

УДК 633.521:631.172

Лімонт А., канд. техн. наук (Житомир. нац. агроеколог. ун-т)

## Статистичне оцінювання погодних умов льонозбирального періоду на Поліссі України

Визначено ймовірність випадання опадів кожного дня льонозбирального періоду і досліджено зміну декадної кількості опадів залежно від кількості дощових днів впродовж декади. Наведено модельні лінії регресії тривалості дощових днів за тривалістю бездощових і навпаки.

**Ключові слова:** льон-довгунець, збирання, погода, дощ, дні, кількість, розподіл, треста, солома, вологість, вилежування.

**Суть проблеми.** В країнах Західної і Східної Європи і тих, що утворилися на теренах колишнього Радянського Союзу, використовують кілька способів переробки лляної соломи, серед яких поширені два – росяне і теплове мочіння соломи [1]. В умовах загострення екологічної ситуації і дефіциту енергоносіїв найбільш прийнятним з усіх способів обробки соломи є приготування трести росяним мочінням. Росяне мочіння екологічно безпечніше та найменш енерговитратне, а тому економічно доцільне. За такого мочіння відпадає потреба в тепловій та електричній енергії, воді та очищенні стоків [2]. Проте приготування трести росяним мочінням, за свідченнями науковців і практиків-льонарів, повністю залежить від погодних умов. Вважають, що основними факторами, які сприяють росяному мочінню, є світло, тепло і волога. У цьому дослідженні зроблено спробу з'ясувати деякі з питань проблеми приготування трести росяним мочінням шляхом оцінювання окремих факторів метеорологічних умов льонозбирального періоду.

**Аналіз останніх досліджень та повідомлень.** За багаторічними даними, в Житомирській області брання льону-довгунця розпочинають в перших числах липня, і воно триває у ряді випадків 60 і більше днів [3]. Проте основну частину льону-довгунця беруть у третій декаді липня, що до деякої міри збігається з середніми багаторічними строками настання ранньої жовтої стиглості насіння льону на Житомирщині. Вважають [4], що одним з кращих періодів приготування трести росяним мочінням є серпень. Тому доцільним буде охарактеризувати погодні умови, що складаються впродовж

липня і серпня, як основних місяців льонозбирального періоду в Поліссі України.

В досліджах [5] зі штучним росяним мочінням за температури 18-20 °С та сприятливих умов вологості, але без дії сонячного світла і сонячних променів одержані нижчі показники з якості волокна, ніж за природного росяного мочіння. Сонячні промені сприяють відбілюванню стебел, а сонячне світло, діючи на волокно, облагороджує його, надаючи йому білизни і блиску [6].

Температурний стан стрічок розстеленої соломи за приготування трести росяним мочінням вивчав Н.Г. Коренський [7], а в праці [8] досліджено температуру на поверхні розстелених стрічок соломи і під ними з урахуванням щільності стрічок.

На сухій льоносоломі плісняві гриби, що сприяють вилежуванню трести, за росяного мочіння соломи не розвиваються. Для належного вилежування льоносолома повинна бути весь час вологою [6]. Одним із джерел зволоження соломи при її росяному мочінні є атмосферні опади.

За спостереженнями [9], на льонищі у дощову погоду процес вилежування свіжовибраної соломи проходить дуже повільно і надто нерівномірно. На початку росяного мочіння відбувається сушіння і відмирання свіжовибраних стебел, і в цей період погода має бути бездощова і суха [7]. Проте суху погоду впродовж усього процесу вилежування Н.Г. Коренський [7] вважає такою, що несприятлива для росяного мочіння, сприятливою ж є погода, за якої опади випадають рівномірно.

З досліджень Л.М. Клятиса [10] видно, що в умовах сухого року різниця вологості коробочок льону за товщи-

ною стрічки зі щільністю 1700 шт./м була незначною вже на другий день сушіння. У більш вологому році за вихідної вологості соломи 60% процес сушіння тривав 6-7 днів, і кінцева вологість соломи становила близько 12%.

В.М. Любарський [11], спостерігаючи за тривалістю сушіння соломи в стрічках розстеленого льону, так розрізняв погодні умови збирального періоду: умови, за яких середня температура повітря та його відносна вологість становили відповідно 18,3 °C і 75%, за яких вологість соломи в стрічці знизилася від 68 до 35% впродовж 8 год, охарактеризовані як сприятливі; умови із середньою температурою і відносною вологістю повітря відповідно 12,7 °C і 79% та кількістю опадів 10,5 мм, за яких солома в стрічці до вологості 35% висохла за 71 год, віднесені до несприятливих.

М.М. Боярченкова вказує [12], що процес приготування трести на льонищі повністю залежить від погодних умов та відмічає [13] наступне. Якщо у перші 7-14 днів після брання льону була суха і досить жарка погода, а опадів випало у 2-2,5 рази менше норми, то вологість стебел в стрічці вже на четверту-шосту добу знижувалася на 8-15%. Іншого року після брання льону пішли дощі і на сьому добу встановилася добра погода. Через дві доби після цього абсолютна вологість нижнього шару стебел в стрічці знизилася на 2-33,9%. В тонких стрічках з нормою розстилання до 4 т/га за відсутності дощів стебла просяхають через 4-6 діб. За дощової погоди вибрані стебла намокають і можуть покриватися пліснявою, що швидко розвивається, спричинюючи псування стебел.

І.І. Піуновський [14] і його співавтори високу температуру (30-34 °C) і низьку відносну вологість (35-40%) повітря, що спостерігалися в один з років дослідження, охарактеризували як несприятливі умови для вилежування льону. Надто волога і холодна погода другого року досліджень також виявилася несприятливою для вилежування соломи в тресту, оскільки за таких умов на стеблах незадовільно розвиваються мікроорганізми і свіжовибрана солома не є належним середовищем для живлення мікроорганізмів. Умови третього року були сприятливими для вилежування трести, оскільки сонячні дні чергувалися з дощовими і осереднена за днями максимальна температура повітря була близькою до 20 °C, а відносна вологість повітря становила 75%. Оцінним показником умов приготування трести була тривалість вилежування, яка коливалася в межах 18 днів, 18-28 днів, 16-31, 32-39, 31-53 та 34-59 днів залежно від щільності стрічок розстеленої соломи, місця приготування трести та інших чинників.

А.А. Шушкін [15], вивчаючи приготування трести росяним мочінням впродовж відповідного періоду, вказував на погодні умови, за яких у першу декаду вилежування було 8 дощових днів і випало 26,6 мм опадів, у другу – за 7 дощових днів випало 21 мм опадів, третю – за 8 дощових днів випало 55,2 мм опадів і впродовж наступної декади за дев'ять дощових днів випало 34,7 мм опадів. За А.А. Шушкіним, такі умови з урахуванням середньодобових температур повітря впродовж декад (відповідно 17,9 °C; 9,4; 14,5 і 14,0 °C) слід вважати досить сприятливими для росяного мочіння.

Отже, дослідники [7, 14] та ін. науковці вважають, що сприятливою для росяного мочіння є погода, за якої сонячні дні чергуються з дощовими, а опади випадають рівномірно. Проте кількісної оцінки чи характеристики, яка б визначала рівномірність опадів або з'ясовувала б чергування погожих і дощових днів, у цитованих працях та інших публікаціях не знайдено. Відсутня інформація і про можливу ймовірність випа-

дання опадів впродовж льонозбирального періоду та оцінювання числа дощових днів впродовж відповідних декад місяців льонозбирального періоду і декадної кількості опадів впродовж цього ж періоду.

**Мета дослідження** полягає в ймовірнісно-статистичному оцінюванні погодних умов періоду брання льону-довгунця, розстилання соломи в стрічку, приготування трести, її піднімання і пакування в рулони та навантажування і транспортування до місць зберігання чи переробних пунктів.

**Завдання дослідження:** 1) визначити ймовірність випадання опадів в кожен з днів передбачуваного льонозбирального періоду, 2) побудувати розподіли числа дощових днів впродовж декади і декадної кількості опадів та охарактеризувати зв'язок між цими ознаками; 3) сформулювати статистичні розподіли тривалостей дощових і бездощових днів в льонозбиральний період і опрацювати відповідний двомірний варіаційний ряд; 4) з'ясувати модельні лінії регресії тривалості дощових днів на тривалість бездощових і навпаки.

**Об'єкт і методика дослідження.** Об'єктом дослідження були погодні умови, що визначають і супроводжують технологічний процес приготування льонотрести росяним мочінням. Вихідні дані для оцінювання погодних умов льонозбирального періоду вибирали з первинних матеріалів їх обліку Коростенською метеостанцією впродовж 43-46 років, починаючи з 1930 р. Тривалість льонозбирального періоду оцінювали з використанням відповідних форм статистичної звітності льонозбиральних підприємств Житомирської області за роки інтенсивного виробництва льону-довгунця. Ймовірність опадів кожного дня визначали як частку від ділення числа років, коли йшов дощ (кожної з календарних дат), на загальну кількість аналізованих років. За ці ж досліджувані роки для серпня в розрізі кожної з трьох декад визначали число дощових днів і декадну кількість опадів, що випадали в кожну з таких декад. Таким чином було сформовано двомірний варіаційний ряд, в якому за факторіальну ознаку прийнято число дощових днів впродовж декади, а за результативну – декадну кількість опадів.

Ймовірно можливу черговість дощових та бездощових днів і навпаки з'ясовували таким чином. За серпень кожного з років від 1930 по 1975 спочатку рахували тривалість днів без опадів (інколи за деякі роки в цю тривалість днів потрапляли останні дні липня), а потім, коли починали йти дощі – рахували тривалість дощових днів. Це була перша пара цифр відповідного майбутнього двомірного варіаційного ряду. Потім, коли закінчувалися дощові дні, знову лічили тривалість днів без опадів, після чого знову ж таки рахували тривалість днів з опадами і т. д. За 43 роки таким чином було сформовано двомірний варіаційний ряд, який включав 228 пар тривалостей днів без опадів з відповідною їм парою, що включала тривалість днів з опадами.

Обробка зібраних статистичних даних здійснена з використанням літературних джерел [16, 17, 18] та стандартних комп'ютерних програм.

**Результати досліджень.** На рис. 1 наведено діаграму ймовірностей випадання опадів (дощу) кожного дня льонозбирального періоду. Розрахунки показали, що розмах варіювання цих ймовірностей коливався в межах 0,25-0,61 і був визначений на підставі аналізу погодних умов за 44 роки. Визначені ймовірності є невеликими і можна вважати, що в процесі приготування трести росяним мочінням солома буде переважно знаходитися у зволоженому стані, за якого інтенсифікується її вилежування. Проте за роздільного збирання

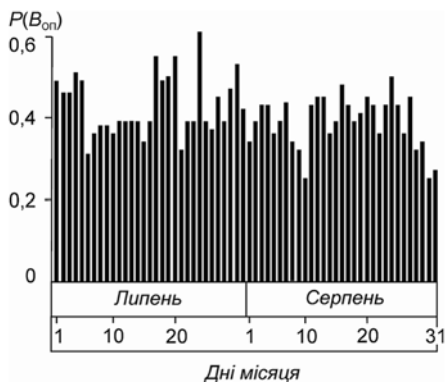


Рис. 1 – Діаграма ймовірностей випадання опадів впродовж льонозбирального періоду

На підставі вивчення погодних умов впродовж 46 років визначили в розрізі декад у серпні число дощових днів  $n_{\text{дд}}$  і відповідно до цього числа фіксували кількість опадів (декадну кількість опадів  $O_{\text{дк}}$ ). Таким чином отримали 131 пару досліджуваних ознак, що становило розмір статистичної вибірки і відповідало такій же кількості обстежених декад. Із загальної кількості обстежених декад (138) лише у семи не було опадів, і відповідно у ці декади  $n_{\text{дд}} = 0$  та  $O_{\text{дк}} = 0$ . Розмах варіювання числа дощових днів в декаду становив 1-10 днів за середнього арифметичного значення 4,2 та середнього квадратичного відхилення 2,1 і коефіцієнта варіації 50%.

Для подальших аналізів і висновків із виконаного обстеження прийняли, що середнє арифметичне число дощових днів в декаду становило чотири дні, а середнє квадратичне відхилення дорівнювало двом дням.

Розмах варіювання декадної кількості опадів становив 0,1-143 мм за середнього арифметичного значення 28,2 мм та середнього квадратичного відхилення 27,8 мм і коефіцієнта варіації 98,6%. Максимальна декадна кількість опадів 143 мм була відмічена у третю декаду серпня 1958 р., коли дощі йшли від 21 по 30 серпня, а 31 серпня було недощовим. Полігони розподілів числа дощових днів впродовж декади та декадної кількості опадів наведені на рис. 2.

Довгі вітки кривих розподілу зрушені в зону збільшення значень відповідних ознак і є свідченням додат-

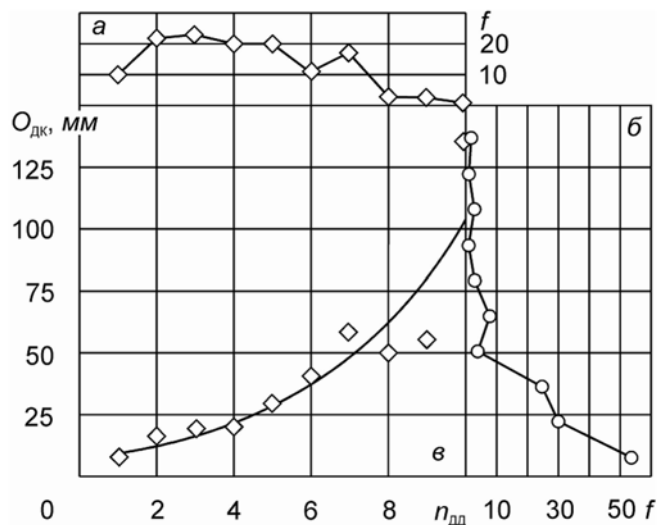


Рис. 2 – Полігони розподілів числа дощових днів впродовж декади  $n_{\text{дд}}$  (а) і декадної кількості опадів  $O_{\text{дк}}$  (б) та зміна (в)  $O_{\text{дк}}$  залежно від  $n_{\text{дд}}$

в и п а д а н н я дощів у ряді випадків призводить до проростання насіння в стрічках необчесаних стебел льону-довгунця, які залишаються необмолоченими до вилежування соломи в тресту і спричинюють втрату більш як четвертої частини врожаю насіння [3].

ної асиметрії. Так, показник асиметрії емпіричного розподілу числа дощових днів впродовж декади становив плюс 0,40, а відношення цього показника до його помилки дорівнювало 1,87. Пологість розподілу числа дощових днів оцінюється від'ємним показником ексцесу, що дорівнює мінус 0,56, за відношення цього показника до своєї помилки, яке становить 1,31. Можна вважати, що досліджуваний розподіл наближається до розподілу Пуассона.

Розподіл декадної кількості опадів мав додатні асиметрію і ексцес, які оцінюються показниками відповідно 1,92 і 3,72. Відношення цих показників до своїх помилок становили відповідно 8,97 і 8,69. Отже, цей розподіл сильноасиметричний та сильноексцесивний і за значенням розрахованого коефіцієнта варіації його слід вважати експоненціальним [16].

Між декадною кількістю опадів і числом дощових днів впродовж декади виявлено додатний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,584 за кореляційного відношення декадної кількості опадів за числом дощових днів впродовж декади 0,651. У разі вирівнювання за прямою з додатним кутовим коефіцієнтом за значенням цього коефіцієнта опосередковано можна констатувати, що з підвищенням числа дощових днів в декаду в досліджуваних межах на одиницю (один день) декадна кількість опадів зростає на 10,4 мм. Характер зміни декадної кількості опадів залежно від числа дощових днів впродовж декади наведено на рис. 2, в. З рисунка видно, що в межах зміни числа дощових днів впродовж декади від 1 до 5 декадна кількість опадів зростає майже за прямолінійною залежністю, а з подальшим збільшенням числа дощових днів до 10 декадна кількість опадів зростає інтенсивніше. За значенням коефіцієнта детермінації, який дорівнює 0,424, можна стверджувати, що варіація декадної кількості опадів на 42% причинно зумовлена зміною числа дощових днів впродовж декади.

Розмах варіювання тривалості бездощових днів у серпні становив 1-17, середнє арифметичне значення і середнє квадратичне відхилення відповідно – 3,4 і 2,8, а коефіцієнт варіації – 82,3%. Розмах варіювання тривалості дощових днів становив 1-10 днів, а середнє арифметичне значення і середнє квадратичне відхилення відповідно – 2,3 і 1,4 дня, а коефіцієнт варіації – 60,9%. Розподіли тривалості днів бездощових і тривалості дощових днів мають додатні асиметрію і ексцес, тобто довгі вітки розподілів зрушені в бік збільшених тривалостей днів. Для розподілу тривалості бездощових днів показник асиметрії дорівнює 1,84, а ексцесу – 2,94 за відношення цих показників до своїх помилок, що дорівнюють відповідно 11,36 і 9,07. Для розподілу тривалості дощових днів показники асиметрії і ексцесу дорівнюють відповідно 1,92 і 3,86 за відношень цих показників до своїх помилок, що дорівнюють 11,85 і 11,91. З наведених чисельних значень розрахованих показників видно, що досліджувані розподіли сильноасиметричні і сильноексцесивні [18]. У графічному поданні розподіли наведені на рис. 3, з якого видно, що розподіли досліджуваних тривалостей можна описати експоненціальним законом [16, 17].

Визначено, що між тривалістю дощових  $D_{\text{дд}}$  і тривалістю бездощових днів  $D_{\text{бд}}$  та відповідно між  $D_{\text{бд}}$  і  $D_{\text{дд}}$  існує від'ємний кореляційний зв'язок, за якого чисельне значення коефіцієнта кореляції однакове і дорівнює мінус 0,254. Чисельні значення кореляційних відношень зв'язку тривалості дощових днів  $D_{\text{дд}}$  за тривалістю бездощових днів  $D_{\text{бд}}$  ( $\eta_{D_{\text{дд}}/D_{\text{бд}}}$ ) та тривалістю бездо-



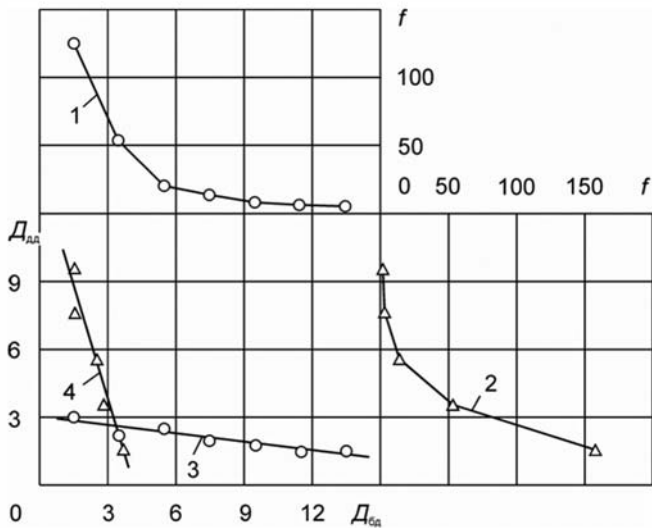


Рис. 3 – Полігони розподілів тривалості бездощових  $D_{бд}$  (1) і тривалості дощових днів  $D_{рд}$  (2) та прогнозування зміни  $D_{рд}$  залежно від  $D_{бд}$  (3) і  $D_{бд}$  від  $D_{рд}$  (4)

щових днів  $D_{бд}$  до тривалості дощових  $D_{рд}$  ( $\eta_{D_{бд}/D_{рд}}$ ) різні і дорівнюють відповідно 0,441 і 0,178. Від'ємне значення коефіцієнта кореляції свідчить про зменшення числа тих чи інших днів із збільшенням числа днів, що характеризують інший стан погоди льонозбирального періоду. Проте, оскільки розраховане кореляційне відношення, що характеризує зв'язок  $D_{рд}$  по  $D_{бд}$ , перевищує значення коефіцієнта кореляції, то між цими ознаками можливий криволінійний зв'язок.

Якщо ж досліджувані зміни апроксимувати прямолінійними лініями з від'ємними кутовими коефіцієнтами, то міру їх наближення до експериментальних даних визначають  $R^2$ -коефіцієнти, що дорівнюють стосовно залежності  $D_{рд} = f(D_{бд}) 0,812$  і залежності  $D_{бд} = f(D_{рд}) 0,933$ . Прямолінійні лінії регресії наведені на рис. 3, з яких простежується, що у серпні найбільш ймовірно можливі дощі упродовж трьох днів підряд, а почасовий інтервал між двома випаданнями опадів може становити у середньому чотири дні.

**Висновки.** Ймовірність випадання опадів кожного дня льонозбирального періоду в липні і серпні, за спостереженнями впродовж 44 років, коливається в межах 0,25-0,61. Визначена ймовірність свідчить про доцільність здійснення росяного мочіння соломки для перетворення її в тресту і можливу обмеженість роздільного збирання льону-довгунця. В льонозбиральний період середнє арифметичне значення тривалості бездощових днів становить 3,4 дні, а тривалості дощових – 2,3 дні. При цьому за результатами кореляційно-регресійного аналізу можливі дощі упродовж трьох днів підряд, а почасовий інтервал між двома випаданнями може становити в середньому чотири дні. Це слід враховувати при організації використання машинних агрегатів на збиранні льону-довгунця та приготуванні льонотрести росяним мочінням.

Напрямок подальших розвідок, на нашу думку, слід зосередити на дослідженні та оцінюванні інших факторів метеорологічних умов льонозбирального періоду, що впливають на використання машин для збирання льону-довгунця та готування рошенцевої трести.

#### Список літератури

1. Виробництво льоноволокна та його використання: монографія / [І.П. Карпець, А.Ф. Скорченко, Л.А. Чурсіна та ін.]. – К.: Нора-прінт, 2002. – 128 с.

2. Дынин Ф.М. Эффективность различных технологий обработки льняной соломы / Ф.М. Дынин // Вопросы технологии промышленности лубяных волокон: научно-исследовательские тр. / Центр. НИИ промышленности лубяных волокон (ЦНИИЛВ). – М., 1975. – Т. 30. – С. 3 – 21.

3. Лімонт А.С. Про технологію збирання льону-довгунця в центральному Поліссі України / А.С. Лімонт // Механізація і електрифікація сільського господарства. – К.: Урожай, 1974. – Вип. 28. – С. 99 – 107.

4. Основи ведення льонарства в сучасних умовах / [Скорченко А.Ф., Карпець І.П., Ковальов В.Б. та ін.]; під ред. А.Ф. Скорченка. – К.: Нора-прінт, 2002. – 48 с.

5. Егоров М.Е. Комбайновая уборка и первичная обработка льна-долгунца / Егоров М.Е. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 122 с.

6. Макаров В.В. Первичная обработка льна / Макаров В.В. – М.: Сельхозгиз, 1950. – 176 с.

7. Коренский Н.Г. Исследование сушки льна, толщины расстила и переворачивания соломы при вылежке на льнице в условиях Белорусской ССР: автореф. дис ... канд. с.-х. наук: спец. 06.538 «Растениеводство» / Н.Г. Коренский. – Жодино, 1967. – 27 с.

8. Лімонт А.С. Температурний режим стрічок розстеленої льоносоломи при приготуванні трести росяним мочінням / А.С. Лімонт, В.О. Ломакін // Зб. наук. пр. Подільського держ. аграр.-техніч. ун-ту: сучасні проблеми збалансованого природокористування. – Кам'янець-Подільський: Подільський держ. аграр.-техніч. ун-т, 2011. – С. 170 – 175.

9. Дударев Е.И. О расстиле свежесобранного льна / Е.И. Дударев // Лен и конопля. – 1959. – № 7. – С. 26 – 27.

10. Клятіс Л.М. Результати досліджень технології роздільного збирання льону / Л.М. Клятіс // Вісн. с.-г. науки. – 1962. – № 8. – С. 27 – 31.

11. Любарский В.М. Оптимальный срок проявлявания льносоломы в ленте / В.М. Любарский, З.А. Ионушас, А.П. Андриюнас // Лен и конопля. – 1975. – № 8. – С. 30 – 32.

12. Боярченкова М.М. О комбайновой уборке льна / М.М. Боярченкова // Лен и конопля. – 1975. – № 9. – С. 25 – 26.

13. Боярченкова М.М. Эффективность оборачивания тресты / М.М. Боярченкова, Н.Н. Быков // Лен и конопля. – 1974. – № 9. – С. 30 – 31.

14. Пиуновский И.И. Исследование технологии раздельной уборки льна / И.И. Пиуновский, К.Ф. Терпиловский, В.П. Клявина // ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР: труды. – Минск: Урожай, 1969. – Т. 6. – С. 142 – 151.

15. Шушкин А. Опыт со стланьем льна / А. Шушкин // Тр. льняной опытной станции академии крупного соц. с. х. им. К.А. Тимирязева. – М.: Новый агроном, 1930. – Вып. 6. – С. 284 – 294.

16. Герасимович А.И. Математическая статистика: учеб. пособ. [для инж.-технич. и эконом. спец. вузов] / А.И. Герасимович, Я.И. Матвеева. – Минск: Вышэйш. шк., 1978. – 200 с.

17. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: [учеб. пособ. для студ. вузов] / Гмурман В.Е. – М. Высш. шк., 2002. – 479 с.

18. Дмитриев Е.А. Математическая статистика: [учеб. пособ.] / Дмитриев Е.А. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1972. – 292 с.

**Аннотация.** Определена вероятность выпадения осадков каждого дня льноуборочного периода и исследовано изменение декадного количества осадков в зависимости от количества дождевых дней в течение декады. Приведены модельные линии регрессии продолжительности дождевых дней по продолжительности бездождевых и наоборот.

**Summary.** There was defined the probability of precipitation for each day of the flax-harvesting period and also was studied the change of the decade amount of the precipitation depending upon the quantity of the rainy days during the decade. There are represented the model line of the regression of the rainy days duration in duration of the days with no rain and vice versa.

Стаття надійшла до редакції 13 липня 2012 р.