінің мәнін қолдану

| | | | |
|----------|--|----------|---------|
| N=5 | Model: $v_7 = b_0 + b_1 * v_1 + b_2 * v_2$ (Гибридтер бойынша) | | |
| | Dep. var: Орташа Loss: (OBS-PRED)**2 | | |
| | Final loss: 192,89418413 R=0,93234 Variance explained: 86,925% | | |
| | b0 | b1 | b2 |
| Estimate | 38,39619 | -12,2962 | -8,9129 |

| | | | |
|----------------|----------|----------|----------|
| standart error | 4,54612 | 4,461 | 4,5461 |
| t(2) | 8,44592 | -2,7048 | -1,9605 |
| -95% CL | 18,83580 | -31,8566 | -28,4732 |
| +95% CL | 57,95658 | 7,2642 | 10,6475 |
| p-value | 0,01373 | 0,1138 | 0,1890 |

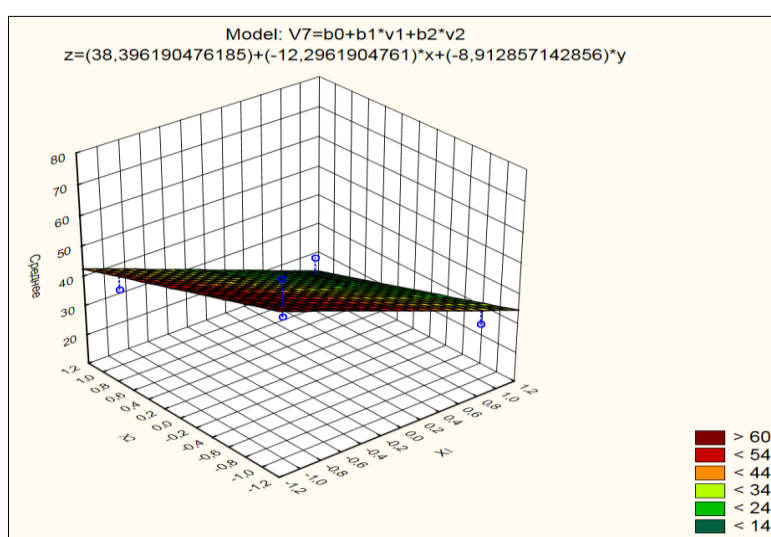
Ізделініп отырған регрессия мәні «Estimate» жолында көрсетіледі. Осы мәндерді ескере отырып келесі нәтижелерді аламыз

$$Y=38,39619-12,2962X_1-8,9129X_2 \quad (18)$$

(4,54612)(4,5461)(4,5461)

Олардың астында коэффициенттердің әрқайсысының стандартты қателігі келтірілген. Барлық регрессия коэффициенттері (18) өте мәнді (мәнділік деңгейі 0,05), оны «p-level»

жолағы дәлелдеп отыр, ол жерде тендеудің алынбаған мәндерінің мәнділік дәрежелері нөлге тең депгипотеза ретінде алынып отыр. Тендеуге сәйкес өндіру арысында антиоксиданттардың мәні 5 тәуліктен соң төмендейтіні белгілі болып отыр. Өндіру процесінің антиоксиданттардың шығымына әсерінің графикалық суреті 1 төмендегі суретте көрсетілген.



Сурет 1 - Өндіру процесінің антиоксиданттардың шығымына әсерінің STATISTICA бағдарламасындағы графикалық суреті

Қорытынды

Статистикалық өңдеу жүгері дәндерін өндіру нәтижелерін температура мен өндіру уақытына сәйкестендіру, антиоксиданттар санын өзгерту өнімнің биологиялық және тағамдық құндылығын арттыра отырып технологиялық процестерді оңтайландырудың параметрлерін математикалық сипаттап, ғылыми негіздеуге мүмкіндік берді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кизатова М.Ж., Набиева Ж.С., Ищанова И., Жарасқан Н. Түрлі дақыл дәндерін өндіру мерзімінің режимдерін анықтау //Вестник АТУ. – 2012.- №1. –С. 6-10.
2. Хасиев Х.Х., Кулажанов К.С., Витавская А.В., Абдели Д.Ж. «Живая» пицца и зерновой хлеб спасут население планеты.- Алматы:Асар ЛТД, 2012.-416 с.

3. Тнымбаева Б.Т. Өнген жүгері дәні негізінде нәрлілігі жоғары тағамдар технологиясын жетілдіру: дис. ... техн.ғыл.канд.: 05.18.01.- Алматы: Алматы технологиялық университеті, 2010.- 113 с.
4. Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом //Химия растительного сырья.- 2010.- №2.- С. 91–97.
5. Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: учеб. пособие - Финансы и статистика, 2002.-368 с.
6. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Филин, 1998. – 608 с.
7. Бешенков С.А., Ракитина Е.А. Моделирование и формализация. Методическое пособие.- М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002-336 с.