

УДК 663.316.004.12:664.8.037.1

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.28>

МАТЕМАТИЧНА ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИМИ ТА ФІЗИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ЯБЛУК І ВИХОДОМ СОКУ

Новак Л.Л. – к.с.-г.н., доцент кафедри технології, зберігання і переробки зерна,
Уманський національний університет садівництва

Ткаченко Г.В. – доцент кафедри технології, зберігання і переробки зерна,
Уманський національний університет садівництва

В Україні яблуня є лідером серед плодівих культур за площею насаджень, рівнем валового збору плодів та обсягами реалізованої продукції, що зумовлено унікальною адаптивною спроможністю культури, розмаїттям її господарсько-цінних ознак, традиціями населення, дієтичними та лікувально-профілактичними властивостями плодів.

Головними ознаками перспективності нових сортів для споживання у свіжому вигляді та виробництва соку є їх товарність, біохімічний склад, фізичні показники, смакові властивості, анатомічна будова та лежкоздатність.

Величезна різноманітність біологічного світу вимагає для одержання достовірних результатів проведення масових спостережень. Достовірні висновки при вивченні біологічних об'єктів може дати лише аналіз досить значної кількості результатів окремих спостережень. Кожна ознака, будь-яка особливість організму, формується в онтогенезі під впливом безлічі залежних і незалежних факторів, які в безмежній кількості своїх комбінацій відповідно надають безмежну кількість індивідуальних особливостей конкретних біологічних об'єктів.

Застосування методу кореляційних плеяд є можливість об'єктивно відділити суттєві зв'язки від несуттєвих, об'єктивно розмістити ознаки за ступенем їх значущості та визначити структури взаємозв'язків в середині будь-якого комплексу ознак.

Дослідження проводили в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна. Для проведення досліджень використовували плоди яблуні ранньозимових сортів Гала (контроль), Еліоф, Чемпіон, зимових Голден Делішес (контроль), Мантуанер, Мутсу, Джонавелд, Вільмута, Мелроуз, Флоріна, Глостер та пізньозимових Аїдаред (контроль), Фуджі, Гранні Сміт, що вирощені в дослідному саду Уманського національного університету садівництва. В плодах визначали середню масу, об'єм, щільність тканин, густину та вихід соку з них.

Ознакою індикатором, що має найтісніший кореляційний зв'язок з структурно-механічними та фізичними властивостями плодів є їх фізична густина. Вихід соку з плодів прямо залежить від їх фізичної густини ($r = 0,71$), обернено пропорційний середній масі ($r = -0,60$) та об'єму плодів ($r = -0,60$).

Ключові слова: яблука, технологічні властивості, кореляційний зв'язок, вихід соку.

Novak L.L., Tkachenko H.V. Mathematical relation between structural-mechanical and physical properties of apples and output of juice

Apple is a leader among fruits in Ukraine according to the planted areas, the level of gross harvest of fruits and the volumes of sales, which is caused by the adaptive ability of the plant, variety of its economically valuable properties, traditions of the population, dietary, therapeutic and preventive properties of these fruits.

Their marketability, biochemical composition, physical indicators, flavor properties, anatomic structure and storage properties are the key signs of their perspective for the fresh consumption and production of juice.

A vast variety of the biological world requires conducting mass observations to obtain trustworthy results.

Only the analysis of quite a large amount of results of separate observations may give valid outcomes while studying biological objects.

Every feature, any property of an organism is formed in ontogenesis under the influence of abundance of dependent and independent factors that in unlimited number of their combinations give unlimited number of individual properties of particular biological objects correspondingly.

The application of the correlation pleiads method allows us to separate essential correlations from insignificant ones, to objectively rank the properties according to the level of their importance and to determine the structure of interrelations inside any set of features.

The experiment was conducted in the laboratory of the Department of Technology of Grain Storage and Processing.

The following early winter varieties of apple were used in the experiment such as Gala (control), Elshof, Champion, winter varieties Golden Delicious (control), Mountaineer, Mutsu, Jonaveld, Wilmuta, Melrose, Florina, Gloster and late-winter varieties Idared (control), Fuji, Granny Smith that were grown in the experimental garden of Uman National University of Horticulture.

Average mass, volume, tissue density, juice density, and juice output were determined in the fruits.

Indicator sign that has the closest correlation relationship with structural-mechanical and physical properties of fruits is their physical density. Juice output from fruits depends directly on their physical density ($r=0.71$), and is inversely related to average weight ($r=-0.60$) and the volume of fruits ($r=-0.60$).

Key words: *apples, technological properties, correlation relationship, juice output.*

Постановка проблеми. Яблуня є лідером серед плодкових культур в Україні за площею насаджень, рівнем валового збору плодів та обсягами реалізованої продукції, що зумовлено унікальною адаптивною спроможністю культури, розмаїттям її господарсько-цінних ознак, традиціями населення, дієтичними та лікувально-профілактичними властивостями плодів. Державна програма відродження садівництва передбачає збільшення площі інтенсивних садів за рахунок сортів, котрі забезпечують вирощування конкурентоспроможної продукції. На думку Т.Є. Кондратенко [3], для виконання цієї умови необхідно всебічне вивчення великої кількості сортименту плодів яблуні і виділення тих, що максимально володіють комплексом господарсько цінних ознак.

Головними ознаками перспективності нових сортів для споживання в свіжому вигляді та виробництва соку є їх товарність, біохімічний склад, фізичні показники, смакові властивості, анатомічна будова та лежкоздатність.

Величезна різноманітність біологічного світу вимагає для одержання достовірних результатів проведення масових спостережень. Достовірні висновки при вивченні біологічних об'єктів може дати лише аналіз значної кількості результатів окремих спостережень. Кожна ознака, будь-яка особливість організму, формується в онтогенезі під впливом безлічі залежних і незалежних факторів, які в безмежній кількості своїх комбінацій відповідно надають безмежну кількість індивідуальних особливостей конкретних біологічних об'єктів.

Нині при біометричних дослідженнях та аналізі емпіричних даних широко застосовуються методи варіаційної статистики. Зокрема основи побудови варіаційних рядів, властивості генеральної і часткової сукупності величин, закони розподілу варіантів. Велике значення мають кореляційний та регресивний аналіз даних емпіричних спостережень [2].

Застосування методу кореляційних плеяд є можливість об'єктивно відділити суттєві зв'язки від несуттєвих, об'єктивно розмістити ознаки за ступенем їх значущості та визначити структури взаємозв'язків в середині будь-якого комплексу ознак.

П.В. Терентьевим [6] сформульовано правило оптимуму, за яким оптимальним середовищем слід вважати те, в якому кореляція мінливості рослинного організму з погодними умовами дорівнює нулю.

Основою вказаного методу є зв'язок ознак між собою не хаотично, а групами. Ознаки, що входять в одну групу сильніше зв'язані між собою, ніж із ознаками інших груп. У межах кожної групи є ознака – індикатор, що сильніше пов'язана із іншими ознаками своєї групи. П.В. Терентьев [6] позначив це явище терміном «кореляційна плеяда».

Постановка завдання. Метою досліджень було встановлення залежності виходу соку з яблук сортів, від структурно-механічних та фізичних властивостей плодів.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна. Для проведення досліджень використовували плоди яблуні ранньозимових сортів Гала (контроль), Елшоф, Чемпіон, зимових Голден Делішес (контроль), Мантуанер, Мутсу, Джонавелд, Вілмута, Мелроуз, Флоріна, Глостер і пізньозимових Айдаред (контроль), Фуджі, Гранні Сміт, що вирощені в дослідному саду Уманського національного університету садівництва. У плодах визначали середню масу [5], об'єм [5], щільність тканин [4], густину [5] та вихід соку з них [4]. Кореляційний аналіз виконано статистичними методами на персональному комп'ютері за допомогою програм Excel 2003 та Statistica [1].

Для побудови кореляційних плеяд використовували таку послідовність:

1) за допомогою сучасних комп'ютерних програм здійснювали розрахунок коефіцієнтів множинних кореляцій між ознаками за певної кількості зв'язків, число яких встановлювали за формулою: $C = N(N-1) / 2$, де: C – число зв'язків; N – число ознак;

2) будували кореляційні матриці залежностей, у яких виділяли коефіцієнти кореляції, що є достовірними на довірчому рівні ймовірності $< 0,05$;

3) будували кореляційні кільця, що визначали первинні центри зв'язків;

4) на основі біологічного тлумачення змісту зв'язків здійснювали побудову кореляційної плеяди згідно певного геометричного типу та виконували їх аналіз.

Ступінь залежності виходу соку визначали за наступними показниками: CM – середня маса плоду, г; OB – об'єм, cm^3 ; $ФГ$ – фізична густина, $г/cm^3$; $ЩМ$ – щільність м'якуша, $кг/cm^2$; $МК$ – м'якоть, %; $ШК$ – шкірка, %; BC – вихід соку, %.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати структурно-механічних, фізичних властивостей і виходу соку з яблук наведено в таблиці. Аналіз кореляційного зв'язку між окремими ознаками показав (рис.), що головною ознакою індикатором є $ФГ$ (фізична густина плодів), що прямо корелювала з виходом соку BC ($r = 0,71$) і вмістом м'якоті $МК$ ($r = 0,57$). Водночас встановлено обернений кореляційних зв'язок вказаного вище показника ($ФГ$) з щільністю м'якуша плодів ($ЩМ$) ($r = -0,71$), вмістом шкірки в плодах ($ШК$) ($r = -0,62$), середньою масою плодів (CM) ($r = -0,79$) та їх об'ємом (OB) ($r = -0,83$).

Сильну залежність мали зв'язки середньої маси плодів (CM) з їх об'ємом (OB) – $r = 0,99$ та середньої сили обернений кореляційний зв'язок цього показника (CM) з виходом соку (BC) – ($r = -0,60$). Крім того вихід соку (BC) має середній обернений кореляційний зв'язок з об'ємом плодів (OB) ($r = -0,60$).

Одним із показників якості плодів є щільність м'якуша, яка має прямий сильний кореляційний зв'язок з вмістом шкірки ($ШК$) ($r = 0,60$) та обернений з вмістом м'якоті ($МК$) ($r = -0,63$). Між вмістом м'якоті та шкірки в плодах існує непрямий сильний зв'язок ($r = -0,97$).

Висновки і пропозиції. Ознакою індикатором, що має найтісніший кореляційний зв'язок зі структурно-механічними та фізичними властивостями плодів, є їх фізична густина ($ФГ$). Вихід соку із плодів прямо залежить від їх фізичної густини ($r = 0,71$), обернено пропорційний середній масі ($r = -0,60$) та об'єму плодів ($r = -0,60$).

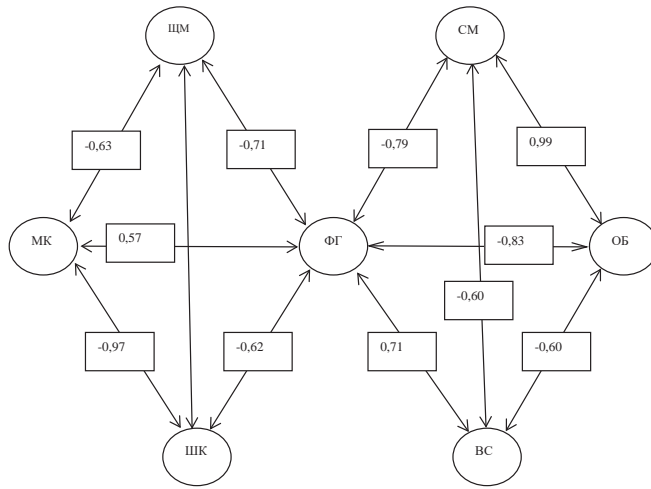


Рис. 1. Кореляційна плеяда, залежності між структурно-механічними та фізичними властивостями яблук і виходом соку

Таблиця 1

Вихід соку залежно від структурно-механічних і фізичних властивостей яблук різних сортів

Сорт	маса плоду	м'якоть	шкірка	фізична густина	щільність м'якуша	об'єм	вихід соку
	г	%	%	г/см ³	кг/см ³	см ³	%
Ранньозимові сорти							
Гала (к)	141	86,7	11,7	0,91	7,1	129,3	67,4
Елшоф	135	86,9	11,9	0,92	6,0	155,1	63,5
Чемпіон	120	83,6	14,2	0,89	6,0	154,7	65,8
Зимові сорти							
Голден Делішес (к)	168	80,9	17,0	0,82	8,1	187,6	64,2
Мантуанер	145	84,6	13,1	0,77	7,8	183,8	60,5
Мутсу	200	79,3	19,3	0,72	9,8	350,9	61,2
Джонавелд	192	81,9	16,4	0,78	7,8	211,6	63,0
Вілмута	227	84,4	14,1	0,79	7,9	226,3	63,2
Мелроуз	179	80,8	17,5	0,74	8,0	280,4	62,1
Флоріна	110	82,7	14,4	0,91	8,4	118,2	65,3
Глостер	250	84,8	13,7	0,71	9,1	350,1	61,4
Пізньюзимові сорти							
Айдаред (к)	160	81,9	16,0	0,81	8,1	162,9	66,3
Фуджі	172	79,8	18,4	0,74	10,2	202,2	59,3
Гранні Сміт	165	82,1	15,3	0,77	10,5	207,7	65,4
НІР ₀₅	4,4	0,2	0,2	0,02	0,6	4,4	0,2

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Боровиков В.П., Боровиков И.П. *Statistica. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows*. Москва : Информационно-издательский дом «Филинь», 1997. 608 с.
2. Калінін М.І., Єлісеєв В. В. Біометрія : підручник. Миколаїв : Вид-во МФ НаУКМА, 2000. 204 с.
3. Кондратенко Т.Є. Основи формування промислового сортименту яблуні в Україні : автореф. дис. ... докт. с.-г. наук. Київ : 06.01.07. 2002. 38 с.
4. Найченко В.М. Заморська І.Л. *Технологія зберігання і переробки плодів та овочів* : навчальний посібник Умань : Сочінський, 2010. 327 с.
5. Лобанов Г.А., Заец В.К., Степанов С.Н. и др. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск, 1973. 495 с.
6. Терентьев П.В. Дальнейшее развитие метода корреляционных плеяд. *Применение математических методов в биологии*. Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1960. С. 27–36.