

5. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mcx.ru/>.
6. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов по состоянию на 20.01.2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/>.
7. Гришечкина Л.Д., Долженко ВИ., Кунгурцева ОВ., Ишкова ТИ., Здражевская С.Д. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов. Агрохимия. 2020;9: С. 32-47.
8. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Под ред. Р.У. Хабриева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ОАО Издательство «Медицина», 2005. - 832 с.
9. Имайкина Р. Р., Баландина С. Ю., Лисовенко Н. Ю. Исследование сообществ микромицетов на поверхности зерновых культур, для последующего их обеззараживания // Современные аспекты химии. Сборник тезисов IX молодежной школы конференции, Пермь, 2022, 100 с.
10. Информационный листок Россельхозцентра № 13/2022 Исх. № 1-8/2666 от 22.12.2022 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosselhoccenter.ru/>.
11. Лисовенко Н. Ю., Баландина С. Ю. Способ получения 4,4,4-трихлор-1-(4-хлорфенил)бутан-1,3-диона, обладающего противокандидозной активностью (Патент РФ на изобретение №2690009 от 30 мая 2019г).

EVALUATION OF THE FUNGICIDAL EFFECT OF NEW COMPOSITIONS BASED ON FLUORINATED DIKETONES

S.YU. Balandina¹, E.P. Kozlova¹, R.R. Imajkina¹, E.N. Vasil'eva¹, N.YU. Lisovenko¹, D.S. Fomin², S.S. Polyakova², Dm.S. Fomin², N.A. Zelenkov²

¹ Perm State University, 15 Bukireva St., Perm, Russia. 614068

e-mail: lisovn@mail.ru

² Perm Federal Research Center Ural Branch Russian Academy of Sciences, 12 Culture St., Lobanovo, Perm Region. Russia, 614532

e-mail: pniish@rambler.ru

New fungicidal agents for the treatment of agricultural crops from micromycete infestation have been studied. In the course of laboratory studies, 0.3% compositions based on fluorine-containing diketones were obtained, and their high activity against *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. and *Helminthosporium* spp. was confirmed. The assessment of their impact on the yield of spring wheat variety Kamenka was made in the laboratory and in the field experiment. The significant increase of spring wheat yield by 0.47 t/ha from the use of the fungicidal preparation LIS-89 was detected.

Keywords: agriculture, fungi, infections, fungicidal activity, plant protection, spring wheat.

УДК 345.120.409.190.369

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР)

М.Н. Борисевич

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск,

e-mail: bomini54@mail.ru

Аннотация. В растениеводстве часто возникают задачи, связанные с оценкой урожайности культур. Для этого прибегают к информационным технологиям, значительно облегчающим вычислительные процедуры на вполне приемлемом уровне достоверности. Одним из таких ИТ-подходов является вовлечение в анализ широко известной компьютерной программы Excel, обладающей для этого мощным арсеналом средств. Этому подходу и посвящена настоящая статья.

Ключевые слова: растениеводство, информационные технологии, программа Excel, анализ данных, урожайность культур.

Введение. В растениеводстве часто встречаются задачи, связанные с оценкой влияния внешних факторов на урожайность сельскохозяйственных культур. Для этого прибегают к различным подходам, обеспечивающим ту или иную степень достоверности результата. В редких ситуациях пользуются математическими приемами. Зачастую они пренебрегаются из-за нежелания вникать в сложный мир формул. Между тем именно эти приемы обеспечивают надежный уровень значимости экспериментальных данных, подтвержденный количественно. В статье остановимся на одном таком подходе, известном как дисперсионный анализ [1], реализованном в компьютерной программе Excel.

Дисперсионный анализ – почти универсальный метод по проверке существенности влияния факторов на резульативный признак, а также различий в группах, поскольку применяется повсеместно и практически во всех науках [2]. В рамках метода исследуется отношение двух дисперсий, каждая из которых описывает рассеяние числового массива вокруг среднего значения.

Первая дисперсия, называемая межгрупповой (иногда объясненной), характеризует влияние фактора и описывает рассеяние данных между его градациями (группами) вокруг среднего значения, рассчитанного для всех полученных значений.

Вторая дисперсия, называемая внутригрупповой (иногда необъясненной) – характеризует рассеяние внутри градаций вокруг среднего значения, полученного для каждой из них.

Отношение дисперсий трактуется как фактическое отношение Фишера. Оно сравнивается с критическим отношением Фишера, которое берется из готовых таблиц. При этом возможны два варианта.

Первый – если фактическое значение Фишера больше критического, то средние значения классов градаций отличаются друг от друга и исследуемый фактор существенно влияет на изменение данных.

Второй – если меньше, то средние значения классов градаций не отличаются друг от друга и фактор не оказывает существенного влияния на изменение данных.

Применим сформулированные положения к решению типичной задачи в растениеводстве. Предположим, культура засеяна на четырех участках. Ее урожайность приведена на рис.1 (в условных единицах) на фоне трех видов удобрений и трех видов химических средств борьбы с вредителями. Требуется оценить влияние факторов (удобрений, химических средств, а также тех и других вместе взятых) на урожайность данной культуры и определить степень этого влияния в количественном выражении.

Методика. Решать задачу будем двумя способами – классически строгим с последовательным вычислением нужных величин по формулам (что и предусмотрено в дисперсионном анализе) и простым компьютерным с привлечением программы Excel. Отметим, что выбор подходов обусловлен необходимостью проверки не только возможной

зависимости результативного признака от двух факторов в отдельности – *A* и *B*, но и его возможной зависимости от их взаимного действия.

	A	B	C	D	E	F
1	№ пп	Участки	Удобрения	Химические средства		
2				B1	B2	B3
3	1	Участок 1	A1	21,3	19,4	20,8
4	2	Участок 2		21,8	22	19,4
5	3	Участок 3		20,5	21,4	20
6	4	Участок 4		21	19,3	18,9
7	5	Участок 1	A2	18,2	20,7	19,2
8	6	Участок 2		18	18,5	18
9	7	Участок 3		17	18,3	17,3
10	8	Участок 4		19,8	17,7	17
11	9	Участок 1	A3	18,9	17	16,9
12	10	Участок 2		19,6	17,2	17,9
13	11	Участок 3		19,7	16,3	17,2
14	12	Участок 4		19,5	16,7	18
15						

Рис. 1. Урожайность сельскохозяйственной культуры в зависимости от вида удобрений и химических средств для борьбы с вредителями (исходная таблица в программе EXCEL).

Результаты. Первый способ решения задачи сводится к использованию классической схемы двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями, реализованной в последовательности математических формул (таблица). Обозначения в таблице представлены в том виде, как этого требует схема метода. Подразумевается также, что сумма квадратов остатков в данном подходе разделяется на четыре компоненты:

$$SS = SS_a + SS_b + SS_{ab} + SS_e .$$

Оценка влияния факторов в этом случае осуществляется в соответствии с положениями:

* если фактическое отношение Фишера больше критического отношения Фишера, то следует отклонить предположение о невлинии фактора на результативный признак (с уровнем значимости α); это означает, что фактор существенно влияет на данные, последние зависят от фактора с вероятностью $P = (1 - \alpha)$;

* если фактическое отношение Фишера меньше критического отношения Фишера, то следует принять предположение о невлинии фактора на результативный признак (с уровнем значимости α); это означает, что фактор не оказывает существенного влияния на данные с вероятностью $P = (1 - \alpha)$.

Математические формулы для решения задачи
(в обозначениях классического подхода).

Формула	Название переменной
$SS = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (X_{ijk} - \bar{X})^2$	общая сумма квадратов отклонений
$SS_a = br \sum_{i=1}^a (\bar{X}_i - \bar{X})^2$	объяснённая влиянием фактора A сумма квадратов отклонений
$SS_b = ar \sum_{j=1}^b (\bar{X}_j - \bar{X})^2$	объяснённая влиянием фактора B сумма квадратов отклонений
$SS_{ab} = r \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (X_{ij} - \bar{X}_i - \bar{X}_j + \bar{X})^2$	объяснённая влиянием взаимодействия факторов A и B сумма квадратов отклонений
$SS_e = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (X_{ijk} - \bar{X}_{ij})^2$	необъяснённая сумма квадратов отклонений или сумма квадратов отклонений ошибки
$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r \bar{X}_{ijk}$	общее среднее наблюдений
$\bar{X}_i = \frac{1}{br} \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r X_{ijk}$	среднее число наблюдений в каждой градации фактора A
$\bar{X}_j = \frac{1}{ar} \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^r X_{ijk}$	среднее число наблюдений в каждой градации фактора B
$\bar{X}_{ij} = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^r X_{ijk}$	среднее число наблюдений в каждой комбинации градаций факторов A и B
$MS_a = \frac{SS_a}{(a-1)}$	дисперсия, объяснённая влиянием фактора A
$MS_b = \frac{SS_b}{(b-1)}$	дисперсия, объяснённая влиянием фактора B
$MS_{ab} = \frac{SS_{ab}}{(a-1)(b-1)}$	дисперсия, объяснённая взаимодействием факторов A и B
$MS_e = \frac{SS_e}{ab(r-1)}$	необъяснённая дисперсия или дисперсия ошибки
$n = abr$	общее число наблюдений
$v_a = (a-1)$	число степеней свободы дисперсии, объяснённой влиянием фактора A

$v_b = (b-1)$	число степеней свободы дисперсии, объяснённой влиянием фактора <i>B</i>
$v_{ab} = (a-1)(b-1)$	число степеней свободы дисперсии, объяснённой взаимодействием факторов <i>A</i> и <i>B</i>
$v_e = ab(r-1)$	число степеней свободы необъяснённой дисперсии или дисперсии ошибки
$v = (abr-1)$	общее число степеней свободы
$F_a = \frac{MS_a}{MS_e}$	фактическое отношение Фишера для фактора <i>A</i>
$F_b = \frac{MS_b}{MS_e}$	фактическое отношение Фишера для фактора <i>B</i>
$F_{ab} = \frac{MS_{ab}}{MS_e}$	фактическое отношение Фишера для взаимодействия факторов
F_{α, v_a, v_e}	критическое значение Фишера для фактора <i>A</i> (из таблиц)
F_{α, v_b, v_e}	критическое значение Фишера для фактора <i>B</i> (из таблиц)
F_{α, v_{ab}, v_e}	критическое значение Фишера для взаимодействия факторов (из таблиц)

Следующий этап исследований - расчет всех табличных величин и формулировка конечного результата в соответствии с этими положениями. Эту работу можно проделать вручную, привлекая калькулятор. Однако гораздо эффективнее использовать компьютерную программу Excel, тем более что в рамках данной программы имеется специальный модуль АНАЛИЗ ДАННЫХ, в котором вся эта последовательность и запрограммирована. Тем самым совершим переход ко второму способу решения задачи – компьютерному. В модуле АНАЛИЗ ДАННЫХ скрыт нужный нам подход дисперсионного анализа – двухфакторный с повторениями, он-то и позволяет решить задачу за одну-две манипуляции с компьютерной мышкой. Вызов модуля осуществляется по ссылке СЕРВИС – АНАЛИЗ ДАННЫХ. В появившемся диалоговом окне в строке ВХОДНОЙ ИНТЕРВАЛ следует указать диапазон значений фактора *A*, поставить флажок в строке МЕТКИ и задать в строке АЛЬФА уровень значимости 0,05. Рассчитанные данные приведены на рис.2 в обозначениях, которые приняты в программе Excel.

Первая часть полученного массива (до таблички «Дисперсионный анализ») особого интереса не представляет. Традиционно в ней отражаются число строк выборки, сумма по выборке, среднее значение выборки и дисперсия. Эти данные не позволяют сделать

заклучения, сформулированные в условии задачи, поэтому останавливаться на них не станем, тем более, что значимой смысловой нагрузки они не несут.

В плане анализа гораздо интереснее вторая часть рис.2 (табличка «Дисперсионный анализ»). Здесь кроются ответы на вопросы, сформулированные в условии задачи. Поэтому этой части расчетов уделим особое внимание.

Вначале поясним смысл столбцов и переменных, приведенных на рис.2 (придерживаемся обозначений Excel, их сопоставим с классическими обозначениями, представленными в таблице):

- на пересечении строки Выборка и столбца SS (Выборка-SS) приводится значение $SS_a = 46,085$, (Столбцы-SS) - $SS_b = 9,665$, (Взаимодействие-SS) - $SS_{ab} = 10,64$, (Внутри-SS) - $SS_e = 22,37$ и (Итого-SS) - $SS = 88,76$; в статистическом комплексе двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями сумма квадратов остатков разделяется на четыре компоненты:

$$SS = SS_a + SS_b + SS_{ab} + SS_e ;$$

- на пересечении строки Выборка и столбца df (Выборка- df) приводится значение $\nu_a = 2$; (Столбцы- df) - $\nu_b = 2$; (Взаимодействие- df) - $\nu_{ab} = 4$; (Внутри- df) - $\nu_e = 27$; (Итого- df) - $\nu = 35$;

- на пересечении строки Выборка и столбца MS (Выборка- MS) приводится значение $MS_a = 23,0425$; (Столбцы- MS) - $MS_b = 4,8325$; (Взаимодействие- MS) - $MS_{ab} = 2,66$; (Внутри- MS) - $MS_e = 0,828519$;

- на пересечении строки Выборка и столбца F (Выборка- F) приводится значение $F_a = \frac{MS_a}{MS_e} = 27,81169$; (Столбцы- F) - $F_b = \frac{MS_b}{MS_e} = 5,8327$; (Взаимодействие- F) - $F_{ab} = \frac{MS_{ab}}{MS_e} = 3,21055$; F – эмпирическое значение критерия Фишера, являющегося

отношением среднего квадрата к среднему квадрату ошибки; критерий указывает о наличии или отсутствии достоверного различия в двух дисперсиях и служит показателем достоверности влияния факторов на конечный результат;

- на пересечении строки Выборка и столбца $P_{\text{Значение}}$ (Выборка- $P_{\text{Значение}}$) приводится значение $P_{\text{Выборка}} = 8,123456767$; (Столбцы- $P_{\text{Значение}}$) - $P_{\text{Столбцы}} = 8,123456767$; (Взаимодействие- $P_{\text{Значение}}$) - $P_{\text{Взаим.}} = 8,123456767$;

Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями						
ИТОГИ	B1	B2	B3	Итого		
A1						
Счет	4	4	4	12		
Сумма	84,6	82,1	79,1	245,8		
Среднее	21,15	20,525	19,775	20,48333		
Дисперсия	0,296667	1,9025	0,669167	1,12697		
A2						
Счет	4	4	4	12		
Сумма	73	75,2	71,5	219,7		
Среднее	18,25	18,8	17,875	18,30833		
Дисперсия	1,343333	1,72	0,955833	1,253561		
A3						
Счет	4	4	4	12		
Сумма	77,7	67,2	70	214,9		
Среднее	19,425	16,8	17,5	17,90833		
Дисперсия	0,129167	0,153333	0,286667	1,499015		
Итого						
Счет	12	12	12			
Сумма	235,3	224,5	220,6			
Среднее	19,60833	18,70833	18,38333			
Дисперсия	2,029924	3,557197	1,603333			
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Выборка	46,085	2	23,0425	27,81169	2,77026E-07	3,354130829
Столбцы	9,665	2	4,8325	5,8327	0,00784435	3,354130829
Взаимодействие	10,64	4	2,66	3,21055	0,028005564	2,727765306
Внутри	22,37	27	0,828519			
Итого	88,76	35				

Рис. 2. Результат работы программного модуля
Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями.

P Значение (англ. P value) – это вероятность ошибки при отклонении предположения о невлинии фактора на результативный признак, эту ошибку называют ошибкой первого рода; проверка предположений с помощью P Значения является альтернативой классической процедуре проверки через критическое значение распределения; обычно P Значение сравнивают с общепринятыми стандартными уровнями значимости 0,05 или 0,01; если, например, вычисленное по выборке P Значения = 0,05, то это указывает на вероятность справедливости предположения в 5%; причем, чем P Значение меньше, тем лучше, поскольку при этом увеличивается «сила» отклонения предположения и увеличивается ожидаемая значимость результата;

- на пересечении строки Выборка и столбца $F_{критическое}$ (Выборка- $F_{критическое}$) приводится значение $F_{\alpha, \nu_a, \nu_e} = F_{0,05; 2; 27} = 4,747225336$; (Столбцы- $F_{критическое}$) - $F_{\alpha, \nu_b, \nu_e} = F_{0,05; 2; 27} = 3,885293835$; (Взаимодействие- $F_{критическое}$) - $F_{\alpha, \nu_{ab}, \nu_e} = F_{0,05; 4; 27} = 3,885293835$; $F_{критическое}$ – критическое значение Фишера при заданном уровне достоверности (в нашем случае 0,05).

Нетрудно убедиться в том, что расчетные величины таблицы (для классической схемы подхода) и рис.2 (для компьютерных вычислений) совпадают, поэтому сформулированные ниже положения будут иметь место как для первого подхода, так и для второго.

Проанализируем данные, полученные для первого фактора - речь идет о факторе А, который отражает влияние удобрений на урожайность сельскохозяйственной культуры. Для этого обратимся к критерию F (напомним, его называют критерием Фишера), приведенному

на рис.2. Для исследуемой выборки он равен 27,81169, т.е. $F_{\text{найденное}} = 27,81169$. Критическое значение критерия F ($F_{\text{критическое}}$) для этой же выборки равно 3,354130829, т.е. $F_{\text{критическое}} = 3,354130829$. Нетрудно видеть, что $F_{\text{найденное}} = 27,81169$ принадлежит полубесконечному числовому интервалу $(3,354130829, +\infty)$ (здесь присутствует символ математической бесконечности $+\infty$). Из сравнения рассчитанных F можно заключить, что, поскольку $F_{\text{найденное}} = 27,81169$ принадлежит интервалу $(3,354130829, +\infty)$, то можно утверждать, что удобрения однозначно оказывают влияние на урожайность анализируемой сельскохозяйственной культуры.

Оценим степень влияния данного фактора на урожайность в количественном выражении. Для этого рассчитаем так называемый выборочный коэффициент детерминации для фактора А.

Сделать это можно с помощью простой математической операции на основании полученных в табличке «Дисперсионный анализ» данных $(46,085*35)/(88,76*35)=0,519209$. Рассчитанное число показывает, что почти 52% общей выборочной вариации урожайности сельскохозяйственной культуры зависит только от удобрений. Это и есть конечный ответ на вопрос о влиянии первого фактора А.

Теперь разберемся со вторым фактором задачи – фактором В, который ответственен за химические средства борьбы с вредителями. Для данного случая $F_{\text{найденное}} = 5,8327$, а $F_{\text{критическое}} = 3,354130829$. Причем найденное значение также принадлежит полубесконечному интервалу $(3,354130829, +\infty)$, в котором, напомним, $+\infty$ - символ математической бесконечности. То есть $F_{\text{найденное}} = 5,8327$ лежит в критической области, следовательно, можно утверждать, что и химические средства для борьбы с вредителями также оказывают влияние на урожайность анализируемой культуры. Что касается выборочного коэффициента детерминации, то для данного случая он может быть найден также из простого расчета $(9,665*35)/(88,76*35)=0,108889$, т.е. почти 11% общей выборочной вариации урожайности исследуемой культуры зависит от использования средств для борьбы с вредителями. Тем самым мы получили ответ и на второй вопрос задачи.

Следует обратить внимание на то, что по выполненным оценкам первый фактор почти в 5 раз мощнее второго (52% против 11%), т.е. удобрения значимее химических средств и притом весьма значительно.

И в дополнение к полученным выводам, вытекающим для каждого из факторов в отдельности, выполним оценки и для их взаимного влияния на урожайность. Так как $F_{\text{критическое}} = 2,727765306$, а $F_{\text{найденное}} = 3,21055$ и $F_{\text{найденное}}$ входит в интервал $(2,727765306, +\infty)$, следовательно, полезность видов удобрений и средств борьбы с вредителями при их совместном применении существенно сказывается на урожайности культуры. Выборочный коэффициент детерминации $(10,64*35)/(88,76*35)=0,119874$ свидетельствует о том, что почти 12% анализируемого массива урожайности напрямую зависят от взаимодействия факторов.

Выводы. Предложенные в статье подходы - теоретический и компьютерный – реализованные в рамках метода двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями позволяют не только оценить степень влияния факторов на урожайность культуры в количественном выражении, но и сделать важные заключения об их взаимодействии. В этом и заключается их практическая ценность для решения схожих задач в растениеводстве, а поэтому оба алгоритма, предложенные в статье, будут полезны исследователям, практикующим такие задачи в своих исследованиях.

Литература

1. Шеффе, Г. Дисперсионный анализ / Г. Шеффе. - М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 2011. - 512 с.
2. Любищев, А.А. Дисперсионный анализ в биологии / А.А. Любищев. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 101 с.

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE (TO ASSESS CROP YIELDS)

M.N. Borisevich

Vitebsk Order "Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk,

e-mail: bomini54@mail.ru

Assessing crop yields – one of the most often tasks in crop production. Information technologies greatly facilitate corresponding computational procedures at a completely acceptable level of reliability. One of these IT approaches is the involvement in the analysis of the well-known Excel computer program, which has a powerful arsenal of tools for this. The present article is devoted to this approach.

Keywords: crop yield, information technologies, Excel program, analysis of variance, data analysis

УДК 631.8:631.559

ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ И УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА (РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛИТЕЛЬНОГО СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА)

М.Т. Васбиева, В.Р. Ямалтдинова

«Пермский НИИСХ» – филиал Пермского федерального исследовательского центра
УрО РАН, ул. Культуры, 12, с. Лобаново, Пермский район, Пермский край,
Россия, 614532

e-mail: vasbievamt15@gmail.com

Аннотация. В условиях длительного опыта, заложенного в 1968 г, проведена оценка эффективности применения органической, минеральной и органоминеральной систем удобрения на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Установлено, что в климатических условиях Предуралья органическая система удобрения по влиянию на урожайность сельскохозяйственных культур уступала минеральной и органоминеральной системе удобрений. В отдельные ротации севооборотов более эффективной была органоминеральная, в другие минеральная система удобрений. Рассмотрена эффективность применения удобрений в зависимости от условий увлажнения вегетационного периода. Максимальная эффективность применения удобрений на озимой ржи получена в засушливых условиях (ГТК = 0,7-1,0), яровой пшенице и овсе - при умеренном (нормальном) увлажнении вегетационного периода (ГТК=1,0-1,3), на картофеле - в годы с нормальным и избыточным увлажнением (ГТК> 1,3), на клевере – с избыточным увлажнением. Эффективность применения удобрений на яровом ячмене не зависела от условия увлажнения вегетационного периода.