



DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-5

УДК: 632.4

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ПОРАЖАЕМОСТЬ СОИ ПЕРОНОСПОРОЗОМ

Коробейников А.С., Ашмарина Л.Ф.

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия*

Для цитирования: Коробейников А.С., Ашмарина Л.Ф. Влияние погодно-климатических условий вегетационного периода на поражаемость сои пероноспорозом // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 5. С. 36–42. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-5

For citation: Korobeinikov A.S., Ashmarina L.F. Vliyaniye pogodno-klimaticheskikh uslovii vegetatsionnogo perioda na porazhaemost' soi peronosporozom [Influence of weather and climatic conditions of the vegetation period on susceptibility of soybean to peronosporosis]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 5, pp. 36–42. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-5

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Изучено влияние погодно-климатических условий вегетационного периода на распространенность и развитие пероноспороза сои в условиях Западной Сибири. Исследования проходили в вегетационные периоды 2014–2019 гг. В качестве объектов изучения использовали кормовой сорт сои СибНИИК-315, а также листостебельные болезни сои. Постановка опытов предполагала проведение полевых исследований в сочетании с математическими методами анализа полученных данных. Параметрами, определяющими климатические условия, выступали гидротермический коэффициент Селянинова, средние температуры и сумма осадков. Для каждого года исследований определен гидротермический коэффициент Селянинова, выявлен комплекс фитопатогенов сои и их основные виды, получены данные по ежегодной распространенности и развитию пероноспороза. Проведенные исследования показали неоднородность основных факторов поражаемости сои. В связи с этим признано необходимым проведение кор-

INFLUENCE OF WEATHER AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE VEGETATION PERIOD ON SUSCEPTIBILITY OF SOYBEAN TO PERONOSPOROSIS

Korobeinikov A.S., Ashmarina L.F.

*Siberian Federal Scientific Centre
of AgroBioTechnologies of
the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia*

The influence of the weather and climatic conditions of the growing season on the prevalence and development of peronosporosis of the soybean in Western Siberia was studied. The studies took place during the growing seasons of 2014–2019. The objects of the research were SibNIIC-315 fodder soybean variety as well as diseases affecting leaves. The layout of the experiment involved conducting field research in combination with mathematical methods for analyzing the data obtained. The parameters determining climatic conditions were the Selyaninov hydrothermal coefficient, average temperatures, and the amount of precipitation. For each year of the research, the Selyaninov hydrothermal coefficient was determined, a complex of soybean phytopathogens and their main types were identified, the data on the annual prevalence and development of peronosporosis was obtained. The studies have shown the heterogeneity of the main factors affecting soybean. In this regard, it was found necessary to conduct a correlation analysis to identify

реляционного анализа для выявления зависимости между увлажненностью вегетационного периода и поражаемостью сои. По результатам корреляционного анализа отмечена явная зависимость между распространенностью и развитием пероноспороза и всеми характеристиками вегетационного периода в июне. Это может свидетельствовать о повышенной роли климатических условий данного месяца в формировании симптомов заболевания. Отмечено отсутствие зависимости между развитием пероноспороза и климатическими условиями июля и августа, что объясняется повышенными температурами в эти месяцы во все годы исследований. На конец августа – начало сентября приходится фаза полной спелости сои. В данный период развитие пероноспороза затруднено в связи с физиологическими процессами увядания растений, поэтому проследить связь развития заболевания с климатическими условиями практически невозможно.

Ключевые слова: соя, фитопатогены, пероноспороз, индекс развития болезни, гидротермический коэффициент, корреляция

ВВЕДЕНИЕ

Зернобобовые культуры имеют большое значение в сельском хозяйстве Сибири. Урожайность сои в Сибири составляет около 1,6 т/га, фасоли – 2,8, гороха – 0,73 т/га [1]. В условиях России основным регионом возделывания сои является Дальний Восток. В последнее время ареал возделывания сои как перспективной кормовой и продовольственной культуры постоянно расширяется в связи с выведением новых сортов, пригодных к выращиванию в более суровых условиях Западной Сибири. В настоящее время на территории лесостепи Приобья сою возделывают на площади 5–7 тыс. га [2, 3]. На урожайность культуры помимо климатических условий и сортовых признаков существенным образом влияет комплекс листостебельных фитопатогенов, снижающих как урожайность, так и качество зерна¹

the relationship between the moisture content of the growing season and soybean susceptibility. According to the results of the correlation analysis, a clear correlation was noted between the prevalence and development of peronosporosis and all the characteristics of the vegetation period in June. This may indicate a high role of the climatic conditions of this month in the formation of disease symptoms. There was a lack of correlation between the development of peronosporosis and the climatic conditions of July and August, which is explained by higher temperatures in these months in all the years of research. At the end of August – beginning of September there is a phase of full ripeness of soybean. In this period, the development of peronosporosis is difficult due to the physiological processes of plant wilting, therefore it was almost impossible to trace the connection between the development of the disease and climatic conditions.

Keywords: soybean, phytopathogens, peronosporosis, disease development index, hydrothermal coefficient, correlation

[4, 5]. Условия развития фитопатогенных организмов могут находиться в прямой связи с погодными условиями.

Цель исследования – выявить взаимосвязь между климатическими условиями вегетационного периода и распространенностью и развитием болезней сои.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проходили в вегетационные периоды 2014–2019 гг. В качестве объектов изучения использовали кормовой сорт сои СибНИИК-315 селекции Сибирского научного центра агробиотехнологий РАН, а также листостебельные болезни сои. Распространенность и развитие болезней определяли методом произвольной выборки 10 растений с опытной делянки с последующим анализом наличия симптомов заболевания. Развитие болезней устанавливали

¹Ашмарина Л.Ф., Коняева Н.М., Агаркова З.В. Вредные организмы кормовых культур и меры борьбы с ними в Западной Сибири: науч.-метод. пособие. Новосибирск, 2017. 43 с.

в соответствии с общепринятой шкалой [4]: 0 – симптомы отсутствуют; пораженность поверхности листьев, стеблей: 1 – 10%; 2 – 11–25; 3 – 26–50; 4 – 51–75; 5 – 75%, гибель растения.

Расчет индекса развития болезней определялся по формуле²

$$R = \frac{(a \cdot b) \cdot 100}{N \cdot K},$$

где $(a \cdot b)$ – произведение числа больных растений на соответствующий балл поражения, N – общее количество растений в пробе, K – высший балл шкалы учета.

Параметрами, определяющими климатические условия, выступали гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), средние температуры и сумма осадков. Погодные данные взяты из общедоступного источника (база данных ГМС «Огурцово» Новосибирской области). Установление зависимости между климатическими условиями и показателями распространенности и индекса развития болезней проводили методом корреляционного анализа.

Гидротермический коэффициент Селянинова рассчитывали по формуле³

$$K = \frac{R \cdot 10}{\Sigma t},$$

где R – сумма осадков в миллиметрах за период с температурами выше 10 °C; Σt – сумма температур за тот же период.

Все математические расчеты проводили штатными средствами программного пакета Microsoft Office Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях Западной Сибири соя поражается комплексом разнообразных возбудителей грибной и бактериальной природы. К ним относятся возбудители фузариоза (ком-

плекс грибных патогенов рода *Fusarium* L.), пустульного бактериоза (фитопатогенная бактерия *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*), черной бактериальной пятнистости (*Pseudomonas glycinea*), аскохитоза (сумчатый гриб *Ascochyta pisi* Lib.)⁴ [5–7]. Преобладающим в условиях Сибирского региона во все годы исследований был пероноспороз (возбудитель *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd.) (см. рис. 1). Наиболее благоприятен для развития этого заболевания теплый и влажный климат [8, 9]. Болезнь проявляется в виде прогрессирующей пятнистости верхней стороны листьев; в ряде случаев пятна сливаются, формируя очаги хлороза⁵ [10].

В течение вегетационных периодов 2014–2019 гг. пероноспороз развивался преимущественно на поздних стадиях развития растений, ближе к фазе полного созревания. Общий инфекционный фон за все годы исследований был умеренным: при 100%-й распространенности развитие болезни не превышало 2 балла (см. рис. 2).

Сорт СибНИИК-315, используемый в многолетних исследованиях в качестве стандартного, имеет довольно высокую восприимчивость к пероноспорозу (развитие заболевания при благоприятных условиях превышает 50%). Уровень развития болезни его значительно зависит от погодных условий вегетационного периода, которые различались в разные годы. Так, 2014 г. был прохладным и засушливым. В 2015 г. на фоне засушливых условий наблюдали повышенные температуры мая и июня. В 2018 г. на фоне достаточного увлажнения мая – июня отмечен его недостаток в июле – августе. В 2019 г. наибольшее количество осадков пришлось на середину вегетационного периода с преимущественным их преобладанием в июле.

²Методические указания по выявлению и учету основных болезней сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1975. 54 с.

³Брошюра производственной деятельности филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Пермскому краю и прогноз на 2017 год распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Пермском крае и меры борьбы с ними / под ред. А.И. Широкова. Пермь, 2017. 7 с.

⁴Атлас болезней кормовых культур в Западной Сибири / Л.Ф. Ашмарина, И.М. Горобей, Н.М. Коняева, З.В. Агаркова. Новосибирск, 2010. 173 с.

⁵Спивак В.В., Червоненко М.Г., Ищенко И.В. Защита сои от вредителей и болезней: Информационный лист // Черкасский ЦНТИ. Черкасск, 1995. № 46–95. 2 с.

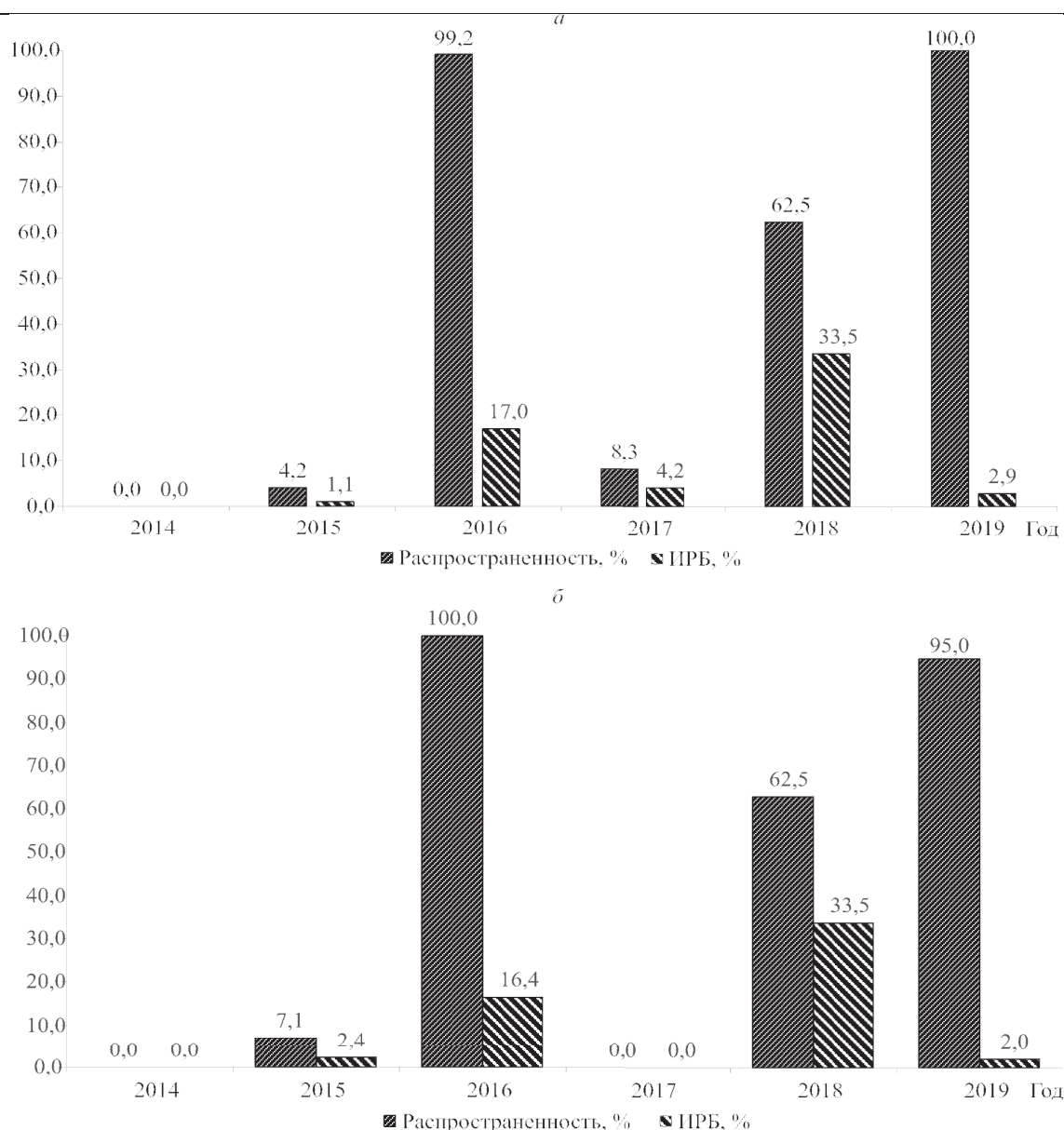


Рис. 2. Распространенность и развитие пероноспороза на сое:
а – в питомнике конкурсного сортоиспытания; б – в контрольном питомнике

Fig. 2. Prevalence and development of peronosporosis on soybean:
а – competitive variety testing nursery; б – control nursery

На основе данных средних температур, суммы осадков и гидротермического коэффициента Селянинова проведен корреляционный анализ для выявления зависимости распространенности и развития пероноспороза от погоднo-климатических условий (см. табл. 1, 2).

По результатам корреляционного анализа отмечена явная зависимость между распространенностью и развитием пероноспороза и всеми характеристиками вегетационного периода в июне. Это может свидетельство-

вать о повышенной роли климатических условий данного месяца в формировании симптомов заболевания. Распространенность пероноспороза в основном зависит от температурного режима всего периода вегетации. Кроме того, отмечено отсутствие зависимости между развитием пероноспороза и климатическими условиями июля и августа. Это, вероятно, обусловлено наблюдавшимися в данные месяцы за все годы исследований повышенными температурами в сочетании с почти полным отсутствием осадков,

Табл. 1. Корреляционный анализ зависимости распространённости и развития пероноспороза в питомнике конкурсного сортоиспытания от климатических условий вегетационных периодов 2014–2019 гг.

Table 1. Correlation analysis of the dependence of prevalence and development of peronosporosis in the competitive variety testing nursery on the climatic conditions of vegetation periods 2014–2019.

Блок данных	Распространенность							ИРБ						
	Май	Июнь	Июль	Август	Май – июнь	Июль – август	Май – август	Май	Июнь	Июль	Август	Май – июнь	Июль – август	Май – август
Средняя температура	–0,42851	0,10181	0,28152	0,30285	–0,24087	0,31033	0,22989	–0,84936	0,47272	–0,02240	–0,22748	–0,32274	–0,12560	–0,25877
Осадки	–0,35647	–0,20417	0,56551	–0,77012	–0,37993	–0,06054	–0,34620	0,30423	0,56966	–0,25654	–0,36530	0,58234	–0,54622	0,00516
ГТК	–0,35465	0,04648	–0,48661	–0,54586	–0,13056	–0,58558	–0,49107	0,24994	0,61904	–0,78665	–0,13200	0,63988	–0,45106	–0,04321

Табл. 2. Корреляционный анализ зависимости распространённости и развития пероноспороза в контрольном питомнике от климатических условий вегетационных периодов 2014–2019 гг.

Table 2. Correlation analysis of the dependence of prevalence and development of peronosporosis in the control nursery on the climatic conditions of vegetation periods 2014–2019.

Блок данных	Распространенность							ИРБ						
	Май	Июнь	Июль	Август	Май – июнь	Июль – август	Май – август	Май	Июнь	Июль	Август	Май – июнь	Июль – август	Май – август
Средняя температура Осадки	–0,45061	0,10616	0,27596	0,27596	–0,25472	0,29385	0,21469	–0,86382	0,43603	–0,03463	–0,24453	–0,35690	–0,14052	–0,30078
	–0,30217	–0,23722	0,53361	–0,77202	–0,36393	–0,09353	–0,36085	0,39051	0,47982	–0,25662	–0,36672	0,58341	–0,54744	0,00499
ГТК	–0,29442	0,01064	–0,51410	–0,57043	–0,13038	–0,61256	–0,51067	0,34597	0,52970	–0,79431	–0,17828	0,61305	–0,48271	–0,07786

что вызывало задержку развития ранних симптомов заболевания. На конец августа – начало сентября приходится фаза полной спелости сои, в которую развитие пероноспороза затруднено в связи с физиологическими процессами увядания растений, ввиду чего проследить связь развития заболевания с климатическими условиями практически невозможно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На развитие пероноспороза существенно влияет комплекс погодных-климатических условий середины вегетационного периода. Распространенность пероноспороза связана преимущественно с температурными условиями всего вегетационного периода. Проведение оценочных и профилактических мероприятий в период до середины вегетационного периода может иметь ключевое значение для предотвращения эпифитотии на более поздних этапах развития растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заостровных В.И. Болезни сои // Защита и карантин растений. 2005. № 2. С. 49–53.
2. Васильев В.Т. Кормовые культуры России. СПб.: ПрофиКС, 2006, 328 с.
3. Рожанская О.А. Соя и нут в Сибири. Новосибирск: Юпитер, 2005. 155 с.
4. Ашмарина Л.Ф., Коняева Н.М., Горобей И.М. Болезни сои в Западной Сибири // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2008. № 1. С. 37–39.
5. Васильев С.М., Акопян А.В. Цикличность климатических факторов в оценке динамики урожайности зерновых культур на орошаемых землях // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 65 (01). С. 1–14.
6. Ашмарина Л.Ф., Горобей И.М., Давыдова Н.Ф. Фузариозы кормовых бобов в лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. № 7. С. 42–46.
7. Патковская Э., Пента Д. Использование биопрепаратов для биологической защиты сои (*Glycine Max* (L.) Merrill.) // Plant protection: manual of Proceedings, issue 30, part 1. Minsk, 2006. С. 494–497.

8. Солотчина Г.Ф. Бактериальные болезни сои // Болезни и вредители сои на юге Дальнего Востока и меры борьбы с ними. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1971. С. 30–100.
9. Балаева Е.В., Виноградова Н.И. Заболевания зернобобовых культур в лесостепной зоне Омской области. Омск: Издательство Омского сельскохозяйственного института, 1964. 75 с.
10. Sinclair J.B., Backman P.A. Compendium of Soybean Diseases. APS Press, 1989. 106 p.

REFERENCES

1. Zaostrovnykh V.I. Bolezni soi [Soybean diseases]. *Zashchita i karantin rastenii* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2005, no. 2, pp. 49–53. (In Russian).
2. Vas'ko V.T. *Kormovye kul'tury Rossi* [Fodder crops of Russia]. St. Petersburg: ProfiKS Publ., 2006, 328 p. (In Russian).
3. Rozhanskaya O.A. *Soya i nut v Sibir* [Soybean and chickpeas in Siberia]. Novosibirsk: Yupiter Publ., 2005, 155 p. (In Russian).
4. Ashmarina L.F., Konyaeva N.M., Gorobei I.M. Bolezni soi v Zapadnoi Sibiri [Soybean diseases in Western Siberia]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Vestnik of the Russian Agricultural Science], 2008, no. 1, pp. 37–39. (In Russian).
5. Vasil'ev S.M., Akopyan A.V. Tsiklichnost' klimaticheskikh faktorov v otsenke dinamiki urozhainosti zernovykh kul'tur na oroshaemykh zemlyakh [Cyclical nature of climatic factors in estimation of dynamics of the yields of crops on irrigated lands]. *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], 2011, no. 65 (01), pp. 1–14. (In Russian).
6. Ashmarina L.F., Gorobei I.M., Davydova N.F. Fuzarioz y kormovykh bobov v lesostepi Zapadnoi Sibiri [Fusarioses of broad beans in forest-steppe of Western Siberia]. *Sibirskii vestnik selskokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2008, no. 7, pp. 42–46. (In Russian).
7. Patkovska E., Penta D. Ispol'zovanie biopreparatov dlya biologicheskoi zashchity soi (*Glycine Max* (L.) Merrill.). [The use of biological products for the biological protection of soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill.)], *Plant protection: manual of Proceedings*, issue 30, part 1. Minsk, 2006, pp. 494–497.

8. Solotchina G.F. Bakterial'nye bolezni soi [Bacterial soybean diseases]. *Bolezni i vrediteli soi na yuge Dal'nego Vostoka i mery bor'by s nimi*. [Diseases and pests of soybean in the south of Far East and measures against them]. Vladivostok: DVNTs AN SSSR Publ., 1971, pp. 30–100. (In Russian).
9. Balaeva E.V., Vinogradova N.I. *Zabolevaniya zernobobovykh kul'tur v lesostepnoi zone Omskoi oblasti* [Diseases of grain legumes in the forest-steppe zone of Omsk region]. Omsk: Izdatel'stvo Omskogo sel'skokhozyaistvennogo instituta [Omsk: Publishing House of Omsk Institute of Agriculture], 1964. 75 p. (In Russian).
10. Sinclair J.B., Backman P.A. Compendium of Soybean Diseases. *APS Press*, 1989, 106 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

(✉) **Коробейников А.С.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** 630501, Россия, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: contra.boehm@gmail.ru

Ашмарина Л.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; e-mail: alf8@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

(✉) **Korobeinikov A.S.**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: contra.boehm@gmail.ru

Ashmarina L.F., Doctor of Science in Agriculture, Senior Researcher; e-mail: alf8@yandex.ru

*Дата поступления статьи 20.05.2019
Received by the editors 20.05.2019*