

我国茶园土壤的酸化及其防治

廖万有

o 安徽省农科院茶叶研究所s 祁门y.AB\Gamma\alpha\phi

摘 要 本文就近年我国茶园土壤酸度的演化趋向，茶园酸化对土壤肥力及茶树生理的影响作了较详尽的阐述s 分析了茶园土壤酸化的原因s 并针对我国具体情况提出了防治茶园土壤酸化的改良措施。

关键词 茶园 土壤酸化 防治

茶树是喜酸作物s 酸性土壤是茶树生长所必需的生态条件之一s 但并非土壤越酸s 茶树生长也就越好。大量研究结果表明s 适宜茶树生长的土壤 Φ 值范围为 $A\iota B-\Gamma\iota\kappa s$ 其中 $B\iota B$ 是最适值。但当前茶园因种种原因s 土壤酸化日趋严重s 并已成为茶叶生产中的世界性问题s 引起了各国土壤学界、生态学界和茶学界的极大关注。为此s 本文将根据当前我国茶园土壤的酸化状况s 就如何防止茶园土壤的酸化s 提出几点措施。

x 我国茶园土壤酸化现状

茶园通过长期栽培s 其土壤有进一步酸化的趋势s 这已被世界各地茶园土壤的资料所证实。本世纪 Γw 年代s 世界上主要产茶国茶园土壤的 Φ 值大多在 $B\iota\kappa-\Gamma\iota\kappa s$ 我国茶园亦是如此。但到了 $\Delta\kappa$ 年代后s 尤其是到 $E\kappa v$ 年代中期s 世界各地茶园土壤在不断酸化s Φ 值都降到了 $A\iota\kappa v-B\iota\kappa v$ 左右s 有的更低s 其中日本茶园酸化最为严重。据报道 $^{0\kappa\kappa}$ 全日本平均 Φ 值在 $z\ \iota Z$ 以下的茶园要占 $zE\iota d\Gamma A\ \%$ $A\iota\kappa v-A\iota Z$ 的茶园占 $z\Delta\iota B y\ \%$ s 茶树生长最适 Φ 值 $B\iota\kappa v-\Gamma\iota\kappa v$ 的茶园只占 $x B\iota\alpha x\ \%$ 。而我国也有很多关于茶园土壤酸化的报道s 如 $\Delta\kappa$ 年代初贵州省的桐子坡砂质黄壤生荒土的 Φ 值为 $B\iota y s$ 在种茶 xw 年后s 土壤 Φ 值降为 $A\iota\kappa^{0 y\ \kappa}\ \Theta$ 江苏省的毛麓茶场未种茶的黄棕壤 Φ 值为 $B\iota\Delta s$ 种茶 Z 年降为 $A\iota ZZ-B\iota y Z s$ 种茶后 $y Z$ 年降为 $A\iota\Gamma w-A\iota d\Gamma B s$ 种茶 $E\kappa v$ 年降为 $z\ \iota\Gamma y-A\iota\kappa\kappa^{0\kappa\ \kappa}\ \Theta$ 安徽省祁门县山地红黄壤茶园s 树龄 Γ 年时s 土壤 Φ 值为

$B\iota\kappa v-\Gamma\iota\kappa s$ 树龄 $x Z$ 年时降为 $A\iota\alpha z-A\iota\kappa\iota\Gamma s$ 树龄 $y z$ 年时降到 $z\ \iota E B-z\ \iota Z\ \iota v^{A\kappa}\ \Theta$ 杭州茶叶试验场山地黄泥土在新建茶园时 Φ 值为 $B\iota\kappa v-B\iota B s$ 种茶 $x B-y w$ 年时 Φ 值降至 $A\iota\kappa v-A\iota d B^{B\kappa}$ 。针对这一现象s 中国农科院茶叶研究所 $x Z E\Delta-x Z E Z$ 年对浙江、江西、湖南、广东、广西、贵州和安徽等省的低丘红壤茶园进行了大面积的抽样调查s 结果显示 $^{0\Gamma\kappa}$ $H\ \Phi$ 值在 $B\iota\kappa v-\Gamma\iota\kappa v$ 的茶园只占 $z Z\iota\kappa\ \%$ $A\iota\kappa v-B\iota\kappa v$ 的占多数s 达 $B E\iota B\ \%$ s 小于 $A\iota\kappa v$ 的茶园有相当比重s 达 $x y\ \iota B\ \%$ s 也就是说土壤 Φ 值在 $B\iota\kappa v$ 以下的茶园达 $\Delta\kappa\ \%$ 左右s 而且发现不少 Φ 值在 $z\ \iota\kappa v$ 以下的茶园。可见s 当前我国不同类型茶园土壤已明显地向越来越酸的方向演化s 而茶树适宜 Φ 值 $B\iota\kappa v-B\iota B$ 范围内的茶园比例在逐年减少。因此s 加强对茶园土壤酸化情况的定位监测s 及时采取有效措施s 控制茶园进一步酸化是十分必要的。

y 茶园酸化对土壤肥力及茶树生理的影响

y\iota\alpha 酸化茶园土壤化学性状劣化

由于酸性土壤中酸度的核心是土壤中铝的形态及其转化。土壤酸性强s 其铝、铁、锰的溶解度增大。因而茶园土壤酸化后s 必然导致土壤中活性铝含量过高s 这些离子集积在根尖s 会妨碍养分的吸收s 虽然对耐酸性的茶树来说s 并不会产生直接危害s 但铁、铝、锰离子均可使土壤中有效态磷变为不可溶性的盐类s 降低其有效性。除此之外s 土壤酸化还使氮、

硫、钼等元素的有效度降低 s 钾、钙、镁等盐基元素的淋溶损失加剧 s 从而影响茶树对它们的吸收。

y uY 酸化茶园土壤物理性状恶化

酸性土壤 s 一般缺乏良好的物理性质 s 但随着酸性的增强 s 土壤中的腐殖质多变为可溶性的腐植酸 s 易于淋失 s 含量低 s 又缺乏钙素 s 同时由于土壤胶体吸收了较多的氢离子 s 土壤难于形成良好的团粒结构 s 粘粒的粘着性加大 s 降低了土壤的透水性和通气性。天晴结硬块 s 雨后成烂泥 s 茶树长势受影响。

y uK 酸化茶园土壤微生物区系破坏

随着土壤的酸化 s 土壤中微生物的生长繁殖受到影响。由于土壤中绝大多数有益微生物都是适宜于近中性的反应 s 如硝化细菌适宜的 Φ 值为 $\Gamma iB-\Delta iZ$ 氨化细菌 Φ 值为 $\Gamma i\Gamma-\Delta iB$ 自生固氮菌的 Φ 值为 $\Gamma iB-\Delta iE$ 嫌气性固氮菌的 Φ 值为 $\Gamma iZ-\Delta iK$ 根瘤菌的 Φ 值为 $\Gamma i\Gamma-\Delta iK$ 纤维分解菌的 Φ 值为 $\Gamma iE-\Delta iB$ 随着土壤环境酸化 s 上述微生物均大量减少 s 不利于有机质的矿化和氮素的固定 s 同时也不利于土壤中养分的转化。

y uA 土壤酸化对茶树生理作用的影响

土壤是植物根系生存的基础 s 土壤的酸化将直接对茶树根系及其吸收功能产生影响。林智等人研究表明^[34]当土壤 Φ 值为 $B iK-\Gamma iK$ 时 s 茶树的根系发达 s 生长旺盛 Θ 当 Φ 值小于 $A iK$ 时 s 根尖萎缩 s 生长受抑制 s 此时茶树对氮、磷、钾的吸收量急剧下降 s 而对铝、锰、锌的吸收与土壤 Φ 值呈负相关 s 对钙的吸收与土壤 Φ 值呈显著的正相关 s 对硼和钼的吸收与土壤 Φ 值则呈二次曲线相关 s 在 $\Phi B iK-\Gamma iK$ 时 s 吸收量最多。因而,土壤酸化对茶树地上部分,特别是新梢的生长将产生间接影响。在 $\Phi B iK-\Gamma iK$ 的土壤上 s 茶树发芽早 s 新梢生长快 Θ 而在 $\Phi I A iK$ 的土壤上 s 茶树发芽迟缓 s 新梢生长缓慢。

z 茶园土壤酸化的原因

z u 茶园土壤的自然酸化

首先是茶树自身物质循环的结果。由于茶树属聚铝性作物 s 平均含铝量在 $x B a v: v v w$ 以上 s 老叶中的含量可达 $y w a a v: v v w$ 。因而在其生长过程中每年都要从土壤深处吸收大量的活性铝。据研究^[35] s

在茶树生长适宜的 Φ 值条件下 s 茶树可利用根系分泌的有机酸及多酚类物质将土壤中的磷和铝络合 s 并呈一定克分子比的络合离子吸收。当 $\Phi-\phi$ 进入到根细胞之后 s 由于 Φ 条件改变 $\phi, \Phi \approx \Delta i p s$ $\Phi-\phi$ 络合物又解体 s ϕ 大部分被送到幼嫩部分供茶树生长所需 s 而 Φ 大部分进入到老叶聚积起来。当老叶脱落后 s 这些铝又重新归还到土壤 s 随着茶树生长和根系的发展 s 把土壤深处的铝逐步在茶园土壤表层聚集起来。在这个物质循环过程中 s 钙、镁等盐基物质虽也参与表层的富集过程 s 但钙、镁等元素迁移能力强 s 从表层又被雨水淋洗到深处 s 而铝因移动性差 s 却在土壤表层大量富集 s 从而促使土壤富铝化 s 并使之不断酸化 s 这就是茶园土壤发生学的特点 s 也是茶园酸化的主要原因。因此 s 茶树种植时间越长 s 树冠覆盖度越大 s 落叶越多 s 土壤酸化就越严重。茶园土壤自然酸化的另一个原因是由茶树根系代谢的结果 s 因茶树是“嫌钙”作物 s 碳代谢过程中所产生的多余有机酸不易用钙中和 s 而是通过根系的分泌物排除 s 因此 s 茶树根系所分泌的有机酸较其他作物要高出 E 倍多^[36]。我们已测得茶根分泌的有机酸主要有草酸、柠檬酸、苹果酸等 s 这些酸无疑将会使根际土壤酸化 s 方兴汉等人^[37]用水培试验证实 s 茶根分泌物对环境的酸化是十分明显而严重的。根系分泌物酸化土壤除有机酸外 s 主要还有碳酸。因茶树系多年生常绿作物 s 根系代谢作用强烈 s 而茶园土壤耕翻条件差 s 因此 s 根系分泌物容易积累而酸化土壤 s 其酸化特点是由根茎处逐渐向蓬面处扩展。

z uY 茶园土壤的人为酸化

除上述茶树自身物质代谢导致茶园土壤酸化外 s 茶园土壤的酸化受栽培过程中人为的影响则更大 s 施肥是直接影响茶园土壤酸度的首要因素。 Γv 年代以前 s 我国茶园肥料主要是农家肥、绿肥等 s 茶树所需的 ϑ, ϕ, Ω 素主要来自于有机肥。进入 Δv 年代后 s 随化肥工业的发展 s 茶园肥料的主体由有机肥转向无机肥 s 化肥使用的数量逐渐增加。由于茶树是叶用作物 s 对氮肥特别嗜好 s 随化学氮肥用量的增加和施用年限的延长 s 酸化明显加深^[38]。并且不同氮肥对茶园土壤酸化的程度不同 s 以硫酸铵的酸化能力最强。尿素虽系中性肥 s 但它在土壤中很快氨化继

而又被硝化后,也能酸化土壤,但酸化强度大大低于生理酸性肥料。另外,过量的施氮引起土壤盐基元素的吸带和淋失也是茶园酸化的另一方面原因。因此,长期大量偏施化学氮肥是加剧茶园土壤酸化的最根本原因。除此之外,茶园土壤酸化与当前茶区大气污染、酸雨增多也有关系。据研究^[1],我国几个重酸雨区都分布在南方的红壤地区,受酸雨酸化的土壤面积已达 200 多万公顷。

导致茶园土壤酸化,除上述 4 种原因外可能还有其它原因,不同地区,不同茶园其酸化的主要原因不同,因此,为控制茶园土壤酸化,首先必须对土壤酸化的实质、原因进行深入研究,有的放矢地采取改良措施,才能收到成效。

A 茶园土壤酸化的控制

A.1 增施有机肥,改良土壤结构,提高土壤缓冲能力

有机肥,尤其是一些厩肥、堆肥和土杂肥等,一般都呈中性或微碱性反应,在茶园中具有中和土壤游离酸的作用,并且,各种有机肥都含有较丰富的钙、镁、钠、钾等元素,可以补充茶园盐基物质淋失而造成的不足,具有缓解土壤酸化的作用。其次,有机肥中的各种有机酸及其盐所形成的络合体具有很强的缓冲能力^[2]。此外,有机肥经微生物分解后合成的腐殖质,可与土壤中矿质胶体结合,形成有机—无机复合胶体,也能增加土壤的缓冲性能。因此,施用有机肥对茶园酸化有很大的缓冲作用。我国过去种茶一向是以施有机肥为主,因此茶园没有明显酸化就是这个原因。据湖南省茶叶研究所通过三年的研究发现^[3],只施农家有机肥的茶园,土壤 pH 值从 4.5—5.5 变为 5.5—6.5,呈上升趋势,而单一施用无机化肥的茶园,土壤 pH 值则由 4.5—5.5 变为 4.0—4.5,呈下降趋势。

A.2 改进施肥结构,防止营养元素平衡失调

化肥可迅速改变茶园土壤养分的含量水平,如施肥不平衡,会导致土壤营养元素不平衡,容易恶化土壤反应条件,尤其是片面地单独长期施用酸性肥、生理酸性肥或铵态氮肥,都会使土壤酸化。因此,在茶园施肥中不能只强调施氮肥,要氮、磷、钾及中量元素配合施用。在肥料品种上也不能只施用某一品

种,要使几种形态肥料交换施和轮流施。最好是根据茶树吸肥特性和土壤特点,实行测土配方施肥或将几种肥料经复配后施用,这样才能起到平衡土壤养分和防止土壤酸化的作用。

A.3 适量施用白云石粉调整土壤 pH 值

对于已经明显酸化,土壤 pH 值降到 4.5 以下的茶园,应采取化学改良措施进行调整。根据国内外的实践经验^[4],施用石灰虽可矫正 pH 值,但对茶叶的增产和提质作用不很明显,若施用不当,还会产生不利影响。而采用白云石粉 $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow CaHCO_3$ 效果较好,对于长期施铵态氮肥而引起缺镁的茶园,有效镁在 0.1—0.2% 的土壤,施用白云石粉则有更好的效果。白云石粉的用量建议按 100 个代换酸来计算,生产上一般的做法是每公顷施 1000 kg 过磷酸钙目的白云石粉,在秋冬季与基肥掺合施用,每年一次,或隔二三年施一次。

参 考 文 献

[1] 内田薰. 茶. 日本. 1980. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000. 1001. 1002. 1003. 1004. 1005. 1006. 1007. 1008. 1009. 1010. 1011. 1012. 1013. 1014. 1015. 1016. 1017. 1018. 1019. 1020. 1021. 1022. 1023. 1024. 1025. 1026. 1027. 1028. 1029. 1030. 1031. 1032. 1033. 1034. 1035. 1036. 1037. 1038. 1039. 1040. 1041. 1042. 1043. 1044. 1045. 1046. 1047. 1048. 1049. 1050. 1051. 1052. 1053. 1054. 1055. 1056. 1057. 1058. 1059. 1060. 1061. 1062. 1063. 1064. 1065. 1066. 1067. 1068. 1069. 1070. 1071. 1072. 1073. 1074. 1075. 1076. 1077. 1078. 1079. 1080. 1081. 1082. 1083. 1084. 1085. 1086. 1087. 1088. 1089. 1090. 1091. 1092. 1093. 1094. 1095. 1096. 1097. 1098. 1099. 1100. 1101. 1102. 1103. 1104. 1105. 1106. 1107. 1108. 1109. 1110. 1111. 1112. 1113. 1114. 1115. 1116. 1117. 1118. 1119. 1120. 1121. 1122. 1123. 1124. 1125. 1126. 1127. 1128. 1129. 1130. 1131. 1132. 1133. 1134. 1135. 1136. 1137. 1138. 1139. 1140. 1141. 1142. 1143. 1144. 1145. 1146. 1147. 1148. 1149. 1150. 1151. 1152. 1153. 1154. 1155. 1156. 1157. 1158. 1159. 1160. 1161. 1162. 1163. 1164. 1165. 1166. 1167. 1168. 1169. 1170. 1171. 1172. 1173. 1174. 1175. 1176. 1177. 1178. 1179. 1180. 1181. 1182. 1183. 1184. 1185. 1186. 1187. 1188. 1189. 1190. 1191. 1192. 1193. 1194. 1195. 1196. 1197. 1198. 1199. 1200. 1201. 1202. 1203. 1204. 1205. 1206. 1207. 1208. 1209. 1210. 1211. 1212. 1213. 1214. 1215. 1216. 1217. 1218. 1219. 1220. 1221. 1222. 1223. 1224. 1225. 1226. 1227. 1228. 1229. 1230. 1231. 1232. 1233. 1234. 1235. 1236. 1237. 1238. 1239. 1240. 1241. 1242. 1243. 1244. 1245. 1246. 1247. 1248. 1249. 1250. 1251. 1252. 1253. 1254. 1255. 1256. 1257. 1258. 1259. 1260. 1261. 1262. 1263. 1264. 1265. 1266. 1267. 1268. 1269. 1270. 1271. 1272. 1273. 1274. 1275. 1276. 1277. 1278. 1279. 1280. 1281. 1282. 1283. 1284. 1285. 1286. 1287. 1288. 1289. 1290. 1291. 1292. 1293. 1294. 1295. 1296. 1297. 1298. 1299. 1300. 1301. 1302. 1303. 1304. 1305. 1306. 1307. 1308. 1309. 1310. 1311. 1312. 1313. 1314. 1315. 1316. 1317. 1318. 1319. 1320. 1321. 1322. 1323. 1324. 1325. 1326. 1327. 1328. 1329. 1330. 1331. 1332. 1333. 1334. 1335. 1336. 1337. 1338. 1339. 1340. 1341. 1342. 1343. 1344. 1345. 1346. 1347. 1348. 1349. 1350. 1351. 1352. 1353. 1354. 1355. 1356. 1357. 1358. 1359. 1360. 1361. 1362. 1363. 1364. 1365. 1366. 1367. 1368. 1369. 1370. 1371. 1372. 1373. 1374. 1375. 1376. 1377. 1378. 1379. 1380. 1381. 1382. 1383. 1384. 1385. 1386. 1387. 1388. 1389. 1390. 1391. 1392. 1393. 1394. 1395. 1396. 1397. 1398. 1399. 1400. 1401. 1402. 1403. 1404. 1405. 1406. 1407. 1408. 1409. 1410. 1411. 1412. 1413. 1414. 1415. 1416. 1417. 1418. 1419. 1420. 1421. 1422. 1423. 1424. 1425. 1426. 1427. 1428. 1429. 1430. 1431. 1432. 1433. 1434. 1435. 1436. 1437. 1438. 1439. 1440. 1441. 1442. 1443. 1444. 1445. 1446. 1447. 1448. 1449. 1450. 1451. 1452. 1453. 1454. 1455. 1456. 1457. 1458. 1459. 1460. 1461. 1462. 1463. 1464. 1465. 1466. 1467. 1468. 1469. 1470. 1471. 1472. 1473. 1474. 1475. 1476. 1477. 1478. 1479. 1480. 1481. 1482. 1483. 1484. 1485. 1486. 1487. 1488. 1489. 1490. 1491. 1492. 1493. 1494. 1495. 1496. 1497. 1498. 1499. 1500. 1501. 1502. 1503. 1504. 1505. 1506. 1507. 1508. 1509. 1510. 1511. 1512. 1513. 1514. 1515. 1516. 1517. 1518. 1519. 1520. 1521. 1522. 1523. 1524. 1525. 1526. 1527. 1528. 1529. 1530. 1531. 1532. 1533. 1534. 1535. 1536. 1537. 1538. 1539. 1540. 1541. 1542. 1543. 1544. 1545. 1546. 1547. 1548. 1549. 1550. 1551. 1552. 1553. 1554. 1555. 1556. 1557. 1558. 1559. 1560. 1561. 1562. 1563. 1564. 1565. 1566. 1567. 1568. 1569. 1570. 1571. 1572. 1573. 1574. 1575. 1576. 1577. 1578. 1579. 1580. 1581. 1582. 1583. 1584. 1585. 1586. 1587. 1588. 1589. 1590. 1591. 1592. 1593. 1594. 1595. 1596. 1597. 1598. 1599. 1600. 1601. 1602. 1603. 1604. 1605. 1606. 1607. 1608. 1609. 1610. 1611. 1612. 1613. 1614. 1615. 1616. 1617. 1618. 1619. 1620. 1621. 1622. 1623. 1624. 1625. 1626. 1627. 1628. 1629. 1630. 1631. 1632. 1633. 1634. 1635. 1636. 1637. 1638. 1639. 1640. 1641. 1642. 1643. 1644. 1645. 1646. 1647. 1648. 1649. 1650. 1651. 1652. 1653. 1654. 1655. 1656. 1657. 1658. 1659. 1660. 1661. 1662. 1663. 1664. 1665. 1666. 1667. 1668. 1669. 1670. 1671. 1672. 1673. 1674. 1675. 1676. 1677. 1678. 1679. 1680. 1681. 1682. 1683. 1684. 1685. 1686. 1687. 1688. 1689. 1690. 1691. 1692. 1693. 1694. 1695. 1696. 1697. 1698. 1699. 1700. 1701. 1702. 1703. 1704. 1705. 1706. 1707. 1708. 1709. 1710. 1711. 1712. 1713. 1714. 1715. 1716. 1717. 1718. 1719. 1720. 1721. 1722. 1723. 1724. 1725. 1726. 1727. 1728. 1729. 1730. 1731. 1732. 1733. 1734. 1735. 1736. 1737. 1738. 1739. 1740. 1741. 1742. 1743. 1744. 1745. 1746. 1747. 1748. 1749. 1750. 1751. 1752. 1753. 1754. 1755. 1756. 1757. 1758. 1759. 1760. 1761. 1762. 1763. 1764. 1765. 1766. 1767. 1768. 1769. 1770. 1771. 1772. 1773. 1774. 1775. 1776. 1777. 1778. 1779. 1780. 1781. 1782. 1783. 1784. 1785. 1786. 1787. 1788. 1789. 1790. 1791. 1792. 1793. 1794. 1795. 1796. 1797. 1798. 1799. 1800. 1801. 1802. 1803. 1804. 1805. 1806. 1807. 1808. 1809. 1810. 1811. 1812. 1813. 1814. 1815. 1816. 1817. 1818. 1819. 1820. 1821. 1822. 1823. 1824. 1825. 1826. 1827. 1828. 1829. 1830. 1831. 1832. 1833. 1834. 1835. 1836. 1837. 1838. 1839. 1840. 1841. 1842. 1843. 1844. 1845. 1846. 1847. 1848. 1849. 1850. 1851. 1852. 1853. 1854. 1855. 1856. 1857. 1858. 1859. 1860. 1861. 1862. 1863. 1864. 1865. 1866. 1867. 1868. 1869. 1870. 1871. 1872. 1873. 1874. 1875. 1876. 1877. 1878. 1879. 1880. 1881. 1882. 1883. 1884. 1885. 1886. 1887. 1888. 1889. 1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900. 1901. 1902. 1903. 1904. 1905. 1906. 1907. 1908. 1909. 1910. 1911. 1912. 1913. 1914. 1915. 1916. 1917. 1918. 1919. 1920. 1921. 1922. 1923. 1924. 1925. 1926. 1927. 1928. 1929. 1930. 1931. 1932. 1933. 1934. 1935. 1936. 1937. 1938. 1939. 1940. 1941. 1942. 1943. 1944. 1945. 1946. 1947. 1948. 1949. 1950. 1951. 1952. 1953. 1954. 1955. 1956. 1957. 1958. 1959. 1960. 1961. 1962. 1963. 1964. 1965. 1966. 1967. 1968. 1969. 1970. 1971. 1972. 1973. 1974. 1975. 1976. 1977. 1978. 1979. 1980. 1981. 1982. 1983. 1984. 1985. 1986. 1987. 1988. 1989. 1990. 1991. 1992. 1993. 1994. 1995. 1996. 1997. 1998. 1999. 2000. 2001. 2002. 2003. 2004. 2005. 2006. 2007. 2008. 2009. 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. 2016. 2017. 2018. 2019. 2020. 2021. 2022. 2023. 2024. 2025. 2026. 2027. 2028. 2029. 2030. 2031. 2032. 2033. 2034. 2035. 2036. 2037. 2038. 2039. 2040. 2041. 2042. 2043. 2044. 2045. 2046. 2047. 2048. 2049. 2050. 2051. 2052. 2053. 2054. 2055. 2056. 2057. 2058. 2059. 2060. 2061. 2062. 2063. 2064. 2065. 2066. 2067. 2068. 2069. 2070. 2071. 2072. 2073. 2074. 2075. 2076. 2077. 2078. 2079. 2080. 2081. 2082. 2083. 2084. 2085. 2086. 2087. 2088. 2089. 2090. 2091. 2092. 2093. 2094. 2095. 2096. 2097. 2098. 2099. 2100. 2101. 2102. 2103. 2104. 2105. 2106. 2107. 2108. 2109. 2110. 2111. 2112. 2113. 2114. 2115. 2116. 2117. 2118. 2119. 2120. 2121. 2122. 2123. 2124. 2125. 2126. 2127. 2128. 2129. 2130. 2131. 2132. 2133. 2134. 2135. 2136. 2137. 2138. 2139. 2140. 2141. 2142. 2143. 2144. 2145. 2146. 2147. 2148. 2149. 2150. 2151. 2152. 2153. 2154. 2155. 2156. 2157. 2158. 2159. 2160. 2161. 2162. 2163. 2164. 2165. 2166. 2167. 2168. 2169. 2170. 2171. 2172. 2173. 2174. 2175. 2176. 2177. 2178. 2179. 2180. 2181. 2182. 2183. 2184. 2185.