magnitnoi obrabotki dlya obezzarazhivaniya i uluchsheniya posevnykh kachestv semyan // Sb. nauch. tr. Kubanskogo GAU. – 1996. – № 331. – S. 136-141.

8. Rekomendatsii po provedeniyu vesenne-polevykh rabot / N.A. Lapshinov, V.N. Pakul', A.V. Starovoitov [i dr.] // Sibirskoe otdelenie Rossel'khozakademii, GNU Kemerovskii NIISKh. – Kemerovo, 2013. – 68 s.

9. GOST 12038-84 «Semena sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti». – M.: Standartinform, 2011. – 28 s.

10. GOST R 52325-2005 «Semena sel'skokhozyaistvennykh rastenii. Sortovye i posevnye kachestva. Obshchie tekhnicheskie usloviya». – M.: Standartinform, 2005. – 20 s.

✦ ✦ ✦

УДК 635.11:58.056:631.4:631.559:(571.15)

С.В. Макарычев, Н.И. Зайкова, И.В. Гефке
S.V. Makarychev, N.I. Zaykova, I.V. Gefke

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ПОЧВЕННО-ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СТОЛОВОЙ СВЁКЛЫ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

THE EFFECTS OF CLIMATIC AND SOIL-PHYSICAL FACTORS ON TABLE BEET YIELDS I N THE ALTAI PRIOBYE (THE OB RIVER AREA)

Ключевые слова: *плотность, влажность, температура, осадки, гидротермический коэффициент, поливная норма, урожайность.*

Рассмотрено влияние климатических и почвенно-физических факторов на урожайность столовой свёклы. Для выявления зависимости воздействия различных факторов на урожайность свёклы был использован информационно-логический анализ, который не требует линейности, метричности и позволяет анализировать процессы и явления, наблюдаемые в природной обстановке. Были изучены плотность, влажность и температура почвы, количество осадков за вегетацию, гидротермический коэффициент и поливные нормы по вариантам опыта в сопряжении с урожайностью столовой свёклы. Получены модели урожайности, которые показывают, что в различные по климатическим условиям годы максимальное влияние на формирование урожая столовой свёклы имели влажность и плотность почвы. На орошаемых участках меньшее воздействие оказала поливная норма. Гидротермический коэффициент по всем вариантам не являлся решающим фактором. Минимальное влияние оказала температура почвы в слое 0-60 см, которая в течение вегетации была оптимальной для корнеплодов.

Keywords: *density, moisture content, temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, irrigation rate, yielding capacity.*

The effect of climatic and soil-physical factors on table beet yield is discussed. To reveal the effect of different factors on table beet yields, information and logical analysis was used; it does not require linearity, metricity and enables analyzing the processes and phenomena observed in the natural environment. The following was studied: soil density, soil moisture content and soil temperature, the amount of precipitation over the growing season, hydrothermal coefficient and irrigation rates in the trial variants associated with table beet yields. We have obtained the models of yielding which show that during climatically different years the maximum effect on table beet yield formation was produced by soil moisture and soil density. Irrigation rate produced less effect on irrigated plots. The hydrothermal coefficient was not the deciding factor in all variants. The minimum effect was produced by soil temperature in the layer of 0-60 cm; that temperature was optimal for the root crop throughout the growing season.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-57. E-mail: phys_asau@rambler.ru.
Зайкова Наталья Ивановна, ст. преп., Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-51. E-mail: phys_asau@rambler.ru.
Гефке Ирина Валентиновна, к.с.-х.н., доцент, каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-83-53. E-mail: ivgefke@mail.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-57. E-mail: phys_asau@rambler.ru.
Zaykova Natalya Ivanovna, Asst. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-51. E-mail: phys_asau@rambler.ru.
Gefke Irina Valentinovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: ivgefke@mail.ru.

Введение

Влияние климатических особенностей региона и почвенно-физических факторов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур изучалось рядом исследователей [1-4]. Знание параметров плодородия почв в конкретных природных условиях и их влияние на урожайность позволяет более эффективно использовать земельные ресурсы.

Объекты и методы исследований

Нами проводились исследования в 2010-2012 гг. в Первомайском районе Алтайского края на территории крестьянского хозяйства А.П. Кучмина (Лосихинская оросительная система).

Объектами исследований явились черноземы выщелоченные среднесуглинистые малогумусные, а также овощная культура – столовая свёкла сорта Несравненная А-0463.

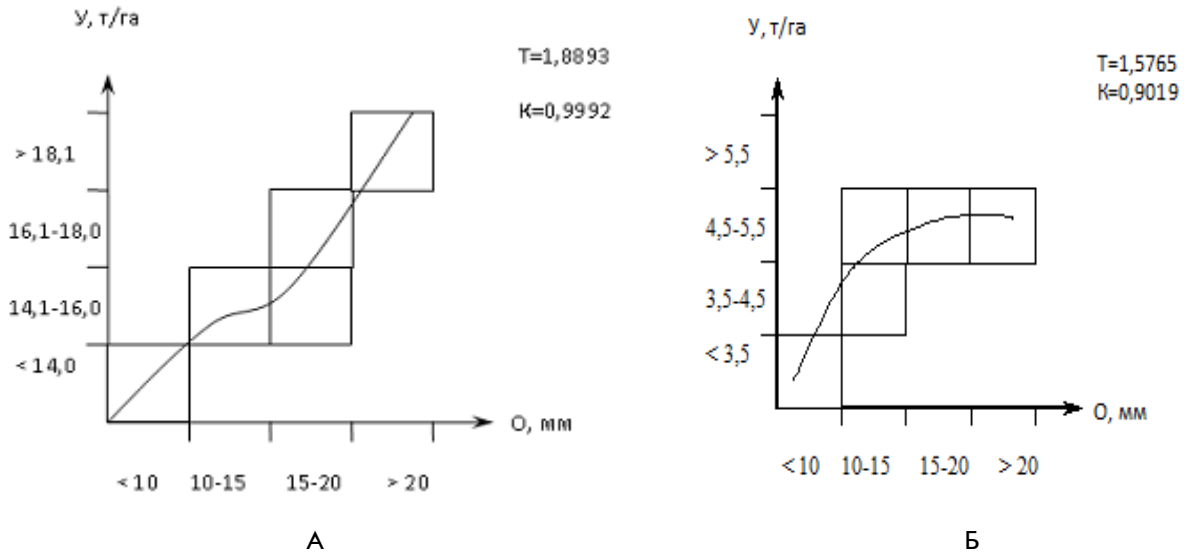
Для выявления зависимости влияния различных факторов на урожайность столовой свёклы нами был использован информационно-логический анализ [5, 6]. Этот метод более универсален, чем метод корреляции, не требует линейности, метричности, позволяет анализировать процессы и явления, наблюдаемые в природной обстановке [7].

Результаты исследований

Были изучены плотность, влажность и температура почвы, количество осадков, гидротермический коэффициент и поливные нормы по вариантам опыта в сопряженных условиях с урожайностью столовой свёклы. Все почвенные характеристики определялись в горизонте 0-60 см. На рисунках 1-15 представлены общая информативность (Т, бит) и коэффициенты эффективности передачи информации (К) от изучаемого фактора к урожайности овощной культуры по вариантам опыта.

Исходя из анализа полученных зависимостей, можно определить, что степень связи между факторами влияния на урожайность количества выпавших осадков (по декадам), влажности и плотности почвы высокая. Об этом свидетельствует в 2011 г. коэффициент информативности Т, бит, который составил 1,8893; 1,5536 и 0,9966 соответственно, а коэффициент эффективности передачи информации К равен 0,9992; 0,8375 и 0,8058 (рис. 1-3). Данные этих рисунков показывают, что с увеличением количества осадков и влажности почвы урожайность овощной культуры растет. Плотность почвы – важный показатель при формировании корнеплодов, поэтому с увеличением плотности почвы падает урожайность. Средней теснотой отмечается связь между урожайностью и гидротермическим коэффициентом (Т = 0,5563; К = 0,3634) (рис. 5). Ниже оказывается влияние температуры почвы на урожайность, при этом Т = 0,1656, а К = 0,0836 (рис. 4). Это связано с тем, что в течение всего вегетационного периода культура находилась в оптимальных температурных условиях (18-23°С). Критически низких и высоких температур почвы в слое 0-60 см не отмечалось, которые повлияли бы на формирование урожая столовой свёклы.

Зависимость урожайности столовой свёклы на участке без орошения



А Б

Рис. 1. Зависимость урожайности свёклы от количества осадков (А – 2011 г., Б – 2012 г.)

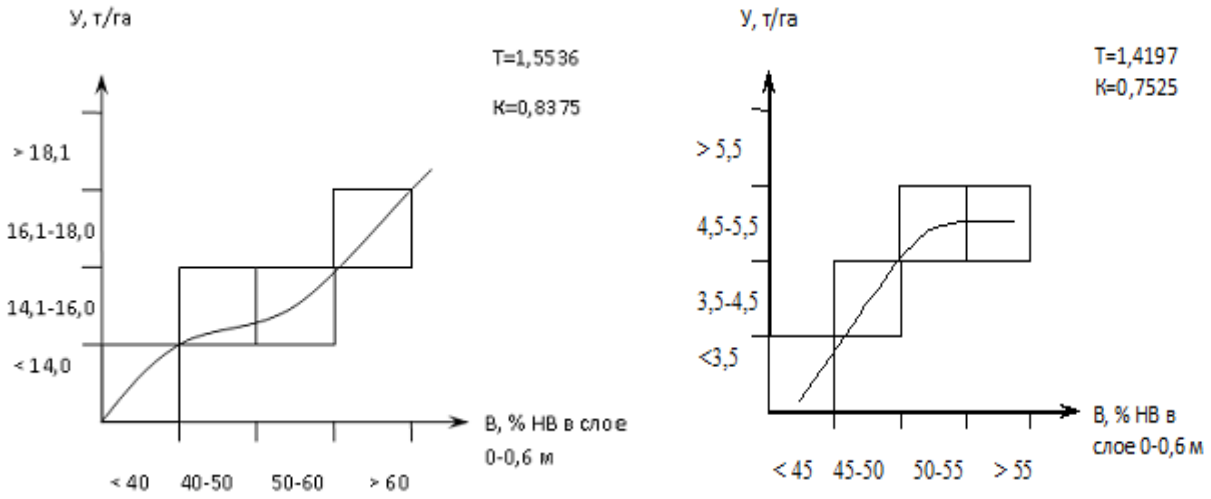


Рис. 2. Зависимость урожайности свёклы от влажности почвы

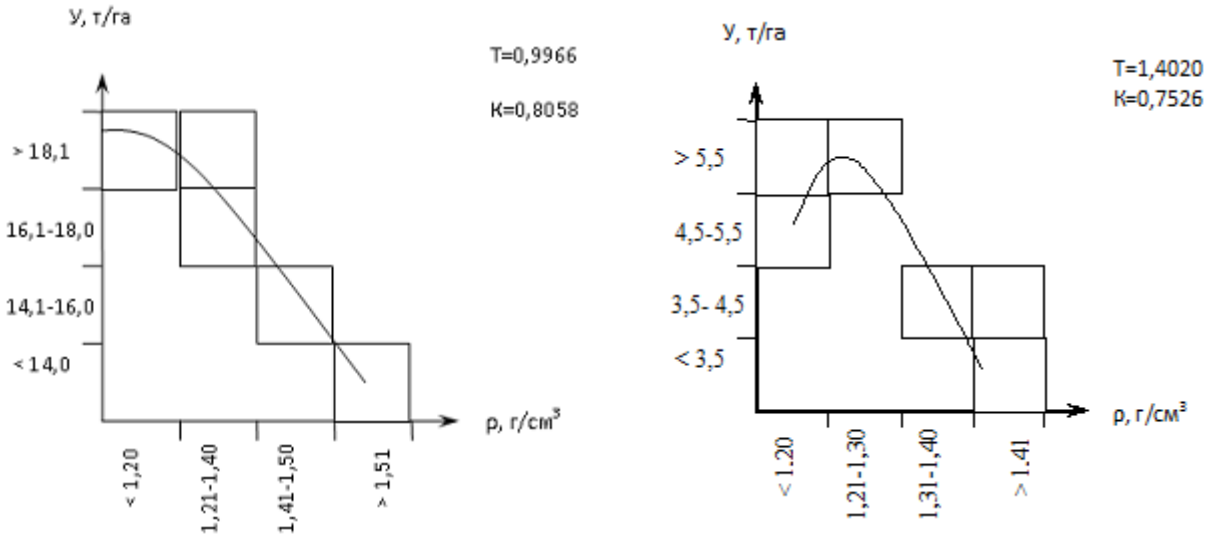


Рис. 3. Зависимость урожайности свёклы от плотности почвы

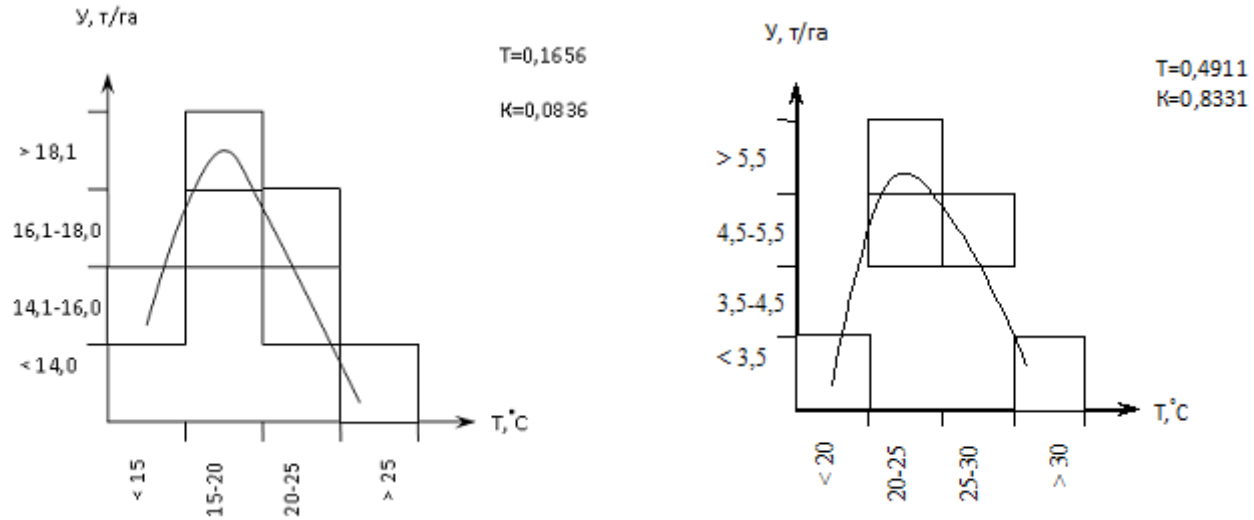


Рис. 4. Зависимость урожайности от температуры почвы

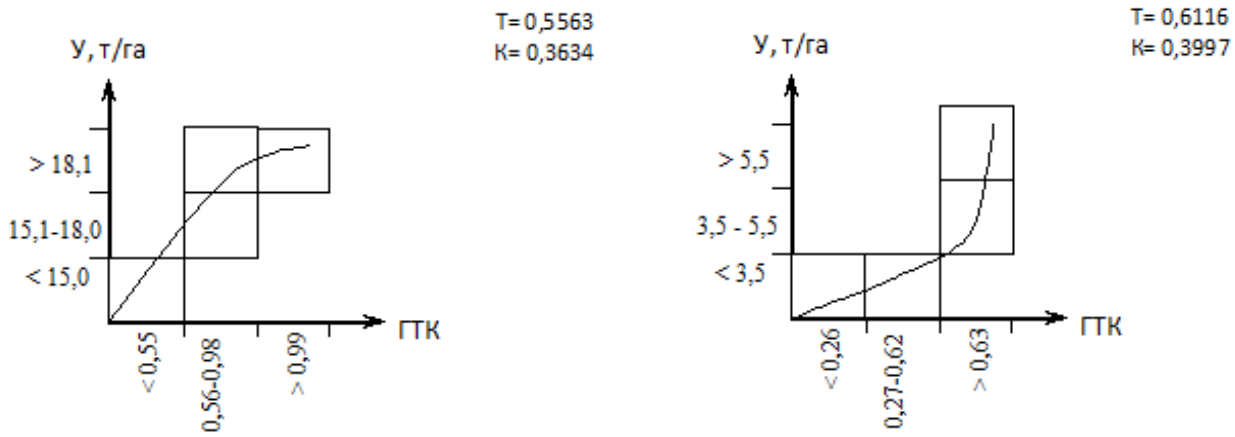


Рис. 5. Зависимость урожайности от гидротермического коэффициента

В 2012 г. проявлялась та же тенденция с некоторыми отклонениями, связанная с экстремальными погодными условиями данного года исследований.

Также нами определена доля влияния каждого элемента на урожайность столовой свёклы по установленным коэффициентам эффективности передачи информации (К) и общей информативности (Т). Исходя из расчета, наибольшим влиянием на формирование урожая свёклы на контрольном варианте в 2011 г. обладают следующие факторы: осадки (38%), влагосодержание слоя почвы 0-60 см (27%), плотность почвы (14%), менее существенными – гидротермический режим (7%), температура почвы (3%).

Таким образом, на основе информационно-логического анализа представляется возможность построить математическую модель зависимости урожайности от ряда факторов по показателям 2011 г.:

$$У = [(О_{38\%}) \boxtimes (В_{27\%})] \boxtimes (\rho_{14\%}) \boxtimes \boxtimes [(ГТК_{7\%}) \boxtimes (Т_{3\%})],$$

где У – урожайность столовой свёклы, т/га;

О – количество осадков, мм;

В – влажность почвы в слое 0-60 см, % НВ;

ρ – плотность почвы в слое 0-60 см, г/см^3;

ГТК – гидротермический коэффициент;

Т – температура почвы в слое 0-60 см, °С;

$\boxtimes$ – знак операции логической функции нелинейного произведения.

В 2012 г. модель урожайности столовой свёклы имела вид:

$$У = [(О_{32\%}) \boxtimes (В_{29\%})] \boxtimes (\rho_{20\%}) \boxtimes \boxtimes [(ГТК_{13\%}) \boxtimes (Т_{6\%})].$$

В целом, тенденция предыдущего года повторялась, но климатические условия данного периода внесли свои коррективы, доля влияния ГТК увеличилась на 6%, что также повлияло на формирование урожая.

Анализируя полученные зависимости урожайности от различных факторов на варианте с режимом орошения 65-75% НВ (рис. 6-10), можно утверждать, что поливы и климатические условия лет исследований внесли свои коррективы. Поскольку мы сами создавали условия, которые способствовали нормированию урожая, наибольшее влияние на его формирование оказывали плотность почвы, влажность почвы и поливные нормы по фазам развития овощной культуры в оба года. Наряду с другими факторами, сильнее всего за годы изучения сказалось влияние плотности (Т = 0,9966, К = 0,8058 (2011 г.) и Т = 1,5765, К = 0,9019 (2012 г.)) и влажности почвы (рис. 6, 7). Причем с увеличением плотности во всех случаях закономерно падает урожайность.

Связь между урожайностью, влагосодержанием почвы и поливной нормой характеризуется средней теснотой и криволинейной формой зависимости (рис. 7, 8). Также нужно отметить, что при увеличении влажности почвы идет резкий прирост урожая, но когда содержание влаги доходит до 70% НВ и больше, ее влияние резко уменьшается. Если судить о поливной норме, то при её увеличении до 400 м^3/га и более (в последней фазе развития корнеплодов) прибавка урожая незначительная.

По аналогии с контрольным вариантом наблюдалась зависимость факторов ГТК и температуры почвы (рис. 9, 10). Однако в 2012 г. при орошении влияние на урожайность гидротермического коэффициента с его возрастанием уменьшалось.

Зависимость урожайности столовой свёклы при создании влажности почвы на уровне 65-75% НВ

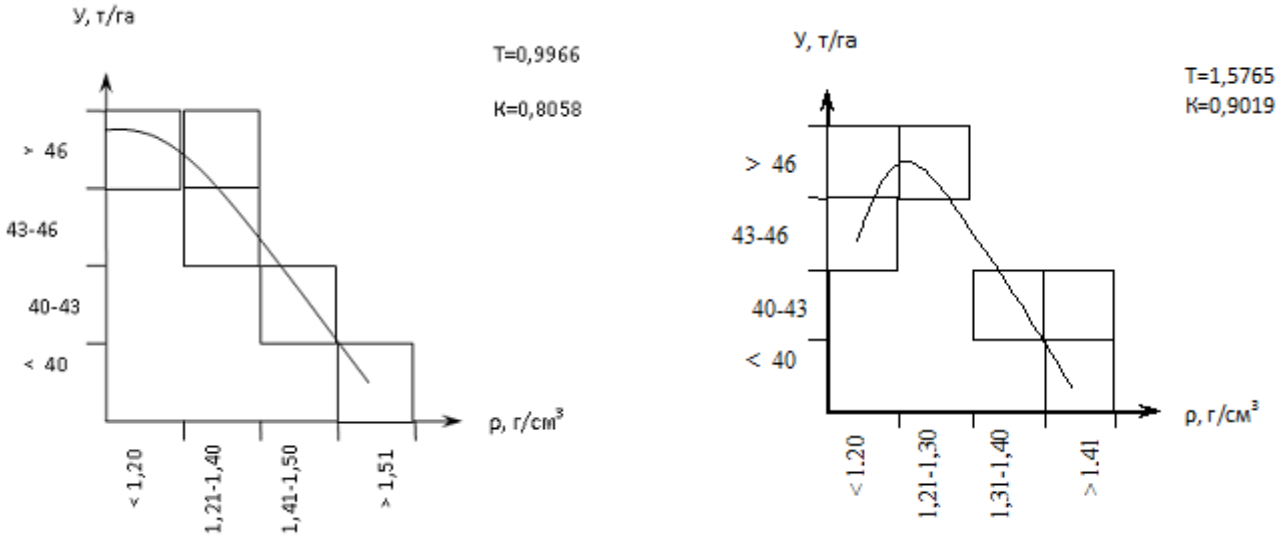


Рис. 6. Зависимость урожайности от плотности почвы

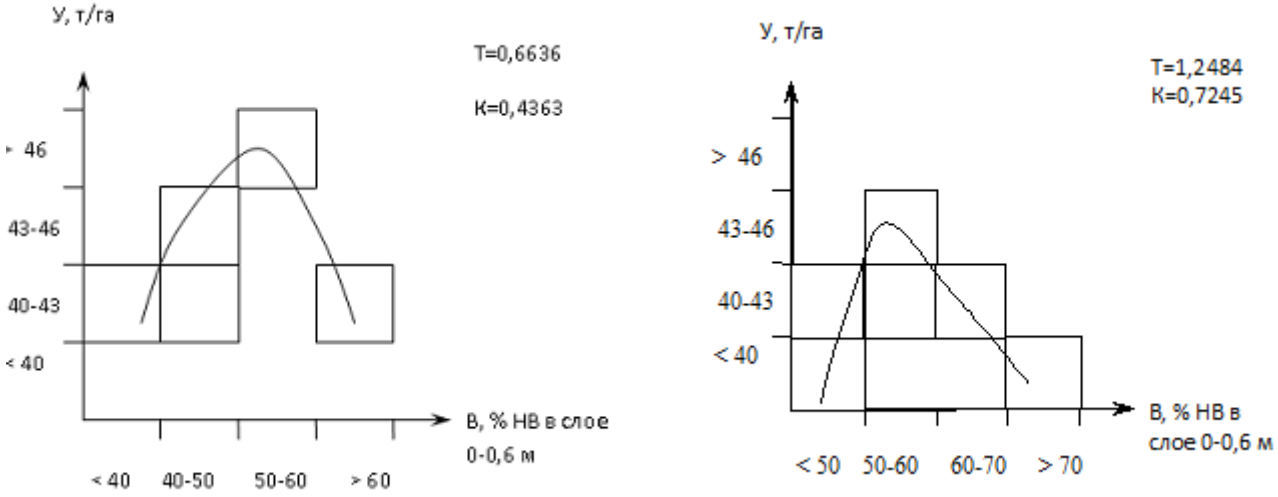


Рис. 7. Зависимость урожайности от влажности почвы

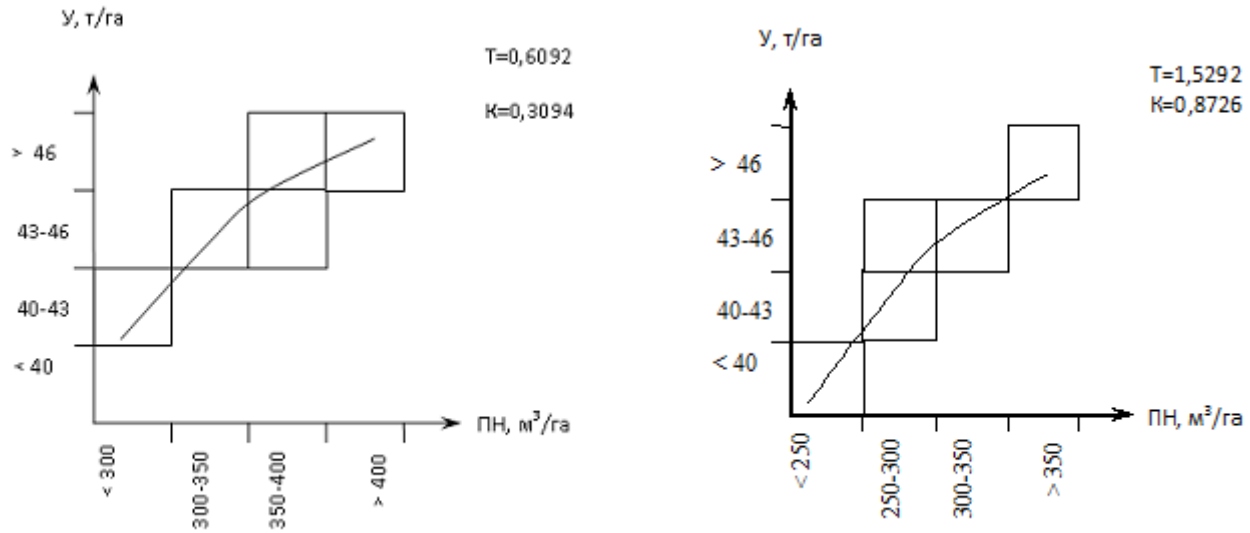


Рис. 8. Зависимость урожайности от поливной нормы

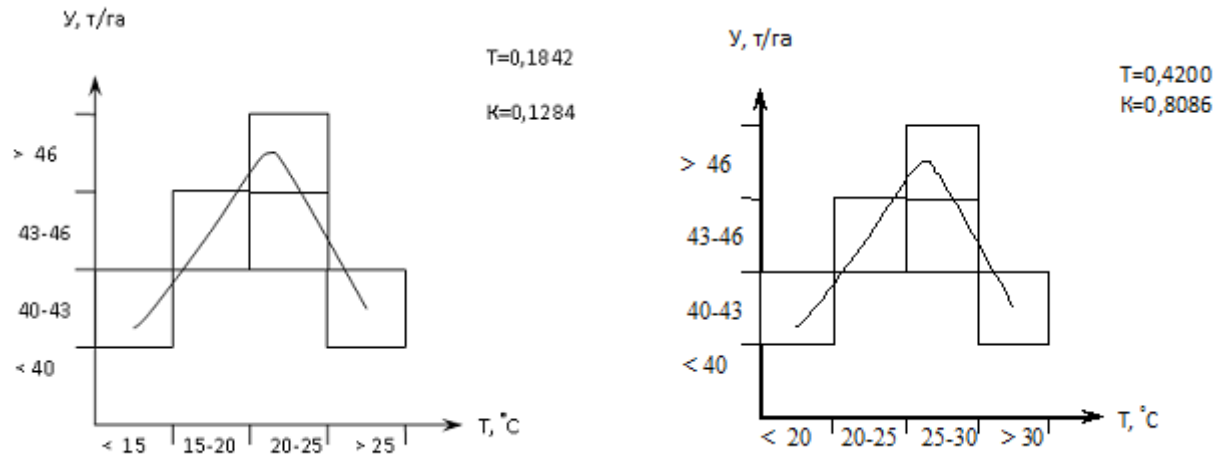


Рис. 9. Зависимость урожайности от температуры почвы

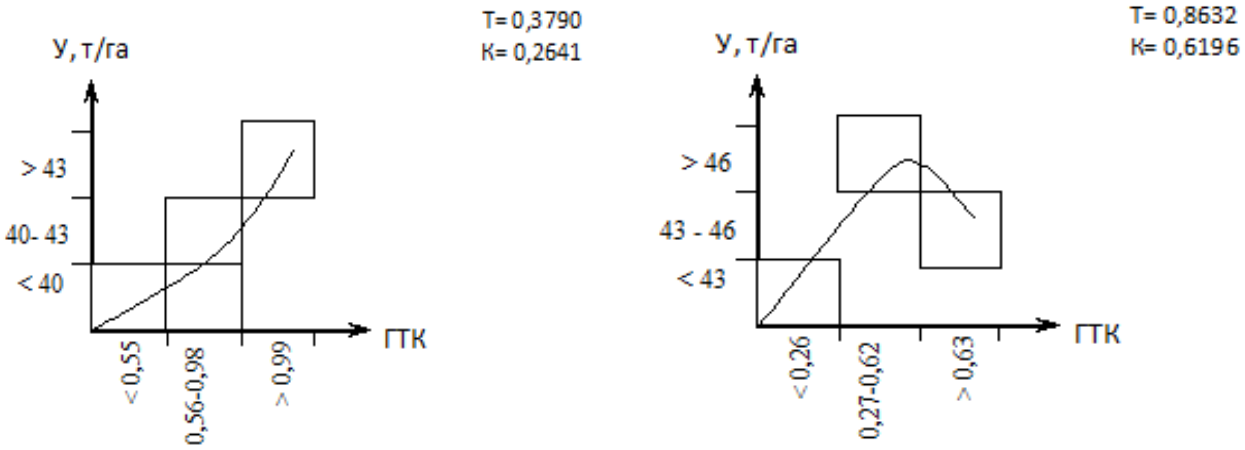


Рис. 10. Зависимость урожайности от гидротермического коэффициента

По долям влияния каждого фактора на урожайность орошаемой культуры получились следующие математические модели по годам исследований:

$$У_{2011г.} = [\ (\rho_{17\%}) \boxtimes (В_{12\%}) \boxtimes \boxtimes (ПН_{9\%})] \boxtimes [\ ТК_{6\%}\ ) \boxtimes (Т_{3\%})];$$

$$У_{2012\ г.} = [(В_{26\%}) \boxtimes (\rho_{20\%}) \boxtimes (ПН_{17\%})] \boxtimes \boxtimes [(ГТК_{8\%}) \boxtimes (Т_{4\%})].$$

Информационно-логический анализ на варианте с режимом орошения 75-85% НВ выявил следующие закономерности связи урожайности с изменением различных факторов. Зависимости изучаемых факторов носили тот же характер, что и на варианте при 65-75% НВ, но с незначительными отклонениями. Итак, достаточно высокая информативность к величине урожайности проявлялась от таких факторов, как влажность почвы, поливная норма и плотность почвы. Согласно значениям коэффициента передачи информации ($К_{2011г.} = 0,2730$; $К_{2012г.} = 0,2048$) и общей информативности ($Т_{2011г.} = 0,4193$; $Т_{2012г.} = 0,2941$) гидротермический коэффициент играет меньшую роль в формировании урожайности. Температура почвы по долям влияния и по связям с урожайностью стоит на последнем месте. Все графики зависимостей носят криволинейный характер и повторяют тенденцию варианта со средним режимом орошения (65-75% НВ).

Математическая модель урожайности столовой свёклы выглядела следующим образом:

$$У_{2011г.} = [(\rho_{17\%}) \boxtimes (ПН_{15\%}) \boxtimes (В_{14,5\%})] \boxtimes \boxtimes [(ГТК_{13\%}) \boxtimes (Т_{9\%})];$$

$$У_{2012\ г.} = [(В_{25\%}) \boxtimes (\rho_{20\%}) \boxtimes (ПН_{19\%})] \boxtimes \boxtimes [(ГТК_{11\%}) \boxtimes (Т_{3\%})].$$

Данные модели обеспечивают прогноз урожайности столовой свёклы в 65% случаях, в 35% – с отклонением на 1 ранг.

Заключение

Итак, исходя из вышеизложенных моделей урожайности, можно сделать вывод, что в различные по климатическим условиям годы максимальное влияние на формирование урожая столовой свёклы имели влажность и плотность почвы. На орошаемых участках меньшее воздействие оказывала поливная норма. Гидротермический коэффициент по всем вариантам исследований не являлся решающим фактором. Минимальное влияние оказала температура почвы в слое 0-60 см, которая на протяжении периода исследований была оптимальна для корнеплодов.

Библиографический список

1. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза. – Новосибирск: Наука СО, 1984. – 198 с.

2. Бурлакова Л.М., Морковкин Г.Г. Режим питательных веществ в черноземах в условиях орошения // Проблемы орошения почв Сибири: сб науч. тр. – Барнаул, 1988. – С. 65-68.

3. Танделов Ю.П. Плодородие почв и эффективность удобрений в Сибири. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 302 с.

4. Макарычев С.В., Трофимов И.Т., Болотов А.Г. и др. Теплофизическое состояние почв Алтая в условиях антропогенеза. – Барнаул, 2006. – 326 с.

5. Рассыпнов В.А. Сборник задач и упражнений по методике опытного дела. – Барнаул, 1987. – 61 с.

6. Бурлакова Л.М. Применение информационно-логического анализа в агрономии // Современные методы исследований в агрономии: сб. науч. тр. – Барнаул, 1990. – С. 18-24.

7. Пузаченко Ю.Т., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях // Итоги науки. – М.: ВИНИТИ, 1969. – Вып. 3. – С. 5-71.

References

1. Burlakova L.M. Plodorodie Altaiskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza. – Novosibirsk: Nauka SO, 1984. – 198 s.

2. Burlakova L.M., Morkovkin G.G. Rezhim pitatel'nykh veshchestv v chernozemakh v usloviyakh orosheniya // Problemy orosheniya pochv Sibiri: sb nauch. tr. – Barnaul, 1988. – S. 65-68.

3. Tandelov Yu.P. Plodorodie pochv i effektivnost' udobrenii v Sibiri. – M.: Izd-vo MGU, 1998. – 302 s.

4. Makarychev S.V., Trofimov I.T., Bolotov A.G. i dr. Teplofizicheskoe sostoyanie pochv Altaya v usloviyakh antropogeneza. – Barnaul, 2006. – 326 s.

5. Rassypnov V.A. Sbornik zadach i uprazhnenii po metodike opytnogo dela. – Barnaul, 1987. – 61 s.

6. Burlakova L.M. Primenenie informatsionno-logicheskogo analiza v agronomii // Sovremennye metody issledovanii v agronomii / Sb. nauch. tr. – Barnaul, 1990. – S. 18-24.

7. Puzachenko Yu.T., Moshkin A.V. Informatsionno-logicheskii analiz v mediko- geograficheskikh issledovaniyakh // Itogi nauki. – M.: VINITI, 1969. – Vyp. 3. – S. 5-71.